

第 1 編 共 通 編

第1章 設計一般

目 次

第1章	設計一般	1-1-1
第1節	設計図面の作成要領（標準）	1-1-1
1-1	適用範囲	1-1-1
1-2	図面の種類	1-1-1
1-3	図面の大きさ	1-1-1
1-4	図面の正位	1-1-2
1-5	輪郭と余白	1-1-2
1-6	図面の折りたたみ方法等	1-1-3
1-7	設計書及び協議書の添付方法	1-1-4
1-8	尺度	1-1-5
1-9	表題欄	1-1-5
1-10	図面の彩色方法	1-1-5
1-11	線種と線の太さ	1-1-6
1-12	設計図面作図要領	1-1-6
第2節	設計数量	1-1-11
第3節	適用示方書・指針等	1-1-11
3-1	共通	1-1-11
3-2	河川関係	1-1-12
3-3	道路関係	1-1-14
3-4	電気通信関係	1-1-18
3-5	機械関係	1-1-19
第4節	コンクリート構造物の比較案作成にあたっての留意事項	1-1-20
第5節	新技術について	1-1-21
第6節	地質・地盤リスクへの対応	1-1-21
第7節	BIM/CIMについて	1-1-23
第8節	温度ひび割れ制御対策の手引き（案）について	1-1-24

第1章 設 計 一 般

第1節 設計図面の作成要領（標準）

1-1 適用範囲

- 1) 設計図の作成、取扱いについては本要領によるほか、国土交通省「CAD製図基準（案）」、中国地方整備局「調査・設計・測量業務等共通仕様書（及び別添）」によるものとする。
- 2) 建設省土木構造物標準設計、中国地方整備局制定の小構造物標準設計図集、その他標準設計図集に収録されている場合は、その呼び名を明示することにより構図等を省略することができる。
- 3) 設計図面は電子複写普通紙を標準とする。

1-2 図面の種類

図面の種類は次の通りとする。

- 1) 位 置 図
- 2) 平 面 図
- 3) 縦 断 面 図
- 4) 標準横断面図
- 5) 横 断 面 図
- 6) 一 般 構 造 図
- 7) 構 造 図（詳細図を含む）
- 8) そ の 他

1-3 図面の大きさ

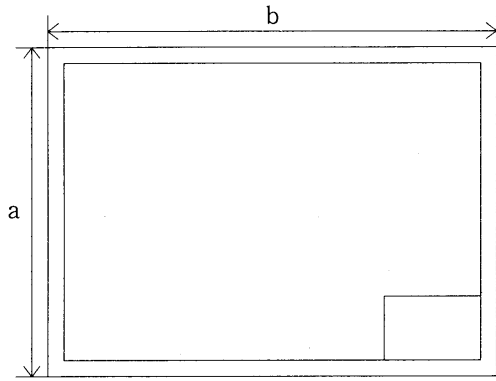
図面の大きさのは、A列サイズ（第1類）A1を標準とする。これによりがたい場合はA0またはA2～A4とする。

表 1-1 図面の大きさの種類 (単位：mm)

A列サイズ(第1類)		特別延長サイズ(第2類)		例外延長サイズ(第3類)	
呼び方	寸法 a×b	呼び方	寸法 a×b	呼び方	寸法 a×b
				A0×2	1189×1682
				A0×3※	1189×2523
A0	841×1189			A1×3	841×1783
				A1×4※	841×2378
A1	594× 841			A2×3	594×1261
				A2×4	594×1682
				A2×5	594×2102
A2	420× 594	A3×3	420× 891	A3×5	420×1486
		A3×4	420×1189	A3×6	420×1783
				A3×7	420×2080
A3	297× 420	A4×3	297× 630	A4×5	297×1051
				A4×6	297×1261
		A4×4	297× 841	A4×7	297×1471
				A4×8	297×1682
				A4×9	297×1892
A4	210× 297				

注* この大きさは、取り扱い上の不都合があるので、なるべく使用しない。

JIS Z 8311 : 1998 (ISO 5457 : 1980) による



1. 図面の大きさはA1を標準とするが、インターチェンジ等構造物の形状によっては、A1以外の大きさが適切な場合がある。その場合、図面の大きさは表1-1によるものとし、選定の優先順位は、第1類、第2類、第3類の順とする。

表1-1によらない大きさを使用する場合は、監督職員と協議の上決定すること。

1-4 図面の正位

図面は、その長辺を横方向においた位置を正位とする。但し、高さの大きい構造物等を示す場合には正位を変えることができる。

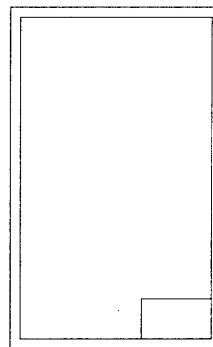
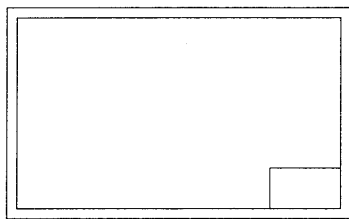


図1-1 長辺を横方向にした配置 図1-2 長辺を縦方向にした配置

1. 土木製図基準においては、図面の正位は長辺を横方向、または縦方向どちらにおいてもよいと記載されている。しかし、CAD製図基準(案)では、図1-1に示すように長辺を横方向に置いた位置を正位とする。

1-5 輪郭と余白

図面には輪郭を設ける。輪郭線は実線とし、線の太さはA0、A1では1.4mm、その他は1.0mmとする。

輪郭外の余白はA0、A1では20mm以上、その他は10mm以上とする。

図面を綴る場合は、綴る側に20mm以上のとじ代幅を設ける。

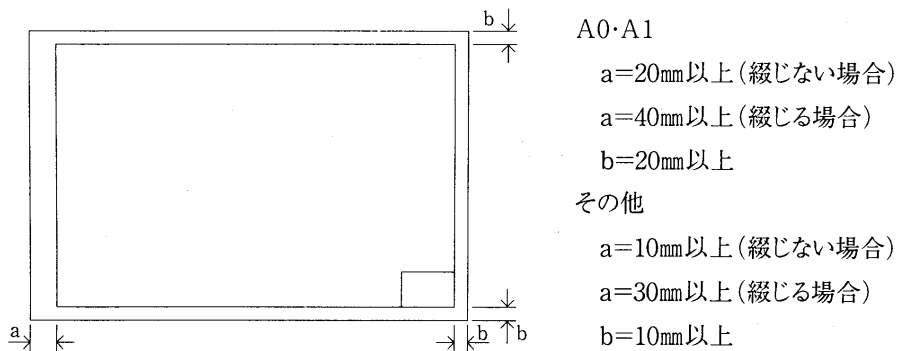


図 1-3 輪郭外の余白寸法

1-6 図面の折りたたみ方法等

1) 図面の折りたたみ後の大きさの標準は、次のとおりとする。

①工事契約用及び協議用図面 縦 297 mm 横 210 mm

②工事設計書添付用図面 縦 148.5 mm 横 210 mm

※設計書添付用及び契約提出用図面は、A3版(1/2縮小)を標準とする。

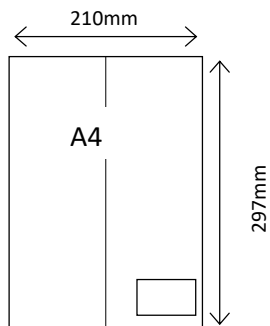
また、添付図面には縮小率を記載すること。

2) 折りたたみの方法は、図面に標題を記入する場合及びゴム印を使用する場合にかかわらず、常時標題が見えるように折りたたんだ表面に標題を出すこと。

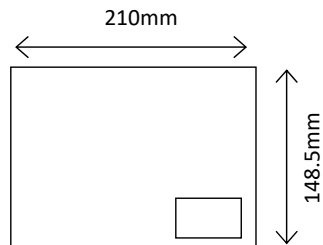
(イ) 図面の作成方法

(1) 図面の折りたたみ後の大きさ

①工事契約用及び協議用図面
(契約提出用図面)



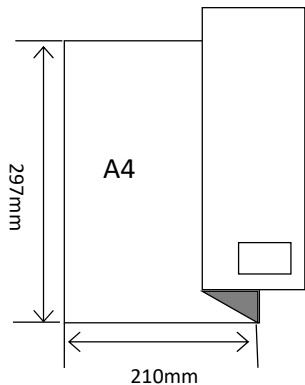
②工事設計書添付用図面



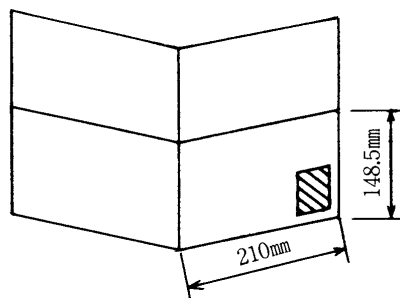
(2) 図面折りたたみ方法

(折りたたみ後も常時標題が見られるようにすること)

①工事契約用及び協議用図面
(契約提出用図面)



②工事設計書添付用図面



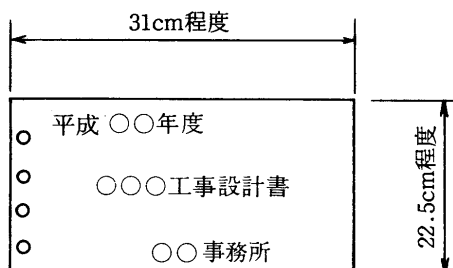
1-7 設計書及び協議書の添付方法

図面を設計書に添付する方法は、原則として図面袋に入れることを標準とする。

- 1) 図面袋を設計書につづり込む方法は、各図面の標題に面し左側とする。
- 2) 添え板の寸法およびつづり込み穴の位置、表紙の大きさは次のとおりとする。

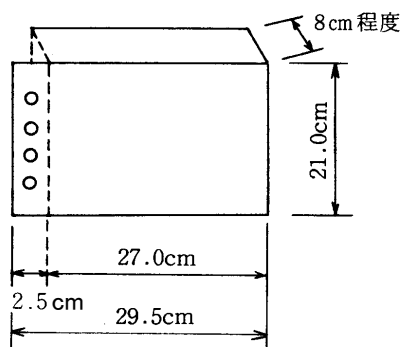
(イ) 電算用設計書及び図面の作成

- (1) 設計書 (ファイルの大きさはA-4横)

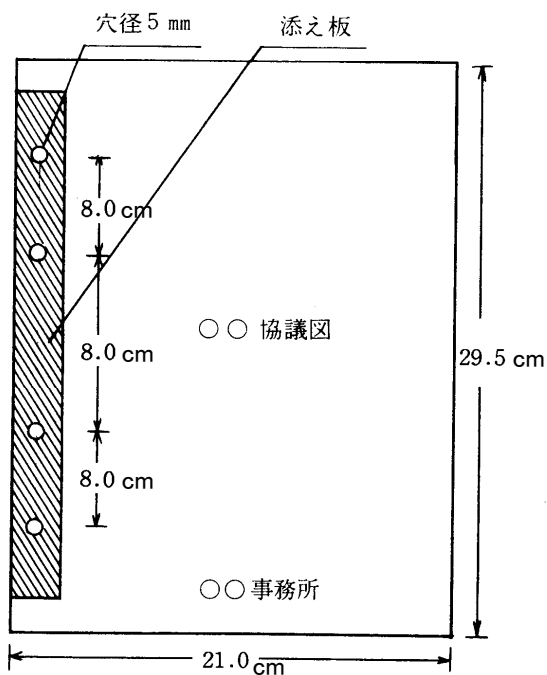


- (2) 図面袋

(図面袋については下図を参考とされたい、出来れば布袋が望ましい。)



- (ロ) 協議図の作成



1-8 尺度

紙に出力した図面の尺度は、共通仕様書に示す尺度を適用する。

共通仕様書で尺度が明確に定められていない図面（例えば「1：200～1：500、適宜」などと表現されている図面等）については、土木製図基準に示される尺度のうち、適当な尺度を用いるものとする。

1-9 表題欄

1) 表題欄の位置

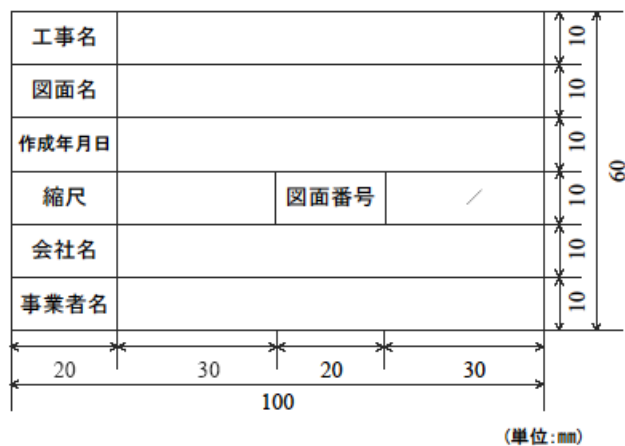
表題欄は、輪郭線の図面の右下隅輪郭に接して記載することを原則とする。

ただし、平面図、縦断図等で表題欄と図形情報が重なる場合には右下隅に記載してもよい。

2) 表題欄の様式

表題欄の寸法及び様式は下図を標準とする。

1枚の図面に尺度の異なる構造物が複数存在する場合は、代表的な尺度を表題に記入する。



1-10 図面の彩色方法

- 1) 図面に表示されているもののうち、一部が施工部分でない場合は、施工部分を着色し、また、変更設計及び他工事との関連ある場合も色別して、設計部分を明示すること。
- 2) 施工部分に着色する色合は、原則として薄朱色又は薄赤色を使用する。
- 3) 施工済部分は薄黒色とする。
- 4) 平面図における施工部分の着色は次表のとおりとする。

工 種	色 別	工 種	色 別
路盤工、堤防 小段天端	朱 (薄 色)	ブロック積(張) 石 積(張)	橙実線 橙ヌリ
盛土法面、掘削	緑 (薄 色)	集 水 柵	紫実線で□とする
切土法面、掘削	青 (薄 色)	支 道 、 階 段	赤実線で支道輪郭をとる
側 溝 、 水 路	青実線 青色ヌリ	函 渠 、 床 版 橋 樋 門 (管)	茶実線で輪郭をとり 薄着色
管 渠	紫 実 線	舗 装	朱 (薄 色)
暗 渠	紫 点 線	歩 道	桃 (薄 色)
コンクリート擁壁	黄実線 黄色ヌリ	根 固 、 床 固 工	茶 (薄 色)

(注) その他については類似工種による。

1-11 線種と線の太さ

製図に用いる線は、JIS Z8312：1999「製図に用いる線」に準ずる。

線の種類は原則として実線、破線、一点鎖線、二点鎖線の4種類とし、用法は以下によるものとする。

線種	外観	主な用法
実線	—————	可視部分を示す線、寸法および寸法補助線、引出線、破断線、輪郭線、中心線
破線	-----	見えない部分の形を示す線
一点鎖線	- · - · - · - · -	中心線、切断線、基準線、境界線、参考線
二点鎖線	- · - · - · - · -	想像線、基準線、境界線、参考線などで一点鎖線と区別する必要があるとき。

線の太さの比率によって細線、太線、極太線の3種類とし、紙に出力する場合の太さの比率は細線：太線：極太線＝1：2：4とする。

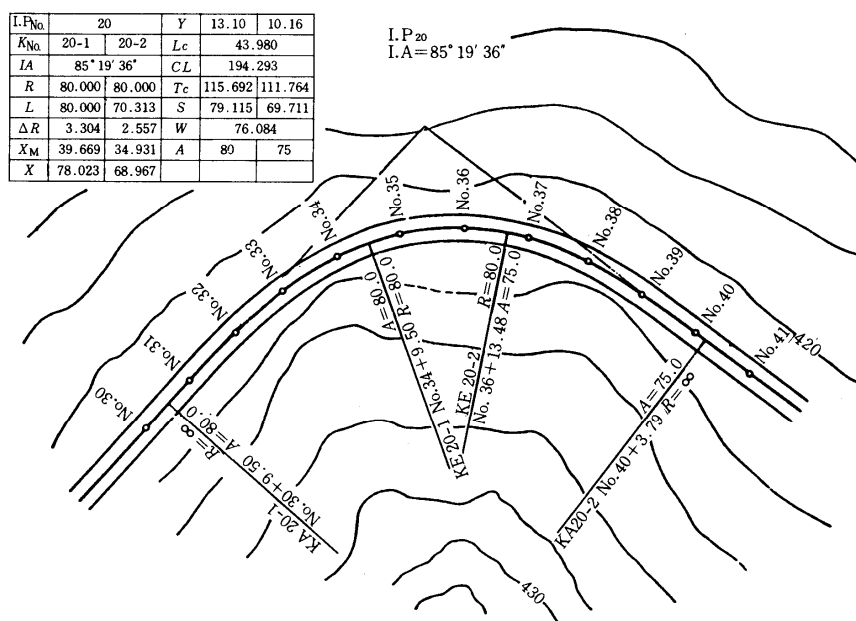
1-12 設計図面作図要領

設計図面記載については、次の事項に注意して行なうものとする。

1) 平面図

- (イ) 河川の堤防、護岸等は下流を起点として上流に向かって追番号とする。
- (ロ) 道路は起点から終点に向かって追番号とする。
- (ハ) 海岸は、海岸名ごとの起点から終点に向かって追番号とする。
- (ニ) 明示の幅は、工事施工に必要な幅に余裕をもつ幅とする。
- (ホ) 平面図には、計画工事箇所附近の現状地形のほか、計画路線、法線及びその中心観点番号並びに計画構造物等の平面的位置を表示する。
- (ヘ) 平面図中において、現状の地形を表わす主要なる図式記号は、国土地理院の定めるものによる。

なお、道路における中心線の表示は次による。

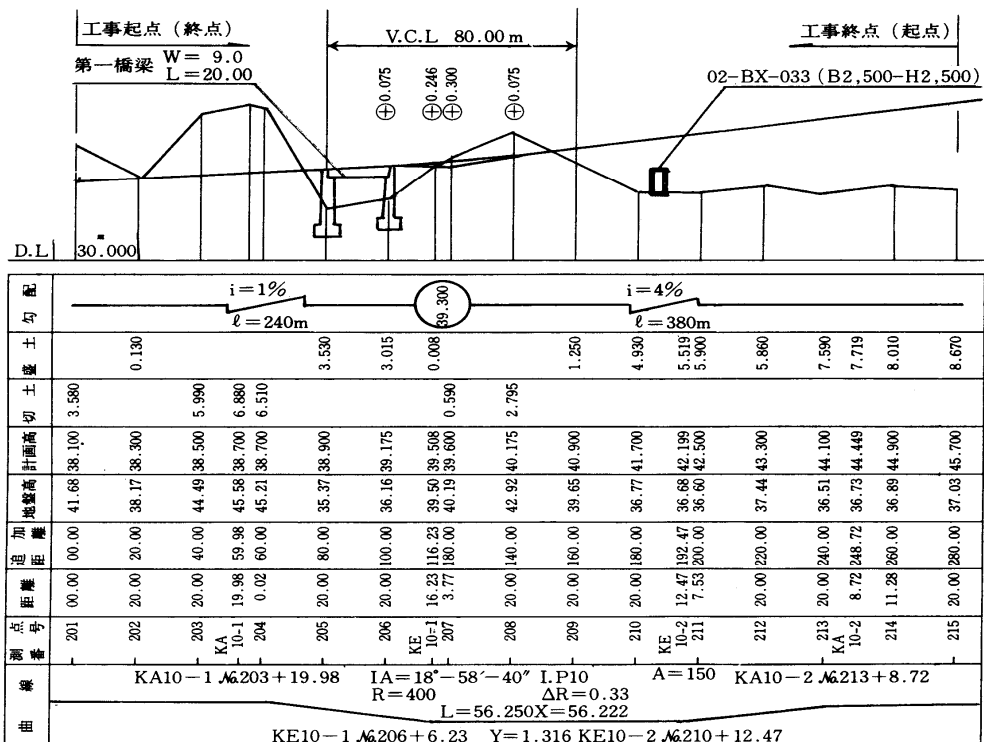


平面図は道、府、県、市、郡、町、村、大字、小字等行政区画の名称及び寺社、学校、官公庁等の主要工作物の名称を記入する。

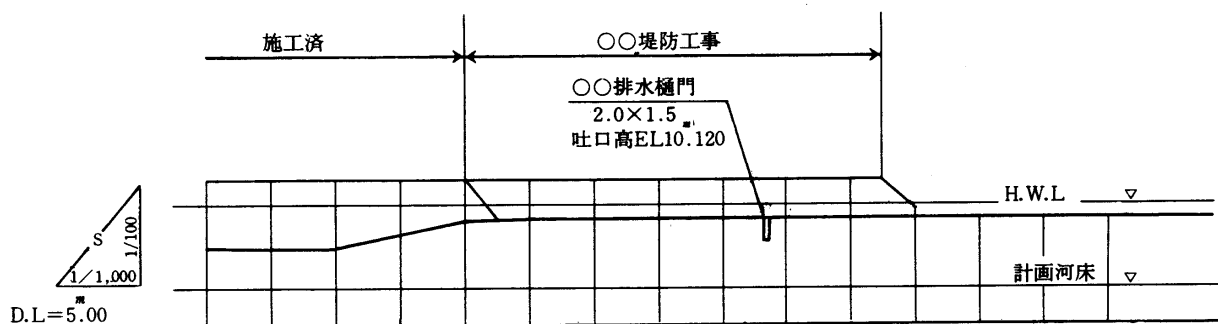
2) 縦断面図面

- (イ) 道路関係は、曲線、測点番号、距離、追加距離、地盤高、切取高（掘削高）、盛土高、勾配及び図面内に横断構造物の位置名称、概略構造を図示することを原則とする。
- (ロ) 縦断面図面は、平面図と対比できるように配するものとする。
- (ハ) 当該設計工事区間以外も表わしている縦断面にあっては、当該工事の起終点を表示するものとする。
- (ニ) 道路関係の縦断面図には計画縦断勾配の変位ごとにつき、縦断曲線の延長（L）及びそのL/2、L/4、各測点の落度、昇度を記入する。
- (ホ) 河川沿いの道路縦断面図面には、必要に応じ計画高水位、現況河床高、護岸基礎及び天端高等を併記するものとする。
- (ヘ) 河川関係は下記事項を記載するものとする。着色の凡例は平面図に同じ。
 - (1) 測点 …… 標高も併記する。
 - (2) 距離 …… 区間距離、追加距離
 - (3) 地盤高 …… 法線位置、基礎工位置、仮締切位置等
 - (4) 水位 …… H. W. L、L. W. L、D. H. W. L等
 - (5) 計画基準高 …… 計画堤防高、計画河床高等
 - (6) 施工高 …… 天端高、基礎工の底高、主要構造物の敷高等
 - (7) 構造物の名称 …… 樋門（管）、橋梁、水門、揚（排）水機等
 - (8) 隣接構造物 …… 記載範囲は当該設計区間のみでなく、隣接堤防（構造物）との関連高さがわかるように上流側、下流側にそれぞれ 100m程度まで含めて記載すること。
- (ト) 道路の路線図面は、平面図と縦断面図を一枚の図面に併記することが出来る。この場合平面図は、上段、縦断面図は下段とする。

(例) 道路関係



(例) 河川関係



測点	単距離	追距離	地盤高	計画高水位	計画河床高	計画堤防高	施工堤防高	基礎天端高
△ 15 (7k400)	0.00	0.00	10.61	13.69	7.15	15.19	15.49	
16	40.00	40.00	10.18	13.72	7.18	15.22	15.52	
17	40.00	80.00	10.34	13.75	7.21	15.25	15.55	
18	40.00	120.00	11.40	13.78	7.24	15.28	15.58	
19	40.00	160.00	12.48	13.81	7.27	15.31	15.61	
20 (7k600)	40.00	200.00	12.44	13.84	7.30	15.34	15.64	
21	40.00	240.00	12.58	13.87	7.33	15.37	15.67	
22	40.00	280.00	12.45	13.90	7.36	15.40	15.70	
23	40.00	320.00	12.43	13.93	7.39	15.43	15.73	
24	40.00	360.00	12.42	13.96	7.42	15.46	15.76	
25 (7k800)	41.50	401.50	12.76	14.00	7.46	15.50	15.80	
26	40.00	441.50	12.70	14.03	7.49	15.53	15.83	
27	40.00	481.50	12.65	14.06	7.52	15.56	15.86	
28	40.00	521.50	12.65	14.09	7.55	15.59	15.89	
29 (8k000)	40.00	561.50	12.72	14.12	7.58	15.62	15.92	

3) 標準横断面図

- (イ) 標準横断面図は、一断面で図示することが不可能の場合は数断面を記入する。
- (ロ) 標準横断面図は、在来地盤の形状、設計断面形状、設計寸法（幅員、高さ及び各構造物の細部寸法）、法勾配、使用材料の品質規格及び必要に応じ施工方法等を表示する。
- (ハ) 河川関係及び河川沿いの道路の標準断面図にはH. W. L及びL. W. Lを記入しなければならない。特に河川関係においては、被災高水位 (D. H. W. L)、朔望平均満潮位 (H. W. O. S. T)、朔望平均干潮位 (L. W. O. S. T)、最深河床等をその工事に応じて記入しておくこと。

4) 横断面図

- (イ) 河川、砂防、ダム、堤防、護岸等は、上流から下流方向を見ること。水制及び取付道路は起点から終点を見ること。
- (ロ) 海岸
起点から終点方向を見ること。
- (ハ) 道路
起点から終点方向を見ること。

(二) 横断面の配置は次図のとおりとする。

道路関係

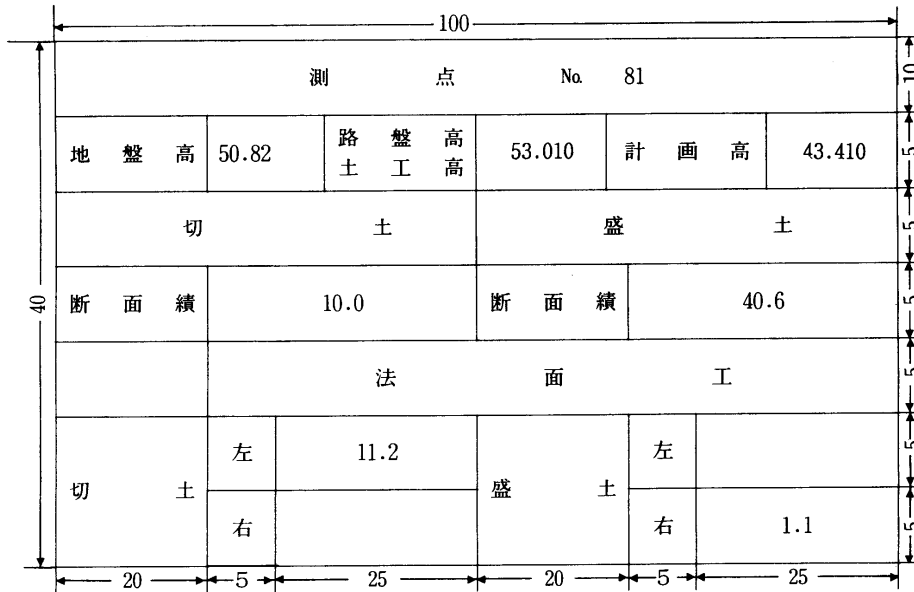
河川及び海岸関係

No. 3	No. 6	
No. 2	No. 5	
No. 1	No. 4	

No. 1	No. 4	
No. 2	No. 5	
No. 3	No. 6	

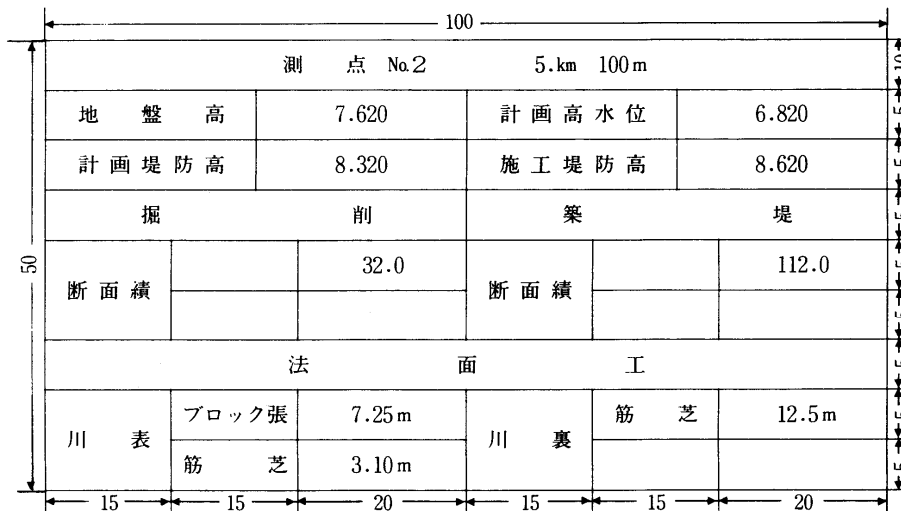
(ホ) 各測点 (位置) ごとの横断面には次の例に示す表をつけるものとする。

[例] 道路関係



(寸法:mm)

[例] 河川関係



(寸法:mm)

(へ) 横断面に記入を要する事項は次のとおりとする。

- (1) 測点番号
- (2) 中心点（法線）の位置
- (3) 中心線（法線）に直角方向に測定した現在地盤高の状況
(注) 中心が曲線部にあっては、曲線の切線に直角方向に測定したもの、また図示範囲は、工事施工計画の左右各5m以上とし、特に河川にあってはできるかぎり長く記入する。
- (4) 計画設計した横断形状
- (5) 高さの基準線及びその高さ（○○m○○）
- (6) 地盤高（○○m○○）、計画高（○○m○○）、切取又は掘削断面積（○○m²○○）及び盛土又は築堤断面積（○○m²○○）、法長（法長は擁壁、石張、芝付、法面保護について記入する）
- (7) 官民境界線（一点鎖線で表示）
- (8) 河川関係及び河川沿いの道路の断面図に対しては、H. W. L及びL. W. L（測量時の水位ではない）。

(ト) 盛土部分は構造物を含め朱塗とし、切取又は掘削部分は構造物を含め青塗とする。

5) 一般構造図

一般構造図は重要構造物について作成し、表示する事項は次のとおりとする。

- (イ) 構造物の寸法
- (ロ) 構造物の主要箇所に対して基準面からの高さ
- (ハ) 構造物の一般的形状
- (ニ) 基礎の地質柱状図等の調査結果を記入するものとする。

6) 構造詳細図

- (イ) 構造図は左上に側面、左下に平面、右上に断面図を描くのを標準とする。
- (ロ) 橋梁の側面図は道路の起点側を左方として画くのを標準とする。
- (ハ) 構造詳細図において表示しなければならない事項はおおむね次のとおりである。

- (1) 断面形状及びその細部寸法
- (2) 鉄筋の配置図及び鉄筋配置寸法、鉄筋加工図
- (3) 鉄筋の種類、番号ごとの数、径、長、重量等の鉄筋表（又は鋼材重量表）
- (4) 構造物の数量表
- (5) 材料の規格、寸法及び溶接方法の記号
- (6) 一般構造図で明示できなかった箇所に対する正面、側面、平面、断面等の詳細
- (7) その他細部的に表示を必要とする事項

7) 図面整理

図面は次の順序で追番号をつけて整理する。

- | | |
|-----------|----------------|
| 1. 位置図 | 5. 横断面図 |
| 2. 平面図 | 6. 一般構造図 |
| 3. 縦断面図 | 7. 構造図（詳細図を含む） |
| 4. 標準横断面図 | 8. その他 |

第2節 設計数量

数量の計算方法等については、中国地方整備局監修の「土木工事数量算出要領(案)」による。

第3節 適用示方書・指針等

現在での適用示方書・指針等については、種類が非常に多いので、これ等を各部門別に分類し、その中で関連のある設計図書を抜粋すれば次表のとおりである。なお、これ等の運用にあたっては、それぞれの目的に合致する設計図書を選定しなければならない。また、次表には記載されていない労働関係法規・河川・道路各関係法規等についても遵守しなければならない。

3-1 共通

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
1	建設省土木構造物標準設計	全日本建設技術協会	最 新 版
2	災害復旧工事の設計要領(年度版)	全国防災協会	最 新 版
3	土木工事安全施工技術指針	国土交通省大臣官房技術調査課	R 4. 2
4	土木製図基準	土木学会	H 2 1. 2
5	コンクリート標準示方書(設計編)	〃	H 3 0. 3
6	〃 (施工編)	〃	H 3 0. 3
7	〃 (ダムコンクリート編)	〃	H 3 0. 1 0
8	〃 (維持管理編)	〃	H 3 0. 1 0
9	〃 (規準編)	〃	H 3 0. 1 0
10	グラウンドアンカー設計・施工基準同解説	地盤工学会	H 2 4. 5
11	矢板基礎の設計と施工指針	矢板式基礎研究委員会	S 4 7. 1
12	鋼矢板施工指針	日本港湾協会	S 4 4. 6
13	土木工事共通仕様書(及び別添)	国土交通省中国地方整備局	最 新 版
14	建設物価	建設物価調査会	〃
15	積算資料	経済調査会	〃
16	日本建設機械要覧	日本建設機械施工協会	〃
17	J I S (日本工業規格)	日本規格協会	〃
18	建設工事に伴う騒音振動対策 ハンドブック(第3版)	日本建設機械化協会	H 1 3. 2
19	日本鑄鉄管協会規格	日本ダクタイル鉄管協会	—
20	日本水道協会規格	日本水道協会	—
21	鉄塔構造計算基準・同解説	日本建築学会	S 4 1年版
22	建築基礎構造設計指針	〃	H 3 1. 1 1
23	土木施工管理関係法規集 1～3	新日本法規出版(株)	最 新 版
24	鋼構造設計規準	日本建築学会	H 1 7. 9
25	高力ボルト接合設計施工ガイドブック	〃	H 2 8. 5
26	鉄鋼スラグ路盤設計施工指針	土木研究センター	H 2 7. 3
27	地盤材料試験の方法と解説(第一 回改訂版)	地盤工学会	R 2. 1 2
28	製鋼スラグを用いたアスファルト 舗装設計施工指針(昭和57年版)	鉄鋼スラグ協会	S 5 7. 7
29	鋼構造架設設計施工指針(2012年)	土木学会	H 2 4. 5
30	プレストレストコンクリート 工法設計施工指針	〃	H 3. 4
31	鉄筋定着・継手指針	〃	R 2. 3
32	鋼繊維補強コンクリート設計施工 指針案	〃	S 5 8. 3

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
33	建設工事公衆災害防止対策要綱の解説	国土交通省大臣官房技術調査課 土地・建設産業局 建設業課	R元. 9
34	薬液注入工法の設計・施工指針	日本グラウト協会	H元年. 6
35	薬液注入工法による建設工事に関する暫定指針	建設省	S49. 7
36	建設発生土利用技術マニュアル	土木研究センター	H25. 12
37	建設副産物適正処理推進要綱の解説	建設副産物リサイクル 広報推進会議	H14. 11
38	仮設計画ガイドブック(I)(II)	全日本建設技術協会	H23. 3
39	機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン	機械式鉄筋定着工法技術検討委員会	H28. 7
40	流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン	流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会	H29. 3
41	現場打ちコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン	機械式鉄筋継手工法技術検討委員会	H29. 3
42	コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン	橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会	H30. 6

3-2 河川関係

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
1	国土交通省河川砂防技術 基準計画編	国土交通省水管理・国 土 保 全 局	R4. 6
2	河川砂防技術基準 調査編	国土交通省水管理・国 土 保 全 局	R5. 5
3	改訂新版 建設省河川砂防技術 基準(案)同解説設計編I・II	日本河川協会	H9. 10
4	河川砂防技術基準 維持管理編(河川編) 維持管理編(ダム編) 維持管理編(砂防編)	国土交通省水管理・国 土 保 全 局	R3. 10 H28. 3 H28. 3
5	港湾の施設の技術上の基準・同解説	日本港湾協会	H30. 5
6	港湾要覧	〃	S55. 9
7	海岸保全施設の技術上の基準 ・同解説	全国海岸協会	H30. 9
8	海洋鋼構造物設計指針(案)解説	土木学会	S48. 8
9	海洋コンクリート構造物設計施工 指針(案)	〃	S51. 12
10	ダム設計基準	日本大ダム会議	S53. 8
11	河川改修事業関係例規集	日本河川協会	毎年発行
12	海岸関係法令例規集	全国海岸協会	〃
13	ジャケット式鋼製護岸 設計指針(案)	日本港湾協会	S52. 3
14	ダム基礎岩盤グラウチングの 施工指針	土木学会	S47. 6
15	海岸保全施設の技術上の基準	国交省・農林省	H26. 12
16	仮締切堤設置基準(案)	国土交通省水管理・国 土 保 全 局	H26. 12
17	堤防余盛基準	〃	S44. 1
18	ダム基礎地質調査基準	日本大ダム会議	S51. 4
19	ダム構造物管理基準	〃	S61. 5
20	解説 河川管理施設等構造令	日本河川協会	H12. 1
21	改訂版 砂防設計公式集 (マニュアル)	全国治水砂防協会	S61. 5

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
22	発電用水力設備に関する技術基準	経 済 産 業 省	H 2 1 . 3
23	砂防関係法令例規集	全 国 治 水 砂 防 協 会	毎年発行
24	改訂 ダム貯水池水質調査要領	国土交通省水管理・国 土 保 全 局	H 2 7 . 3
25	河川区域内における樹木の 伐採・植樹基準	河 川 局 治 水 課	H 1 0 . 6
26	グラウチング技術指針・同解説	国 土 技 術 研 究 セ ン タ ー	H 1 5 . 7
27	増補改訂 流域貯留施設等技術指針(案)	雨水貯留浸透技術協会	H 1 9 . 4
28	河川土工マニュアル	国土開発技術研究センター	H 2 1 . 4
29	水中不分離性コンクリート 設計施工指針(案)	土 木 学 会	H 3 . 5
30	海岸保全計画の手引き	全 国 海 岸 協 会	H 6 . 3
31	人工リーフの設計の手引き	〃	H 2 9 . 6
32	緩傾斜堤の設計の手引き	〃	H 1 8 . 1
33	離岸堤設計の手引き	建 設 省 河 川 局	S 6 1 . 3
34	人工海浜の設計指針(案)	建 設 省	H 5 . 2
35	MMZ計画策定の手引き(案)	建 設 省 土 木 研 究 所	H 4 . 3
36	実務者のための海岸工学	全 国 海 岸 協 会	H 2 . 1 2
37	現場のための海岸Q&A選集	全 国 海 岸 協 会	H 6 . 6
38	新斜面崩壊防止工事の設計と実例	全 国 治 水 砂 防 協 会	R 元 . 5
39	P C フレーム工法設計 ・施工の手引き	P C フ レ ー ム 協 会	H 2 4 . 9
40	地すべり鋼管杭設計要領	斜面防災対策技術協会	H 2 8 . 3
41	地すべり対策技術設計実施要領	〃	H 1 9 . 1 2
42	土石流・流木対策設計技術指針解説	国土技術政策総合研究所	H 1 9 . 3
43	鋼製砂防構造物設計便覧	砂防地すべり技術セン タ	R 3 . 1 0
44	水理公式集	土 木 学 会	H 3 1 . 3
45	砂防ソイルメント設計・施工便覧	砂防地すべり技術セン タ	H 2 8 . 1 2
46	林道規程－運用と解説－	日 本 林 道 協 会	R 3 . 1 2
47	保安林解除の手引	日 本 治 山 治 水 協 会	毎年発行
48	土地改良事業計画設計基準 (設計農道)	農 林 水 産 省	H 1 7 . 3
49	土地改良事業標準設計 第7編 農道	〃	H 3 . 3
50	治山技術基準 (総則・山地治山編)	林 野 庁	R 2 . 5
51	砂防流路工の計画と実際	全日本建設技術協会	S 5 2 . 8
52	砂防地すべり設計事例	山 海 堂	S 1 1 . 4
53	ダム・堰施設技術基準(案)	ダム・堰施設技術協会	H 2 8 . 3
54	ダム・堰施設検査要領(案)	〃	H 2 2 . 1
55	グラウチング技術指針	国 土 交 通 省	H 1 5 . 4
56	〔解説〕工作物設置許可基準	河川管理技術研究会 国土開発技術研究センター	H 1 0 . 1 1

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
57	河川堤防設計指針	河 川 局 治 水 課	H19. 3
58	河川堤防の構造検討の手引き	国土技術研究センター	H24. 2
59	護岸の力学設計法	国土技術研究センター	R5. 10
60	土木構造物設計マニュアル(案) －樋門編－	国 土 交 通 省	H13. 12
61	柔構造樋門設計の手引き	国土技術研究センター	H10. 12
62	透過型砂防堰堤技術指針(案)	建設省砂防部砂防課	H13. 1
63	河川構造物の耐震性能照査指針	水管理・国土保全局 治 水 課	H28. 3
64	河川構造物の耐震性能照査指針・解説	水管理・国土保全局 治 水 課	H24. 2 (R2. 6一部追記)
65	河川堤防の耐震点検マニュアル	水管理・国土保全局 治 水 課	H28. 3
66	河川堤防の耐震対策マニュアル (暫定版)	水管理・国土保全局 治 水 課	H24. 2
67	ドレーン工設計マニュアル	水管理・国土保全局 治 水 課	H25. 6

3-3 道路関係

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
1	クロソイドポケットブック	日 本 道 路 協 会	S49. 8
2	道路の移動等円滑化に関するガイドライン	国土交通省道路局	R4. 6
3	道路技術基準通達 －基準の変遷と通達－	国土交通省道路局	H14. 3
4	道路構造令の解説と運用	日 本 道 路 協 会	R3. 3
5	道路の交通容量	〃	S59. 9
6	道路土工要綱	〃	H21. 6
7	道路土工－仮設構造物工指針	〃	H11. 3
8	道路土工－カルバート工指針	〃	H22. 3
9	道路土工－切土工・斜面安定工指針	〃	H21. 6
10	道路土工－軟弱地盤対策工指針	〃	H24. 8
11	道路土工－盛土工指針	〃	H22. 4
12	道路土工－擁壁工指針	〃	H24. 7
13	盛土の調査・設計から施工まで	地 盤 工 学 会	H22. 7
14	アスファルト混合所便覧 (平成8年版)	日 本 道 路 協 会	H8. 10
15	アスファルト舗装工事共通仕様書 解説	〃	R元. 5
16	インターロッキングブロック 舗装維持・修繕マニュアル	インターロッキング ブロック舗装技術協会	H29. 4
17	インターロッキングブロック 舗装簡易マニュアル	インターロッキング ブロック舗装技術協会	H21. 1
18	インターロッキングブロック 舗装設計施工要領	インターロッキング ブロック舗装技術協会	H29. 3

番号	名称	発行所名	発行年月
19	コンクリート舗装に関する 技術資料	日本道路協会	H21. 8
20	耐流動アスファルト混合物	〃	H9. 1
21	舗装性能評価法	〃	H25. 4
22	舗装再生便覧	〃	H22. 11
23	舗装施工便覧	〃	〃
24	舗装設計施工指針	〃	H18. 2
25	舗装設計便覧	〃	H18. 2
26	舗装調査・試験法便覧	〃	H31. 3
27	舗装の構造に関する技術基準・ 同解説	〃	H13. 9
28	既設道路橋の耐震補強に関する参 考資料	日本道路協会	H9. 9
29	近接基礎設計施工要領（案）	建設省土木研究所	S58. 6
30	杭基礎設計便覧	日本道路協会	R2. 9
31	鋼管矢板基礎設計施工便覧	〃	H9. 12
32	鋼橋の疲労	〃	H9. 5
33	鋼道路橋施工便覧	〃	R2. 9
34	鋼道路橋設計便覧	〃	R2. 9
35	鋼道路橋防食便覧	〃	H26. 3
36	鋼道路橋の細部構造に関する資料集	〃	H3. 7
37	鋼道路橋疲労設計便覧	〃	R2. 10
38	高力ボルトに関する要領・規格集	〃	S59. 9
39	コンクリート道路橋設計便覧	〃	R2. 9
40	コンクリート道路橋施工便覧	〃	R2. 9
41	小規模吊橋指針・同解説	〃	S59. 4
42	耐震設計に関する参考資料	〃	H27. 3
43	道路橋支承便覧（改訂版）	〃	H30. 12
44	道路橋示方書・同解説 （Ⅰ共通編 Ⅱ鋼橋・鋼部材編）	〃	H29. 11
45	道路橋示方書・同解説 （Ⅰ共通編 Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編）	〃	〃
46	道路橋示方書・同解説 （Ⅰ共通編 Ⅳ下部構造編）	〃	〃
47	道路橋示方書・同解説 （Ⅴ耐震設計編）	〃	〃
48	道路橋補修・補強事例集	〃	H24. 3
49	道路橋補修便覧	〃	S54. 2
50	道路震災対策便覧（震前対策編）	〃	H18. 9
51	〃（震災復旧編）	〃	H19. 3

番号	名称	発行所名	発行年月
52	〃 (震災危機管理編)	〃	R元. 7
53	道路橋床板防水便覧	〃	H19. 3
54	道路橋耐風設計便覧	〃	H20. 1
55	プレキャストブロック工法による プレキャストコンクリートTげた 道路橋設計・施工指針	〃	H4. 10
56	プレビーム合成桁橋設計施工指針	国 土 技 術 研 究 セ ン タ ー	H30. 8
57	シールドトンネル設計・施工指針	日 本 道 路 協 会	H21. 2
58	ずい道建設工事等における換気技術指針 (換気技術の設計及び粉じん等の測定)	建設業労働災害防止協会	R4. 4
59	道路トンネル安全施工技術指針	日 本 道 路 協 会	H8. 10
60	道路トンネル維持管理便覧 (本体工編) (付属施設編)	〃	R2. 9 H28. 11
61	道路トンネル観察・計測指針	〃	H21. 2
62	道路トンネルにおける非常用施設 (警報装置)の標準仕様	建 設 省	S43. 12
63	道路トンネル非常用施設 設置基準・同解説	日 本 道 路 協 会	R元. 9
64	道路トンネル技術基準(換気編) ・同解説	〃	H20. 10
65	道路トンネル技術基準(構造編) ・同解説	〃	H15. 11
66	トンネル標準示方書 (開削工法編)・同解説	土 木 学 会	H28. 8
67	トンネル標準示方書 (山岳工法編)・同解説	〃	H28. 8
68	トンネル標準示方書 (シールド工法編)・同解説	〃	H28. 8
69	ロックボルト工法設計指針	高 速 道 路 調 査 会	S50. 3
70	グラウンドアンカー設計・ 施工基準、同解説	地盤工学会	H24. 5
71	ジオテキスタイルを用いた 補強土の設計施工マニュアル	土 木 研 究 セ ン タ ー	H25. 12
72	鉄筋コンクリート製プレキャスト ボックスカルバート道路埋設指針	国 土 開 発 技 術 研 究 セ ン タ	H3. 7
73	道路附属物の基礎について	建設省道企発第52号	S50. 7
74	のり枠工の設計・施工指針(改訂 版)	全国特定法面保護協会	H25. 10
75	補強土(テールアルメ)壁工法設計・ 施工マニュアル	土 木 研 究 セ ン タ ー	H26. 8

番号	名称	発行所名	発行年月
76	PCボックスカルバート 道路埋設指針	国土開発技術研究センター	H3. 10
77	道路維持修繕要綱	日本道路協会	S53. 7
78	道路環境保全のための道路用地の 取得及び管理に関する基準	建設省 都市局道路局	S49. 4
79	道路防雪便覧	日本道路協会	H2. 5
80	キャブシステム技術マニュアル (案) 解説	開発問題研究所	H5. 8
81	共同溝設計指針	日本道路協会	S61. 3
82	電線共同溝	道路保全技術センター	H7. 11
83	プレキャストコンクリート 共同溝設計・施工要領 (案)	〃	H6. 3
84	景観に配慮した道路附属物等ガイド ライン	日本みち研究所	H29. 11
85	自転車道等の設計基準解説	日本道路協会	S49. 10
86	視覚障害者誘導用ブロック 設置指針・同解説	〃	S60. 9
87	視線誘導標設置基準・同解説	〃	S59. 10
88	車両用防護柵標準仕様・同解説	〃	H16. 3
89	駐車場設計・施工指針同解説	〃	H4. 11
90	道路反射鏡設置指針	〃	S55. 12
91	道路標識設置基準・同解説	〃	R2. 6
92	道路標識ハンドブック 2012年版	全国道路標識・標示業協会	H25. 2
93	防護柵の設置基準・同解説／ボ ードの設置便覧	日本道路協会	R3. 3
94	立体横断施設技術基準・同解説	〃	S54. 1
95	路面標示設置マニュアル	交通工学会	H24. 1
96	道路緑化技術基準・同解説	日本道路協会	H28. 3
97	落石対策便覧	〃	H29. 12

3-4 電気通信関係

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
1	電気設備の技術基準とその解釈	経済産業省	最 新 版
2	高压受電設備指針	日本電気協会	〃
3	配電規程	〃	〃
4	内線規程	〃	〃
5	道路照明施設設置基準・同解説	日本道路協会	H19.10
6	道路トンネル非常用施設設置基準 ・同解説	〃	H13.10
7	JEC（日本電気規格調査会 標準規格）	電気学会	最 新 版
8	JEM（日本電気工業会標準規 格）	日本電気工業会	〃
9	JIS（日本照明器具工業会規格）	日本照明器具工業会	〃
10	JEL（日本電球工業会規格）	日本電球工業会	〃
11	SBA（日本蓄電池工業会規格）	日本電池工業会	〃
12	JCS（日本電線工業会規格）	日本電線工業会	〃
13	電気通信設備工事共通仕様書	建設電気技術協会	H29.8
14	電気通信施設標準仕様書	国土交通省	
15	ダム管理用制御処理設備 標準設計仕様書	国土交通省	H28.8
16	通信用鉄塔設計要領・同解説	建設電気技術協会	平成25年版
17	電気通信施設設計要領・同解説 （通信編）	建設電気技術協会	平成29年版
18	電気通信施設設計要領・同解説 （情報通信システム編）	建設電気技術協会	平成29年版
19	電気通信施設設計要領・同解説 （電気編）	建設電気技術協会	平成29年版
20	道路・トンネル照明器材仕様書	〃	平成27年版
21	光ファイバーケーブル施工要領・ 同解説	〃	平成25年版

3-5 機械関係

番号	名 称	発 行 所 名	発行年月
1	機械工事共通仕様書 (案)	総合政策局公共事業企画調整課	R 5 . 3
2	機械工事完成図書作成要領 (案)	総合政策局建設施工企画課	H 1 9 . 3
3	機械工事施工管理基準 (案)	総合政策局公共事業企画調整課	R 3 . 3
4	機械工事特記仕様書作成要領(案)	総合政策局公共事業企画調整課	H 2 9 . 3
5	機械工事塗装要領(案)・同解説	日本建設機械化協会	R 3 . 2
6	ダム・堰施設技術基準(案)	国土交通省	H 2 8 . 3
7	(参考) ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・マニュアル編)	ダム・堰施設技術協会	H 2 3 . 7
8	水門・樋門ゲート設計要領(案)	〃	H 1 3 . 1 2
9	鋼製起伏堰設計要領(案)	ダム・堰施設技術協会	H 1 1 . 1 0
10	ゲート用開閉装置(油圧式)設計要領(案)	〃	H 1 2 . 6
11	ゲート用開閉装置(機械式)設計要領(案)	〃	H 1 2 . 8
12	揚排水ポンプ設備技術基準・同解説	河川ポンプ施設技術協会	R 2 . 1
13	救急排水ポンプ設備技術指針・解説	〃	H 6 . 8
14	ポンプゲート式小規模排水機場設計マニュアル(案)	〃	H 1 5 . 3
15	道路トンネル技術基準(換気編)・同解説	日本道路協会	H 2 0 . 1 0
16	道路トンネル非常用施設設置基準・同解説	〃	H 1 3 . 1 0
17	道路管理施設等設計指針(案)、道路管理施設等設計要領(案)	日本建設機械化協会	H 1 5 . 7

第4節 コンクリート構造物の比較案作成にあたっての留意事項

コンクリート構造物の構築にあたっては、それぞれの現場条件等に応じて現場打ち、プレキャスト等それぞれのメリットを生かし、適材適所で活用していく必要がある。

このため、重要構造物や大型構造物等を対象とする予備設計段階等におけるコンクリート構造物の比較案作成にあたっては、個々の現場条件に応じて、工期等を考慮のうえ、以下に示すような項目について勘案する。なお、プレキャストの工期短縮効果を比較案に反映するため、土木工事標準積算基準の「工期と連動した間接工事費の算定方式」を準用し、プレキャストによる工期短縮（工期差分）の縮減額（現場打ち施工を行うことにより、プレキャスト施工工期から工期が増えることで発生する額）を算出して、その金額を比較表の全体工事費（経済性）に反映（全体工事費－現場管理費の縮減額）すること。また、これら以外の要素（安全性向上効果、施工性、周辺交通に与える影響、詳細設計費、維持管理の容易性等）についても、比較計上が可能なものについては、適宜計上のうえ比較すること。

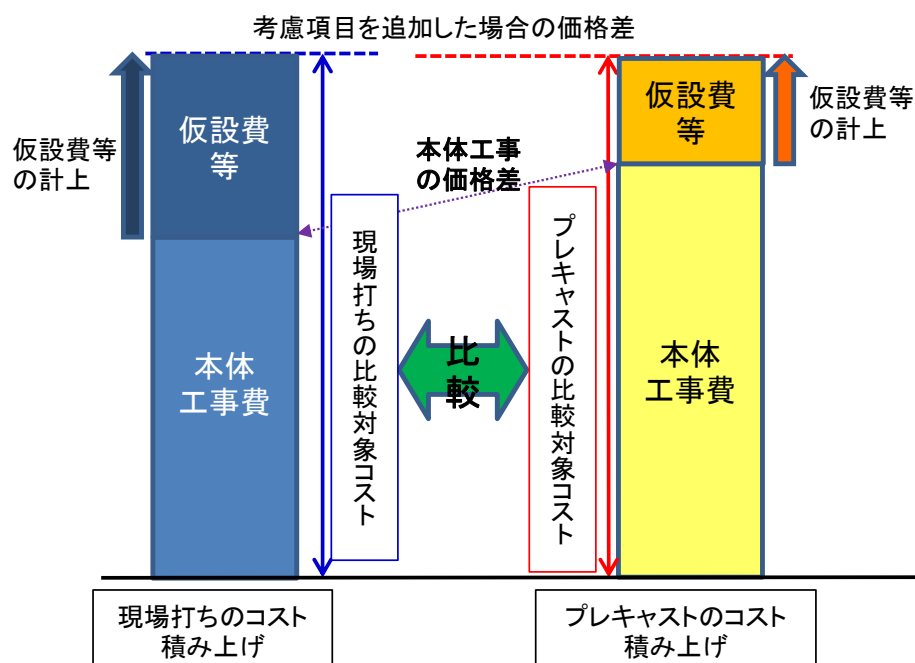
<勘案する項目>

■本体工事費

■仮設費等

- ・仮設工（足場工、土留工、水替工、雪寒施設工（冬期施工が想定される場合。雪寒仮囲い等）等）に要する費用
- ・（工期を踏まえた）交通管理工（交通誘導警備員等）に関する費用
- ・残土処理工（残土処分等）に関する費用
- ・構造物の詳細設計に関する費用
- ・共通仮設費（比較対象ごとに異なる場合）
- ・プレキャストによる現場管理費の縮減額 ※全体工事費から減額する

<検討イメージ>



■更なるプレキャスト構造物の比較検討の推進

令和2年度工期短縮期間分の貨幣価値化比較を導入したところであるが、労働人口減少を踏まえ、更なる現場作業の省力化を推進するため、設計段階における比較検討を適切に実施する。

- ・橋梁予備設計においては、プレキャスト工法を設計する比較案として選定する。
- ・その他のコンクリート構造物においては、比較案の選定にあたり、プレキャスト工法も加え検討する。

特記仕様書記載例

編	章	節	条	見出し	項	特記及び追加仕様事項
	8	1	6803	橋梁予備設計	2	<p>【橋梁設計の場合】</p> <p>(4) 橋梁形式比較案の選定</p> <p>なお、設計する比較案3案にプレキャスト工法を含まない場合は、プレキャスト工法の比較案を追加すること。また、プレキャスト工法を比較案に選定することによって、設計する比較案が4案になる場合は、設計変更の対象とする。</p>
	8	1	6423	一般構造物予備設計	2	<p>【橋梁設計以外の場合】</p> <p>(4) 比較形式選定</p> <p>なお、比較形式の選定に当たって、プレキャスト工法を検討に加え、比較案を選定すること</p>

第5節 新技術について

5-1 新技術の検討

概略設計又は予備設計における比較案の提案、評価及び検討をする場合には、従来技術に加えて、新技術情報提供システム（NETIS）等を利用し、有用な新技術・新工法を積極的に活用するための検討を行うものとする。なお、従来技術の検討においては、NETIS掲載期間終了技術についても、技術の優位性や活用状況を考慮して検討の対象に含めることとする。

また、詳細設計における工法等の選定においては、従来技術（NETIS掲載期間終了技術を含む）に加えて、新技術情報提供システム（NETIS）等を利用し、有用な新技術・新工法を積極的に活用するための検討を行い、調査職員と協議の上、採用する工法等を決定した後に設計を行うものとする。

なお、民間事業者等により開発された有用な新技術の現場への導入を一層推進するため、テーマ設定型（技術公募）によりとりまとめた「技術比較表」を新技術の検討においては積極的に活用すること。なお、テーマ設定型（技術公募）の技術比較表を公表した技術テーマは表5-1のとおりである。

※新技術情報提供システム（NETIS）

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/>

※有用な新技術リスト一覧の検索方法について

<https://www.netis.mlit.go.jp/NETIS/Files/Other/112/有用な新技術リスト>

【230810 更新版】.xlsx

※テーマ設定型（技術公募）による「技術比較表」

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubtheme/themesettings>

表 5-1 テーマ設定型（技術公募）の比較表を公表した技術テーマ

No.	技術テーマ（技術公募）
1	コンクリートのひび割れについて遠方より検出が可能な技術
2	上塗り塗装施工したままで可能な溶接部の亀裂・劣化調査技術
3	鉄筋コンクリート並びにプレストレストコンクリートのかぶり部における塩化物イオン含有量の非破壊、微破壊調査が可能な技術
4	目視困難な水中部にある鋼構造物の腐食や損傷等を非破壊で検査可能な技術
5	コンクリート構造物のうき・剥離を検出可能な非破壊検査技術
6	土木鋼構造物用塗膜剥離剤技術
7	遠隔操縦における作業効率向上に資する技術（無線通信技術、映像処理技術）
8	表面に凹凸がある護岸背面の空洞化を調査する技術
9	河川管理施設周辺の空洞化を測定する技術
10	新素材繊維接着工（コンクリート剥落対策技術）
11	路面性状を簡易に把握可能な技術
12	P C橋に用いる被覆P C鋼線技術
13	道路附属物の支柱路面境界部以下の変状を非破壊で検出できる技術
14	自動識別が可能なカメラ撮影・解析技術（夏冬タイヤ判別等）
15	道路附属物の基礎を簡易に設置する工法
16	UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術①
17	建設機械の騒音低減に資する技術
18	道路トンネル点検記録の作成支援ロボット技術
19	施工性の良好なコンクリート含浸材技術(塩害対策)
20	施工性の良好なコンクリート含浸材技術(中性化対策)
21	河川堤防において、除草後の徒歩点検に変えて変状箇所（モグラ穴等）を計測できる技術
22	ライティング技術等の除雪作業の効率化に寄与する技術
23	AR（拡張現実）技術等の除雪作業の効率化に寄与する技術
24	先端技術等による自然エネルギー、ローカルエネルギーを活用した融雪技術
25	簡易に鋼材、鉄筋等の腐食状況を把握できる技術
26	耐久性に優れた超高強度繊維補強コンクリート技術
27	建設機械の安全装置に関する技術
28	建設発土生土（河川浚渫・掘削土等）を活用した盛土材料（通常堤防・高規格堤防）としての改良技術、無害化技術（不溶化）
29	軟弱地盤上の堤防整備における周辺地盤に影響を与えない圧密・排水促進の技術（地盤改良を含む）
30	水中点検ロボットを使用したコンクリートダム堤体の水中点検技術
31	道路橋の塩害モニタリング技術
32	コンクリート舗装工事の効率化に貢献する技術
33	道路における雑草抑制技術
34	道路に設置する透光性遮音板の技術
35	トンネル覆工の防水技術
36	道路橋点検記録作成支援ロボット技術
37	道路トンネル非常用施設「自動通報施設」
38	道路橋の耐震性向上に資する制震ダンパー技術
39	UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術②
40	建設機械の安全装置に関する技術（ドラグシャベル）
41	路面下空洞調査技術
42	露出した鉄筋等に対する除錆・防錆技術
43	堤防被災時に緊急復旧堤防の効率化、省力化を目的とした法面補強技術
44	橋梁伸縮装置止水部の補修に関する技術
45	無電柱化における管路部等の低コスト化に資する技術

第6節 地質・地盤リスクへの対応

土木施設の殆どは、土・地盤をそのまま、あるいは改変して基礎や材料として活用することによって施設の機能を確保しており、地質・地盤は極めて重要な存在である。

しかし、地質・地盤の大半は自然に形成されたものであり、一般にその分布や性質は不均質かつ複雑である。そのため、その性質や分布のすべてを事前に正確に把握することは難しくコストも要する。知り得る情報が限定的であるがゆえに不確実性が存在し、事業の安全性・効率性に影響を及ぼす場合がある。

事業にあたっては初期の段階から、地質・地盤条件に関する情報を適切に捉えていくとともに、各段階での不確実性等に対して、事業の各段階での残存リスクを次の段階に確実に引き継ぐなど、適切にリスクマネジメントしていくことがよい。

また、地質・地盤リスクマネジメントの実施の可否にあたっては事業の目的や状況、想定される地質・地盤リスクの大きさや影響等を考慮して判断する必要がある。

なお、地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたっては、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン（令和2年3月）：国土交通省大臣官房技術調査課、（国研）土木研究所、土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会」を参照するのがよい。

第7節 BIM/CIMについて

建設現場に求められる生産性向上に関しては、測量・調査から設計、施工、監督・検査、維持管理・更新までの建設生産・管理システムの各段階における ICT 等の活用や規格の標準化、履行期限の平準化等による継続的な「カイゼン」を推進する i-Construction の推進に取り組む必要がある。

このことから、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても、情報を充実させながらこれを活用し、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産・管理システムにおける品質確保と共に受発注者双方の業務効率化・高度化を図る BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) に取り組むこととしている。

実施にあたっては、大規模構造物※1の詳細設計業務において、原則として BIM/CIM 適用の対象として発注するとともに、大規模構造物の初期段階や大規模構造物以外の構造物及び各事業の測量・調査から設計においても積極的に活用する。

なお、BIM/CIM の活用にあたっては、BIM/CIM の基準・要領等※2に基づき行うものとする。

※1 ダム、橋梁、トンネル、港湾施設（栈橋）

※2 BIM/CIM の基準・要領等

http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/spec_cons_new_r3.html

第8節 温度ひび割れ制御対策の手引き（案）について

8-1 総則

8-1-1 手引き（案）の目的・位置付け

「温度ひび割れ制御対策の手引き（案）」（以下、「手引き（案）」という。）は、比較的規模の大きいコンクリート構造物を施工する際に発生する温度ひび割れを制御することを目的に、設計・施工段階で各担当者が担う役割や照査方法・対策内容等を示したものである。なお、本手引き（案）は、設計・施工段階での温度ひび割れ制御対策検討における技術的参考資料の位置付けである。

中国地方における橋梁下部工のひび割れの要因は、温度応力を含む設計・施工に起因するものが多い。設計段階で温度ひび割れ照査や対策の検討を行っている場合は少なく、設計段階で照査していないコンクリート構造物で、温度ひび割れが発生している事例がある（図8-1-1）。温度ひび割れ対策を実施していても、検討が不十分で温度ひび割れが発生している事例もある。また、温度ひび割れ対策の検討・実施は、施工者負担で温度応力解析と解析に基づく対策の実施を行っている場合が多く、施工者へ（金銭的な）負担が偏っている。

以上の課題をふまえ、比較的規模の大きいコンクリート構造物を施工する際に発生する温度ひび割れを制御するためには、各段階において各関係者が協働して取り組み、責任感を持って各々の役割を果たすことが求められる。特に、発注者は、コンクリート構造物の品質確保・向上における設計と施工をつなげる役割もあることから、温度ひび割れに対する意識や技術力を向上させる必要がある。

本手引き（案）では、温度ひび割れに関する設計段階および施工段階で各担当者が担う役割や照査方法、対策内容等を分かりやすく示した。設計・施工段階に関わる技術者が本手引き（案）を十分理解し、責任を持って温度ひび割れ対策の検討を実施することが望ましい。

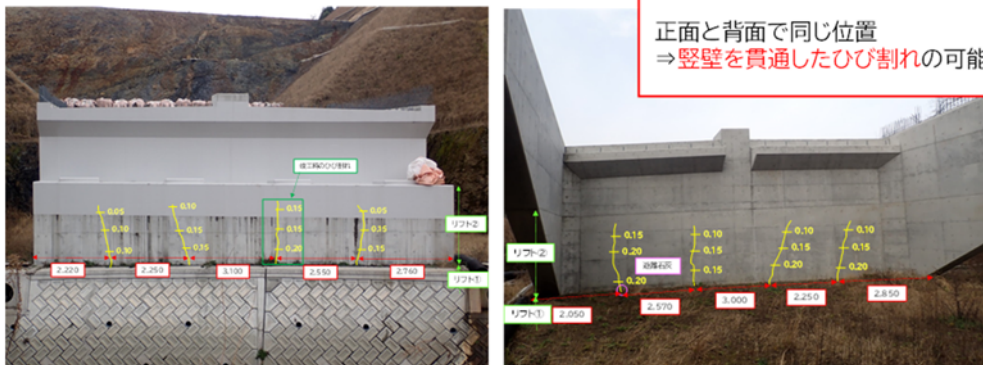


図8-1-1 設計段階で照査しなかったコンクリート構造物のひび割れ発生事例

温度ひび割れ
制御対策の
手引き（案）
（令和5年3月）

<位置付け>

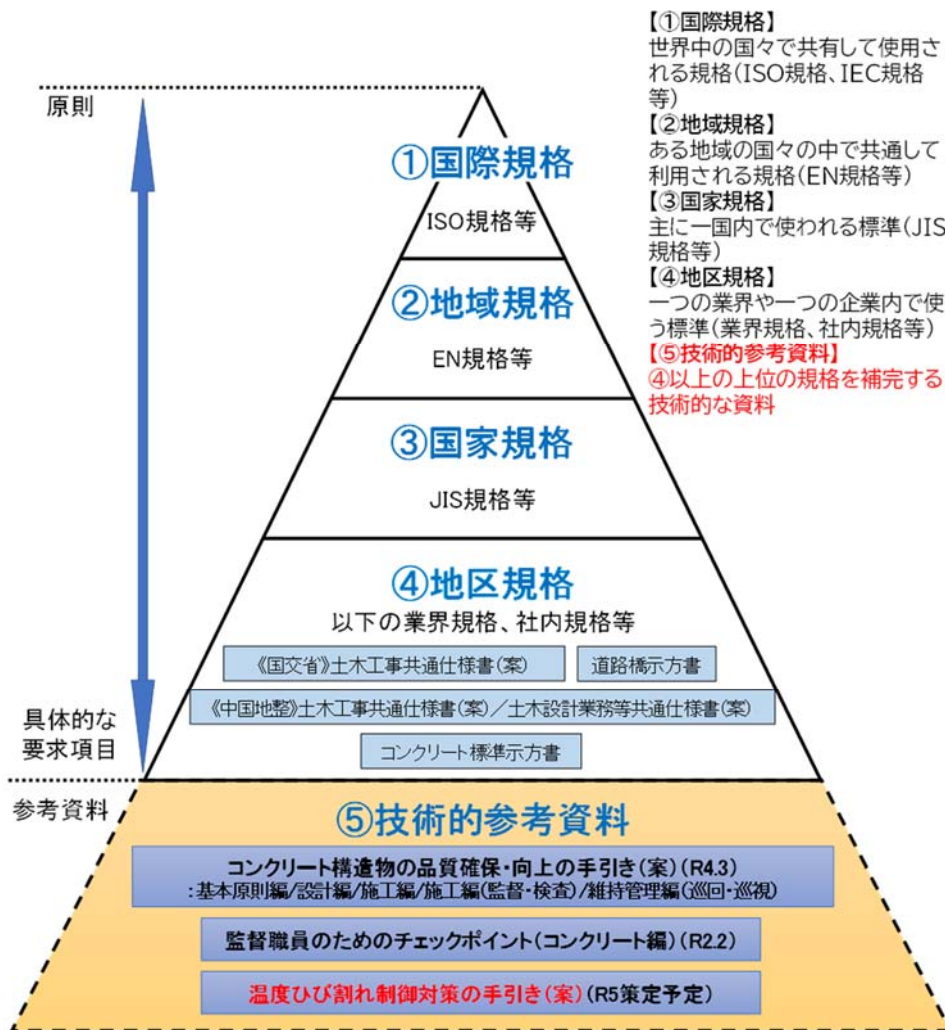


図8-1-2 手引き(案)の位置付け

8-1-2 適用範囲

本手引き（案）は、現場打ちの新設コンクリート構造物（鉄筋コンクリート構造物、無筋コンクリート構造物）のうち、【重要構造物】かつ【マスコンクリートとして取り扱うべき部材寸法の構造物】に適用する。

本手引き（案）では、「【事務連絡】土木コンクリート構造物の品質確保について」で対象工種に挙げられている鉄筋コンクリート構造物および水密性を要する無筋コンクリート構造物（鋼材の腐食や漏水等により耐久性に大きな影響を受ける構造物）と砂防堰堤を対象とする。ただし、プレストレストコンクリートや舗装、ダムなどの特殊なコンクリート構造物は対象外とする。

【重要構造物】

- ① 高さ5 m以上の鉄筋コンクリート擁壁
- ② 内空断面積25 m²以上の鉄筋コンクリートカルバート類
- ③ 橋梁上・下部工
- ④ 高さが3 m以上の堰・水門・樋門
- ⑤ 砂防堰堤
- ⑥ その他監督職員が必要と認めた構造物

また、一度に打ち込むコンクリートの体積が大きく温度上昇が大きい下記の部材については、マスコンクリートとして扱うことが望ましい。

【マスコンクリートとして取り扱うべき部材寸法】

- ① 広がりのあるスラブ状の部材で、厚さが80 cm以上のもの
(例：橋脚のフーチング、水門・樋管の底版、ボックスカルバートの底版)
- ② 下端が拘束された壁状の部材で、厚さが50 cm以上のもの
(例：橋台やBOXの側壁)
- ③ 比較的断面が大きく柱状で、短辺が80 cm以上の部材で、施工上水平打継目が設けられる構造物
(例：橋脚の柱部)

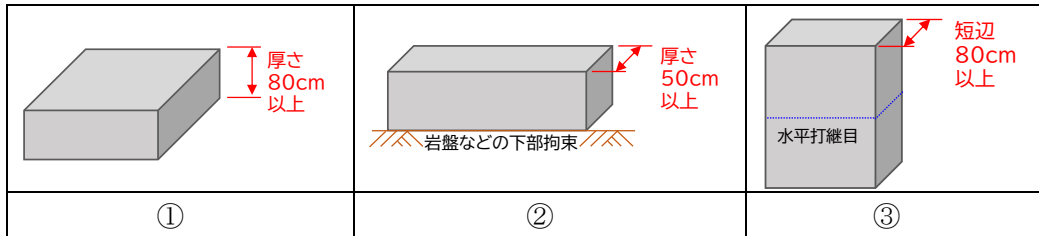


図8-1-3 マスコンクリートとして取り扱うべき部材の例

8-1-3 各段階の概要および担当者

設計段階および施工段階の担当者は、温度ひび割れの発生が懸念される場合には、協働して以下を取り組み、それぞれが、なすべき役割と責任を果たす。

<設計段階>

設計段階では、発注者と設計者が本手引き（案）に基づいて協議・検討を行い、適切な温度ひび割れ制御対策を設計成果に示す。また、発注者は、設計者がとりまとめた温度ひび割れ制御対策の検討結果（設計成果）を、確実に施工段階に引き継ぐ。

<施工段階>

施工段階では、発注者と施工者が、施工条件に照らし合わせて、施工段階での再照査の必要性を判断する。施工時においては、基本事項を遵守したうえで、温度ひび割れ制御対策を確実に実施する。

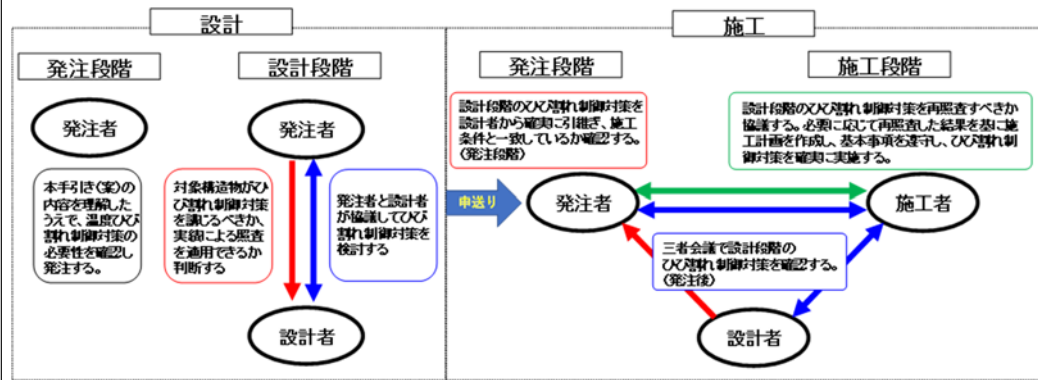


図8-1-4 各段階の概要および担当者の役割

有害な温度ひび割れ発生を防ぐためには、施工者による適切な施工だけでなく、設計段階および施工段階において、関係者（発注者、設計者、施工者）が「コンクリート構造物の温度ひび割れ制御」という目的を共有し、各々の役割と責任を果たし、協働して取り組むことが重要である。また、発注者は、関係者の中で唯一全ての段階に関係しており、各段階における関係者間の連携や情報共有の中心となるべき立場にあるといえる。本章では、各段階において各関係者がコンクリート構造物の温度ひび割れ制御のために取り組む概念図を示した（図8-1-4）。

8-2 温度ひび割れの発生メカニズムと制御対策

8-2-1 温度ひび割れの発生メカニズム

8-2-1-1 はじめに

コンクリートに発生するひび割れの原因は多岐にわたり、複合的な原因となる場合もあるため、そのメカニズムは非常に複雑である。ひび割れの発生時期により、施工後、初期に発生するひび割れと、長期間経過後に発生するひび割れに分類され、初期ひび割れについては、設計段階、施工段階に制御対策を実施する必要がある。初期ひび割れの中でも特に温度ひび割れは、貫通ひび割れとなる場合が多く、漏水の原因やコンクリート内部への劣化因子の侵入の原因となるため、発生メカニズムを理解し、必要な対策を検討して実施する必要がある。

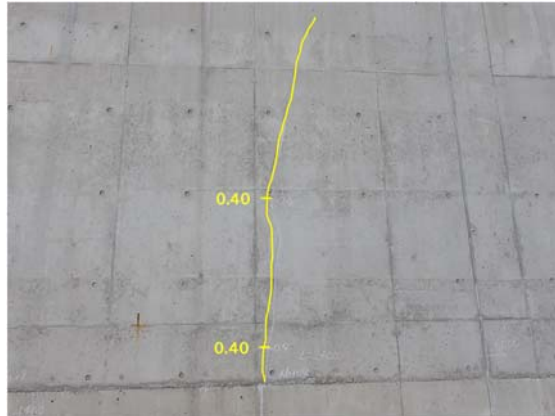


図8-2-1 温度ひび割れの例（前のリフトの外部拘束により発生）

8-2-1-2 温度ひび割れの発生メカニズム

コンクリートは水とセメントの水和反応によって水和熱が発生する。打込み直後からコンクリート内部の温度は徐々に上昇し、最高温度に達した後は降下し、外気温に近づいていく（図8-2-2）。比較的規模の大きいコンクリート構造物（マスコンクリート構造物）の場合は、表面から放熱するよりも中心部に蓄積される速度が速く、部材の厚さが厚いほど、中心部の温度は高くなる。

コンクリートは温度変化により膨張収縮するため、水和熱の温度上昇時および降下時に、その変形が拘束される場合にひび割れが発生してしまう。このひび割れを『温度ひび割れ』といい、変形の拘束の仕方により「内部拘束による温度ひび割れ」と「外部拘束による温度ひび割れ」に分類される。

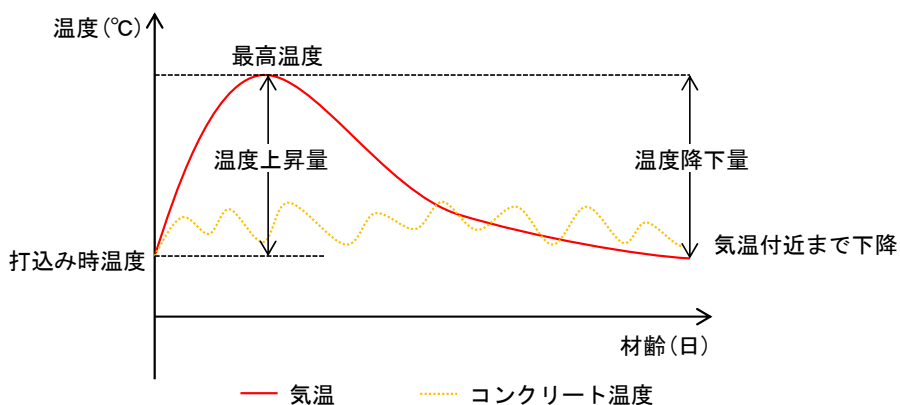


図8-2-2 コンクリート打込み後の温度変化

(1) 内部拘束による温度ひび割れ

水和反応によりコンクリート温度が上昇する際、表面に近い部分は放熱し、中心部の温度上昇量は表面部よりも大きくなる。その結果、中心部と表面部に膨張ひずみ差が生じ、部材断面で拘束し合うことにより中心部では圧縮応力、表面部では引張応力が生じる。この際に、表面部の引張応力がコンクリート部材の引張応力を超えると発生するひび割れを「内部拘束による温度ひび割れ」という。内部拘束による温度ひび割れは、温度上昇時に発生し、表面部にのみ発生する場合が多い。

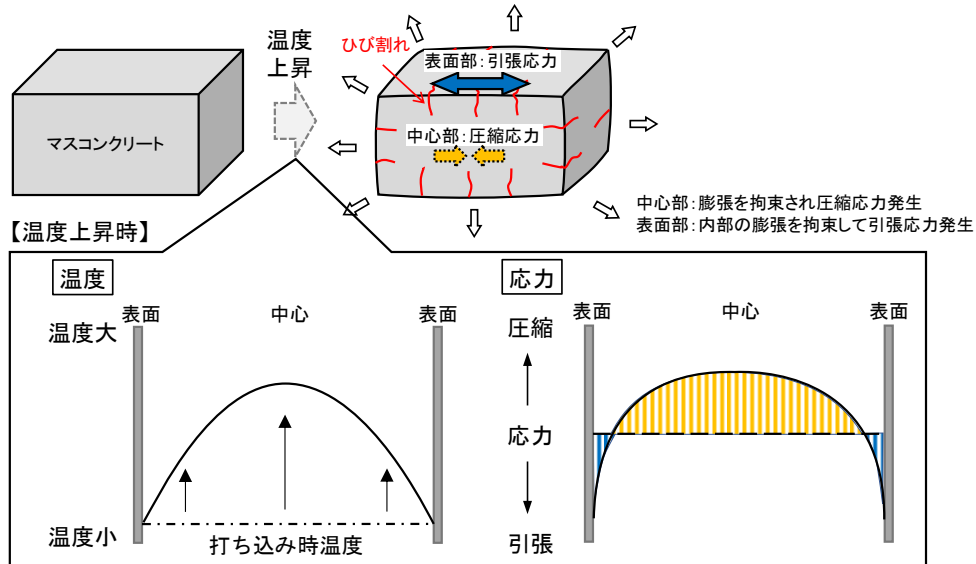


図 8-2-3 内部拘束による温度ひび割れ

(2) 外部拘束による温度ひび割れ

水和熱により上昇したコンクリート温度は、徐々に放熱しながら低下する。温度低下時には、コンクリートは収縮し、その際の収縮ひずみが岩盤や既設のコンクリート（底版、前のリフト等）に拘束されると、引張応力が生じる。これにより生じるひび割れを「外部拘束による温度ひび割れ」という。外部拘束による温度ひび割れは、部材を貫通する場合が多く、構造物の耐久性や水密性の低下の原因となる。そのため、特に外部拘束による温度ひび割れを防止・低減することが重要である。

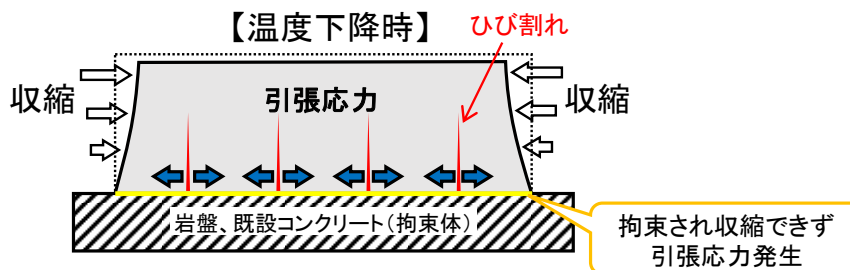


図 8-2-4 外部拘束による温度ひび割れ

8-2-2 温度ひび割れの制御対策

制御対策には、コンクリートの体積変化を低減する方法、外部拘束度を低減する方法、温度ひび割れ幅を制御する方法がある。コンクリートに有害なひび割れが発生しないように適切に検討、実施する必要がある。一般的な温度ひび割れ制御対策を以下に示す。

ただし、対策の選定にあたっては、本手引き（案）を参考とするとともに、国土交通省制定「土木工事共通仕様書」、中国地方整備局制定「土木工事共通仕様書」/「土木工事設計マニュアル」に準拠し検討することが望ましい。

表 8-2-1 温度ひび割れ制御対策一覧

制御メカニズム	基本対策	具体例	内容	
体積変化を制御する方法	温度上昇を制御する方法	水和発熱の小さいセメントの使用	<ul style="list-style-type: none"> ポルトランドセメントの場合は、普通 (N)、中庸熱 (M)、低熱 (L) の順に温度上昇および温度上昇速度が小さい。 フライアッシュセメント B 種は普通 (N) に比べて温度上昇および温度上昇速度が小さい。 	
		混和材料の使用	化学混和剤の使用	<ul style="list-style-type: none"> 高性能 AE 減水剤、AE 減水剤により単位水量を低減させる。 流動化剤の使用により単位水量を増加させることなく、流動性を向上させる。
			混和材の使用	<ul style="list-style-type: none"> フライアッシュの混合により水和発熱及びその速度を低減させる。
		単位セメント量の低減	<ul style="list-style-type: none"> スランブを小さくする。 ・粗骨材の最大寸法を大きくする。 細骨材率を調整する。 ・適切な配合強度を設定する。 強度管理材齢を長期にする。 ・適切な水セメント比を設定する。 適切な水セメント比を設定する。 ・適切な単位水量を設定する。 	
		材料温度の低減 (練上り温度の低減)	施工上の工夫	<ul style="list-style-type: none"> 骨材のストックヤードにおける直射日光からの防護、練混ぜ水に低温の水（地下水等）を使用等の方法を実施する。
			ブレーキリング	<ul style="list-style-type: none"> 練混ぜ水及び骨材を液体窒素、フレーク状の水、冷水等で冷却する。
		コンクリートの打込み時刻、時期	打込み時刻の検討	<ul style="list-style-type: none"> 外気温の低い夜間や早朝にコンクリートの製造や打込みを実施する。
			打込み時期を留意	<ul style="list-style-type: none"> 夏期は冬期の施工に比べ、温度ひび割れ指数が低下することを留意する。
		打込み方法の検討	リフト、ブロック割を検討	<ul style="list-style-type: none"> 施工面（計画した製造、運搬および打込み工法）、温度ひび割れ発生の可能性を考慮し、コンクリートを 1 回に打込むリフト・ブロックの大きさを検討する。
			打継ぎ時期を検討	<ul style="list-style-type: none"> 施工面（計画した製造、運搬および打込み工法）、温度ひび割れ発生の可能性を考慮し、新しいコンクリートを打ち継ぐ時期を検討する。
		養生方法の選定	保温養生	<ul style="list-style-type: none"> 保温養生により構造物断面内の温度差を低減、また温度降下速度を低減させる。（内部拘束による温度ひび割れの制御） 温度上昇時（外部拘束が卓越する場合）には保温養生は実施しない。
			ポストクーリング	<ul style="list-style-type: none"> 打込まれたコンクリートの温度上昇を抑えるためのパイプクーリング、エアークーリングなどを実施する。
		収縮ひずみを低減する方法	熱膨張係数の小さい材料（骨材）の使用	<ul style="list-style-type: none"> 熱膨張係数の小さい骨材の使用により引張応力を低減させる。
			収縮ひずみを低減する混和材料（膨張材）の使用	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートに生じる収縮ひずみをコンクリート膨張によって低減する。
外部拘束度を低減する方法	誘発目地の設置	<ul style="list-style-type: none"> あらかじめ断面の一部を欠損させてその部分にひび割れを誘発させることにより、拘束を受ける部材の長さを短くし、目地間の拘束度を低減させることによりひび割れの発生を制御する。 		
温度ひび割れ幅を制御する方法	補強鉄筋の配置	<ul style="list-style-type: none"> 温度応力を低減する適切な方法を採用した上で、適切な量の鉄筋を適切な位置に配置する。 		

8-2-2-1 コンクリートの体積変化を制御する方法

体積変化を制御する方法としては、「温度上昇を制御する方法」と「収縮ひずみを低減する方法」がある。

8-2-2-1-1 温度上昇を制御する方法

温度上昇を制御する方法は、温度応力を制御する最も直接的な方法である。具体的な制御方法は以下が挙げられる。

- (1) 水和発熱の小さいセメントの使用
- (2) 混和材料の使用
- (3) 単位セメント量の低減
- (4) 材料温度の低減
- (5) コンクリートの打込み時刻・時期の検討
- (6) 打込み方法の検討
- (7) 養生の工夫

(1) 水和発熱の小さいセメントの使用

セメントは、構造物の種類、現地環境、施工条件などを考慮し、できるだけ温度上昇が小さいものを適切に選定する。マスコンクリートに一般に用いられるものは、普通ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメントおよび混合セメントB種（高炉セメントB種を除く）である。

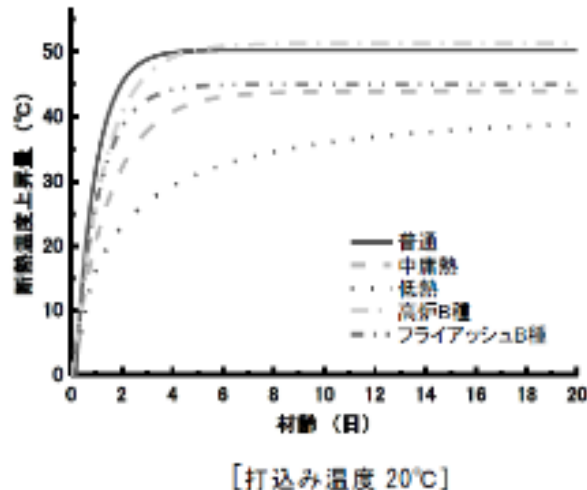


図8-2-5 各種セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇曲線

(2) 混和材料の使用

(a) 混和剤

混和剤を用いる場合は、コンクリートの所要の品質を確保し、かつ単位水量を減少させて単位セメント量を少なくできるもの、またはセメントの水和発熱速度の制御に有効なものを選定する。化学混和剤のうち、高性能 AE 減水剤と AE 減水剤の使用は単位水量を減少させることができ、流動化剤の使用は単位水量を増加させることなく、流動性を向上させることができる。

(b) 混和材

混和材を用いる場合には、コンクリートの所要の品質を確保し、かつ単位セメント量を少なく（セメント置換（内割））できるもの、または温度応力によるひび割れ発生の制御に有効なものを選定する。

フライアッシュは、水和発熱およびその速度の低減に有効であり、一般に、フライアッシュをセメントと置き換えて使用する場合には、終局断熱温度上昇量に与える影響は、置き換え量 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 当りで終局断熱温度上昇量が約 0.5°C 低減する。

ただし、フライアッシュについては、品質のばらつきや流通性、生コンプラントにおいて別途サイロの準備が必要である等の課題があるため留意が必要である。

(3) 単位セメント量の低減

単位セメント量は、コンクリートの温度上昇に最も大きな影響を与える。そのため、コンクリートが所要の品質を確保できる範囲内で、できるだけ少なくなるように定める。単位セメント量を少なくする具体的な方法として以下があげられる。

- ① スランプを小さくする
- ② 粗骨材の最大寸法を大きくする
- ③ 細骨材率を適切に定める
- ④ 強度管理材齢を長期にする
- ⑤ 適切な配合強度を設定する
- ⑥ 適切な水セメント比を設定する
- ⑦ 適切な単位水量を設定する

(4) 材料温度の低減

コンクリートの練上り温度は、コンクリートの強度発現に悪影響を及ぼさない範囲で、できるかぎり低く設定することが重要である。

(a) 施工上の工夫

- ① 骨材のストックヤードにおいて、直射日光から防護する
- ② 粗骨材に散水する
- ③ 練混ぜ水にできるかぎり低温の地下水を用いる

(b) プレクーリング

- ① 人工的に製造した冷水を用いる
- ② 練混ぜ水の一部にフレーク状の氷を用いる
- ③ 冷風を用いる
- ④ 液体窒素を用いる

一般的に、コンクリートの温度を 1°C 変化させるのに必要な各材料の温度変化量は、おおよそセメント $\pm 8^{\circ}\text{C}$ 、骨材 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、練混ぜ水 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ である。

(5) コンクリートの打込み時刻・時期の検討

コンクリートの打込み温度は、最高温度、温度降下量に強く影響を及ぼす。その結果、温度ひび割れ発生の有無、温度ひび割れの幅などに影響を与えることになる。最高温度や温度降下量を抑える方法としては、(4)に示した練上り温度を低くすることと、コンクリートの打込みを外気温の低い時刻・時期に行うことが有効である。打込み時刻は、夜間または早朝等に設定し、施工時期は、冬期に設定することが望ましい。ただし、冬期の打設は昼夜の気温差等により温度ひび割れが生じやすい条件となる可能性があるため、事前に検討する必要がある。

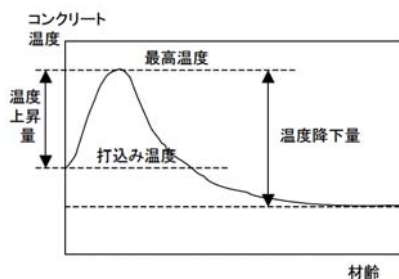


図8-2-6 マスコンクリートの温度変化

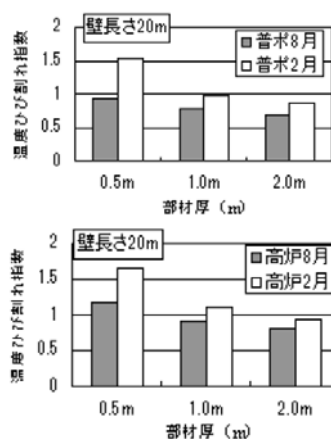


図8-2-7 施工時期による最高温度への影響

(6) 打込み方法の検討

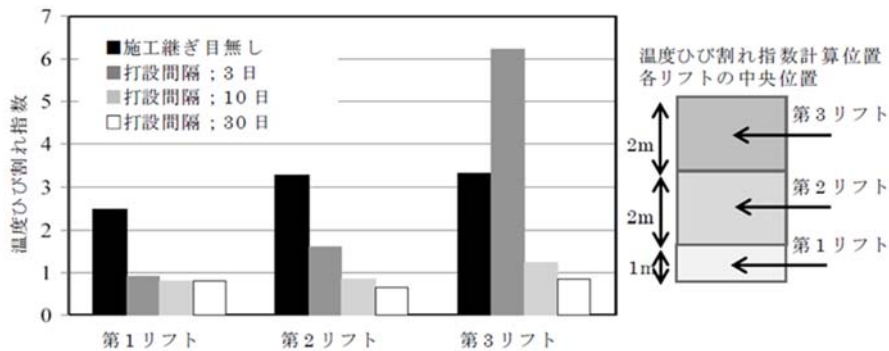
コンクリートを1回に打ち込む「リフト、ブロックの大きさ」、および「コンクリートの打継ぎ時期」は、施工面（計画した製造、運搬および打込み方法）から検討するほか、温度ひび割れ発生の可能性などについても考慮して定める。

(a) リフト、ブロック割（L/Hを小さくする）

壁状構造物の場合、1回の打込み高さHが小さいと、打込み長さ（目地を設置する場合には目地間隔）LとそのHとの比L/Hが大きくなり、拘束度が大きくなって温度ひび割れ（目地部のひび割れも含む）が生じやすくなる。打込み高さHを大きくし、L/Hを小さくした場合は、コンクリートの打込み時に型枠に作用する側圧が大きくなることや、コンクリートの締固めが不足することに留意する必要がある。また、スラブ状構造物の場合に、1回の打込み高さを高くする場合は、内部拘束による温度ひび割れが発生しやすくなるため、養生の工夫を行い、ひび割れの発生に留意する必要がある。

(b) 打ち継ぎ時期を検討

打ち継ぎ間隔が長くなると、新しく打ち込まれたコンクリートは、既に打ち込まれたコンクリートにより外部拘束を受け、温度ひび割れが発生しやすくなる。複数のリフト、ブロックに分けて打ち込む場合であっても、打継ぎ間隔が短く、既に打ち込んだブロックのヤング係数が十分発現していない時期に次のブロックの打込みを行うことにより、外部拘束を低減し、温度ひび割れ発生を制御することができる。



5m厚さのコンクリートブロックを1層打設、3層打設でそれぞれの層の打設間隔を3日、10日、30日とした場合の計算結果

※ひび割れ指数：コンクリートに生じる引張方向の温度応力に対するコンクリートの割裂引張強度の比（小さいほどひび割れが発生しやすい）

図8-2-8 温度ひび割れ指数に及ぼす打継ぎ間隔の影響

(7) 養生の工夫

内部拘束による温度ひび割れはコンクリートの中心部と表面部の温度差により生じる。養生によりコンクリート内の温度差の低減や、表面部の温度降下速度の低減等を行うことが有効であり、具体的な方法として、以下があげられる。

(a) 保温養生（保温効果を有する材料でコンクリート表面を覆う方法）

内部拘束による温度ひび割れを制御するのに効果があるが、外部拘束が卓越する場合、温度上昇時に保温養生を行うと断面内の最高温度が高くなり、温度ひび割れが生じやすくなる。そのため、保温養生は最高温度到達後に行うことが重要である。最高温度到達後に保温養生を行い、温度降下速度を緩やかにすると、外気温と平衡に達するまでの時間が長くなり、それに伴うクリープによる応力緩和の進行と引張強度の発現により、温度ひび割れ制御効果が大きくなる。

(b) パイプクーリング、エアークーリングなどのポストクーリング

コンクリート打込み後に、あらかじめ配置したパイプや鋼管の中に水、あるいは空気を通し、温度上昇時のコンクリートを冷却する方法である。

ポストクーリングは、外部拘束および内部拘束が卓越する構造物のいずれにも有効であるが、コンクリート温度が上昇している時期に適用することが重要であり、逆に最高温度に到達した後もクーリングを続けると、温度降下が促進されるために逆効果となる。

8-2-2-1-2 収縮ひずみを低減する方法

収縮ひずみを低減する具体的な方法は以下が挙げられる。

- (1) 熱膨張係数の小さい材料（主に骨材）の使用
- (2) 収縮ひずみを低減する混和材料（膨張材）の使用

(1) 熱膨張係数の小さい材料（主に骨材）の使用

温度ひび割れを誘発する引張応力は、コンクリートの硬化が進んだ温度降下時の体積変化に依存して発生する。この体積変化は、熱膨張係数と温度変化量の積で表されるので、石灰石（石灰岩）のような熱膨張係数の小さい骨材を使うと引張応力の低減に有利となる。

(2) 収縮ひずみを低減する混和材料（膨張材）の使用

膨張材は、コンクリートに生じる収縮ひずみをコンクリートの膨張によって低減するため、温度応力によるひび割れの制御に有効である。

一般コンクリート構造物用に使用される膨張材とは別に、一般用に比較して少し遅れて膨張するマスコンクリート用の膨張材もある。

8-2-2-2 外部拘束度を低減する方法

誘発目地の設置を検討する。

コンクリート構造物に要求される性能が満足される範囲で、発生する温度応力ができる限り小さくなるように、誘発目地の間隔、位置、種類、構造等を設定する。

温度応力を低減するためには、外部拘束度を小さくすることが有効である。外部拘束度は、被拘束体と拘束体とのヤング係数比(E_c/ER)などのほかに、打込み長さ（目地を設置する場合には目地間隔） L と高さ H との比 L/H に依存する。つまり、外部拘束度は、 L/H によって大きく変化し、打込み高さが一定の場合、長さを小さくするほど拘束が緩和される。誘発目地は、あらかじめ断面の一部を欠損させてその部分にひび割れを誘発させることにより、拘束を受ける部材の長さを短くし、目地間の拘束度を低減することができる。

誘発目地の配置は、外部拘束が卓越する場合に有効であり、2017年制定コンクリート標準示方書【設計編】では、断面欠損率は50%以上、設置間隔はコンクリート部材の高さの1~2倍が目安とされている。設置間隔の詳細については、実績による照査（ボックスカルバートの場合）や温度応力解析により検討し、決定することが望ましい。その他、誘発目地の実際の適用方法については、8-4に記載した。

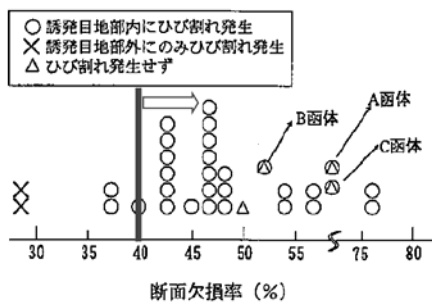


図8-2-9 断面欠損率と温度ひび割れ
の関係

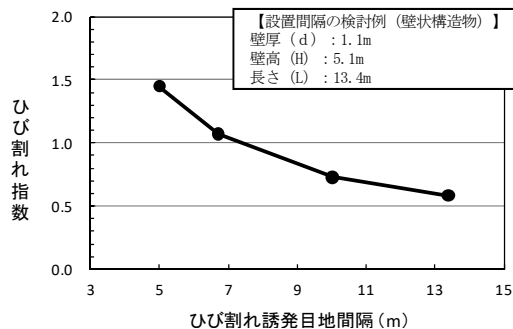


図8-2-10 誘発目地間隔とひび割れ指数の例

8-2-2-3 温度ひび割れ幅を制御する方法

温度ひび割れ幅を制御する具体的な方法は以下が挙げられる。

- (1) 前述した温度応力を低減する適切な方法の実施
- (2) 補強鉄筋の配置

温度ひび割れの幅は温度降下量と線形の関係にあり、温度上昇を制御すればひび割れ幅が小さくなる。また、既往の施工実績（山口 DB）から分析すると、鉄筋比が少ない場合に有害なひび割れが発生しているケースが多いことに対し、鉄筋比が一定以上の場合は有害なひび割れが発生していない。これらのことから、温度ひび割れの幅をひび割れ幅の基準値以下とするためには、前述した温度応力を低減する適切な対策を選定して実施した上で、適切な量の鉄筋を適切な位置に配置することが有効である。補強鉄筋の具体的な配置方法については、8-4に記載した。

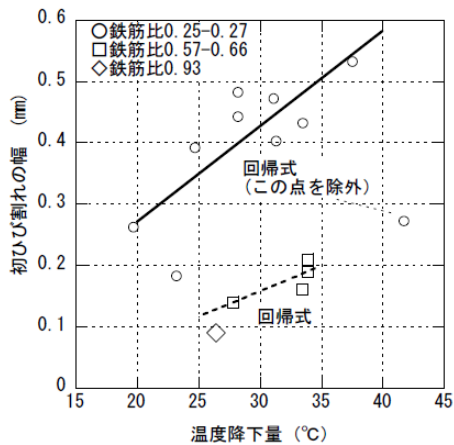


図8-2-11 温度降下量と温度ひび割れの幅の関係

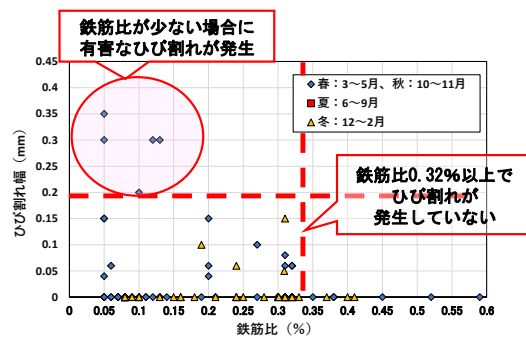


図8-2-12 鉄筋比と温度ひび割れ幅の関係

8-3 設計の発注段階

8-3-1 設計発注段階の発注者の役割

設計の発注者は、本手引き（案）の内容を理解した上で、温度ひび割れ制御対策の必要性を確認し、設計業務を発注する。

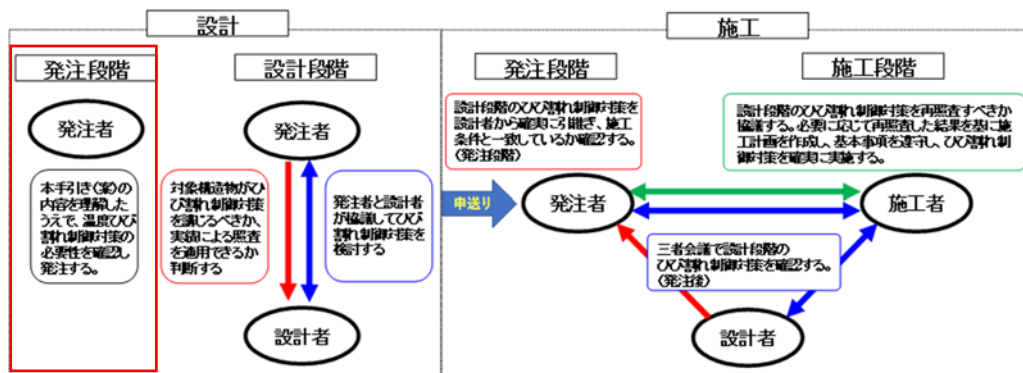


図 8-3-1 各段階の概要および担当者の役割（設計の発注段階）

温度ひび割れを含む中国地整におけるひび割れは、設計・施工に起因するものが多い。設計段階においても、温度ひび割れ対策の必要性を検討し、対策を検討することが重要である。そのために、設計の発注者は、本手引き（案）の内容を理解した上で、8-1-2に示す適用範囲に照らして、温度ひび割れ制御対策の必要性を確認し、設計業務発注時に、特記仕様書等により設計者に本手引き（案）を活用して設計を行うよう示す。

8-3-2 設計の発注段階の検討事項

8-3-2-1 手引き（案）活用の要否確認

設計の発注者は本手引き（案）活用の要否を確認する。

8-1-2に示す適用範囲に照らして、温度ひび割れ制御対策の必要性を確認する。

8-3-2-2 発注仕様の検討

温度ひび割れの懸念がある場合は、本手引き（案）を活用し設計を行うよう特記仕様書に示す。

温度ひび割れの懸念がある場合は、本手引き（案）を活用し設計を行うよう特記仕様書に示す。

8-4 設計段階

8-4-1 設計の発注者および設計者の役割

- (1) 設計の発注者と設計者は、本手引き（案）に基づいて協議・検討を行い、適切な温度ひび割れ制御対策を設計成果に示す。
- (2) 設計の発注者は、設計者がとりまとめた温度ひび割れ制御対策の検討結果（設計成果）を、確実に施工段階に引き継ぐ。

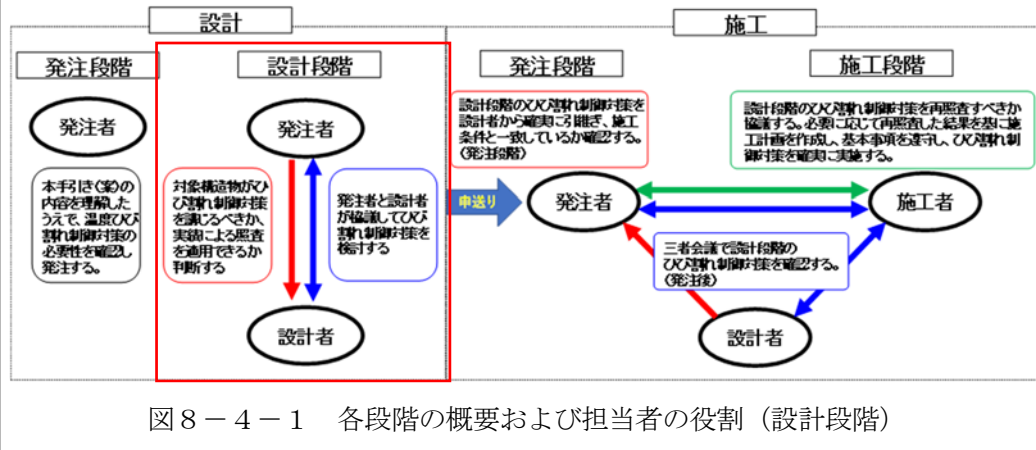


図8-4-1 各段階の概要および担当者の役割（設計段階）

(1) について

設計の発注者と設計者は、設計段階において温度ひび割れを制御する必要がある構造物に対し、本手引き（案）に基づき、温度ひび割れ制御対策について以下の事項を協議・検討する。

- ① 温度ひび割れの照査（8-4-2-1 温度ひび割れの照査）
- ② 温度ひび割れ制御対策の検討（8-4-2-2 温度ひび割れ制御対策の検討）

設計者は、設計段階で温度ひび割れ制御に関する検討を行うことで施工段階におけるコンクリート構造物の温度ひび割れを制御し、コンクリート構造物の品質確保を図る。

(2) について

設計者がとりまとめた成果は、施工の発注段階や施工段階において施工方法や環境条件が変更になった場合に、温度ひび割れ制御対策の再検討が必要かどうか判断するための基礎資料となるものである。施工段階で適切な温度ひび割れ制御対策を実施し、コンクリート構造物の品質確保を図るために、設計の発注者は、設計成果の内容を確認し、確実に次の段階に引き継ぐことが求められる。

コンクリート標準示方書【基本原則編】2章 2.2節(2)に「設計、施工、維持管理の各段階においては、構造計画を遵守して作業を実施するとともに、各段階において決定した事項は、次の段階に確実に伝達しなければならない」と記述されており、各段階での決定事項を次の段階に確実に引き継ぐことの重要性が示されている。

8-4-2 設計段階の検討事項

8-4-2-1 温度ひび割れの照査

- (1) 設計段階の温度ひび割れの照査は、以下の手順で実施する。
 - ① 山口 DB を活用した実績による照査を実施
 - ② ①が適用できない場合は、九州地整の簡易推定資料による照査を実施
 - ③ ①、②が適用できない場合は、温度応力解析を実施
- (2) 温度ひび割れ制御時には、ひび割れの対策レベル（制御すべき最大ひび割れ幅またはひび割れ指数）について、あらかじめ検討する必要がある。
- (3) 温度ひび割れ幅の限界値はかぶり厚を考慮して $0.005c$ (c はかぶり厚) とする。ただし、 0.5mm を上限とする。

(1) について

設計段階の温度ひび割れの照査は、図8-4-3のフローにより実施する。各照査の具体的な方法については、巻末資料に示す。

温度ひび割れ制御対策の検討にあたっては、経済性の観点から、既往の実績による照査を基本とする。なお、温度応力解析を実施可能な場合は、設計の発注者と設計者が協議し、温度応力解析の適用を検討する。また、特殊な形状の構造物や特に規模の大きな構造物で既往事例の範囲から大きく外れるような場合についても、設計の発注者と設計者が協議し、温度応力解析等の適用を検討する。なお、図8-4-3のフローにおいて、温度応力解析が適用できない場合は、設計の発注者と設計者が照査と対策の内容について協議すること。

<山口 DB を活用した実績による照査を実施する場合の留意事項>

山口 DB を活用した実績による照査を実施する場合は、下記に留意して参照することが望ましい。

- ・山口 DB は、あくまで山口県の施工記録データであること（地域性、材料、設計思想など）※
- ※山口県と中国地方の構造物規模や地域性（外気温）について比較を行い、中国地方における山口 DB 適用の可能性は確認済み
- ・山口県では、各検討時点での最新のデータベースを用いる運用としていること

(2) について

温度ひび割れ制御時には、ひび割れの対策レベルについて、あらかじめ検討する必要がある。山口 DB を活用する場合は、制御すべき最大ひび割れ幅を対策レベルとして設定する。九州地整の簡易推定資料による照査や、温度応力解析による照査を実施する場合には、ひび割れ発生確率の限界値から定められる安全係数（ひび割れ指数）によって、対策レベルを設定する（図8-4-2、表8-4-1）。

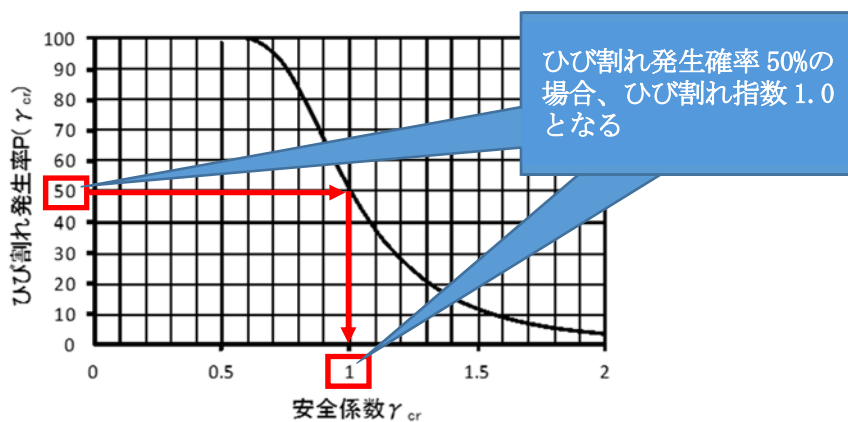


図8-4-2 安全係数 γ_{cr} （ひび割れ指数 $I_{cr}(t)$ ）とひび割れ発生確率（3次元解析の場合）

表 8-4-1 標準的なひび割れ発生確率と安全係数 (3次元解析の場合)

対策レベル	ひび割れ発生確率	安全係数 γ_{cr}
ひび割れを防止したい場合	5%	1.85以上
ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	15%	1.40以上
ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合※	50%	1.0以上

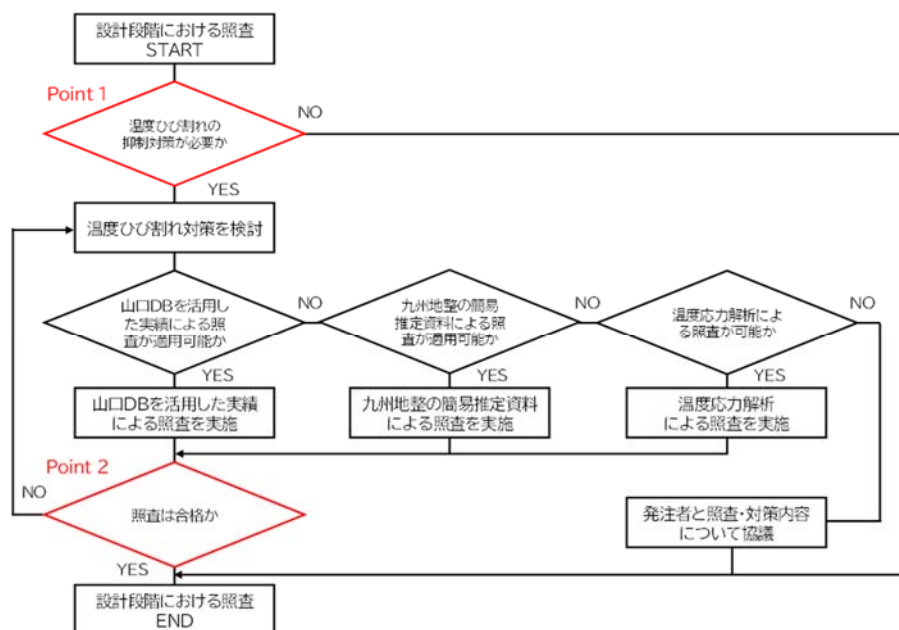
※ひび割れ指数 1.0 以上の対策レベルであっても、許容ひび割れ幅を超えても良いわけではない。また、鉄筋比が 0.25%以上であること。なお、ひび割れ指数は対象とする構造物の状況に応じて適切に設定する必要がある。

(3) について

橋梁下部工のようなかぶりが厚い構造物において、性能規定の観点から 2017 年制定コンクリート標準示方書[設計編]を参考として、以下の式により、温度ひび割れ幅の限界値を設定する。なお、山口 DB は、0.2mm 以上のひび割れが発生しないように (0.15mm 以上を補修基準)、温度ひび割れの照査とその対策を検討し、施工した結果を蓄積している。温度ひび割れ幅の限界値が 0.2mm を大きく超える場合、山口 DB を活用した実績による照査において「対策不要」と判断するケースが増える可能性がある。そのため、温度ひび割れ幅の限界値の設定および照査方法は適切に協議して決定する必要がある。また、構造物の完成検査時においても性能規定による温度ひび割れ幅の限界値を適用し、齟齬がないよう留意すること。

鉄筋コンクリートの場合の温度ひび割れ幅の限界値^{注)} : $0.005c$ (c はかぶり厚) ただし、0.5mm を上限とする。

注) 温度ひび割れ幅の限界値が 0.2mm を大きく超える場合は、照査方法を別途協議すること。



《判定基準》

Point 1
下記条件に該当する場合は、対策が必要
 ① 広がりのあるスラブ状の部材で、厚さが80cm以上のもの
 ② 下端が拘束された壁状の部材で、厚さが50cm以上のもの
 ③ 比較的断面が大きく柱状で、短辺が80cm以上の部材で、施工上水平打継目が設けられる構造物

Point 2
下記条件に該当する場合は、照査合格
 山口DBの実績による照査: 設定した温度ひび割れ幅の限界値未滿
 九州地盤の簡易推定資料、温度応力解析: ひび割れ発生確率の限界値から設定したひび割れ指数以上

一部参考: 群馬県、2021年 コンクリートガイドライン

図 8-4-3 設計段階における温度ひび割れの照査フロー

- (1) 山口 DB、九州簡易推定資料による照査により、対策を検討する場合は、各照査により選定される温度ひび割れ制御対策内容が限定されることに留意する。
- (2) 設計段階で想定する施工条件は、発注者と協議し決定する。
- (3) その他の対策としては、8-2-2を参考とする。

(1) について

山口 DB を活用した実績による照査を実施する場合や九州地整の簡易推定資料による照査を実施する場合は、それらの照査により決定される温度ひび割れ制御対策が表 8-4-2 に示す対策に限定されることに留意する。

表 8-4-2 各照査により決定される温度ひび割れ制御対策

照査方法	制御対策
山口 DB を活用した実績による照査	橋台・壁式橋脚：補強鉄筋 ボックスカルバート：誘発目地
九州地整の簡易推定資料による照査	誘発目地

【補強鉄筋】

補強鉄筋は追加することにより、ひび割れの発生を防ぐものではなく、ひび割れを分散して発生させたり、ひび割れ幅を小さく抑えたりすることで、発生するひび割れが構造物にとって有害なひび割れにならないように制御する対策である。

追加する補強鉄筋は、想定されるひび割れ面に鉛直に配置し、山口 DB (実績による照査) により追加量を決定するか、もしくは表 8-4-3 に示す鉄筋比を目安とする。また、補強鉄筋を追加することにより、コンクリートの充填性に影響がある場合があるため、補強鉄筋の配置については、施工性も考慮する。なお、部材厚さが薄いなど、鉄筋量を増やすことが合理的でない場合には、ガラス繊維や水和熱抑制型の膨張材の使用も抑制対策として考えられる。

補強鉄筋の配置は、部材中央に配置するタイプ A と表面付近に配置するタイプ B の区分がある。

表 8-4-3 補強鉄筋追加後の鉄筋比目安

部材	鉄筋比
橋台たて壁 およびその類似構造物	0.3%
橋台胸壁 およびその類似構造物	0.5%

①補強鉄筋タイプA

補強鉄筋をリフト内部に配置する方法である。外部拘束応力に抵抗するため、拘束体にやや近い、中間帯鉄筋の位置に配置する。配置間隔については、施工性を考慮し、協議検討する必要がある。(山口ガイド：標準 150 mmで、施工できるのであれば 125 mm)。

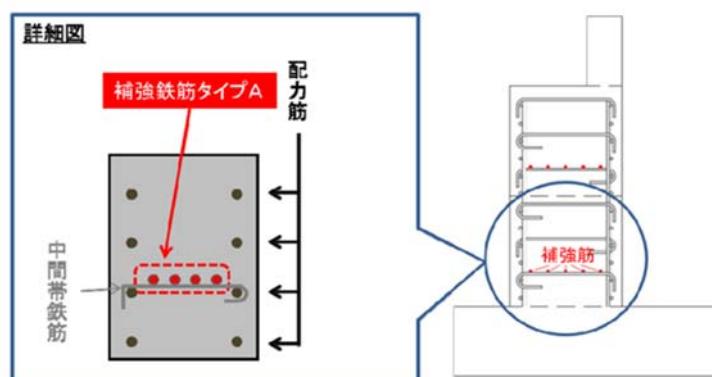
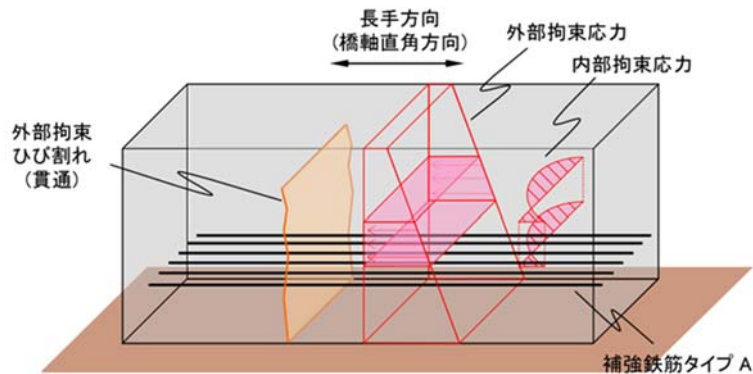


図8-4-4 ひび割れ発生方向と抵抗鉄筋概要図(補強鉄筋タイプA)

②補強鉄筋タイプB

補強鉄筋をコンクリート表面付近に配置する方法である。僅かながら内部拘束による影響もあるとすれば、実応力は外部拘束応力、内部拘束応力の足し合わせになるため、部材中心部に比べ表面付近の応力が大きくなる。また、実構造物においてひび割れの影響で懸念される主なものは耐久性であり、コンクリート表面付近のひび割れを抑制することは重要である。

これらの点から、図8-4-5に示すように配力筋量を増やすことで(配力筋の中間に補強筋を配置等)、表面に発生するひび割れを抑制することが期待される。なお、外側からの配筋となるため施工性は良く、また、橋座面の箱抜き部に対する補強効果も高い。

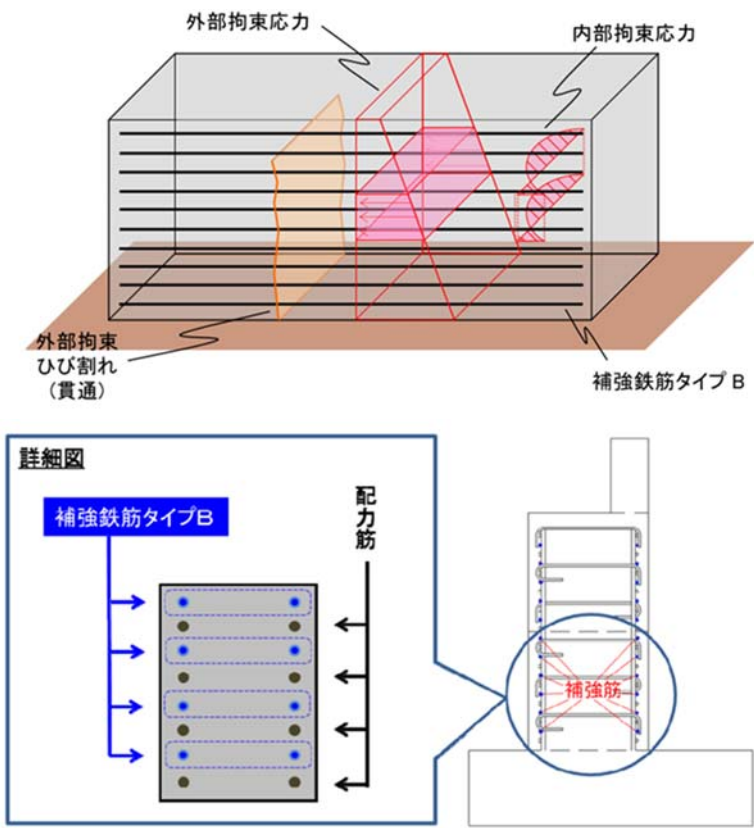


図8-4-5 ひび割れ発生方向と抵抗鉄筋概要図(補強鉄筋タイプB)

③補強鉄筋タイプA+B

「補強鉄筋タイプA」と「補強鉄筋タイプB」を併用する方法である。橋台たて壁などに補強鉄筋を追加する際、「補強鉄筋タイプA」だけでは鉄筋比が小さく、有害なひび割れの抑制が困難と判断される場合はタイプAを複数段配置するか、タイプAとタイプBを併用した「補強鉄筋タイプA+B」を使用するとよい。

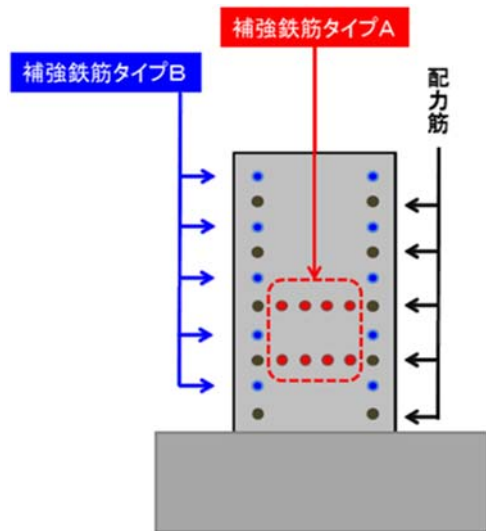


図8-4-6 補強鉄筋タイプA+B

(i) 鉄筋比算出方法

図8-4-7に鉄筋比算出方法を、図8-4-8に鉄筋比算出例を示す。

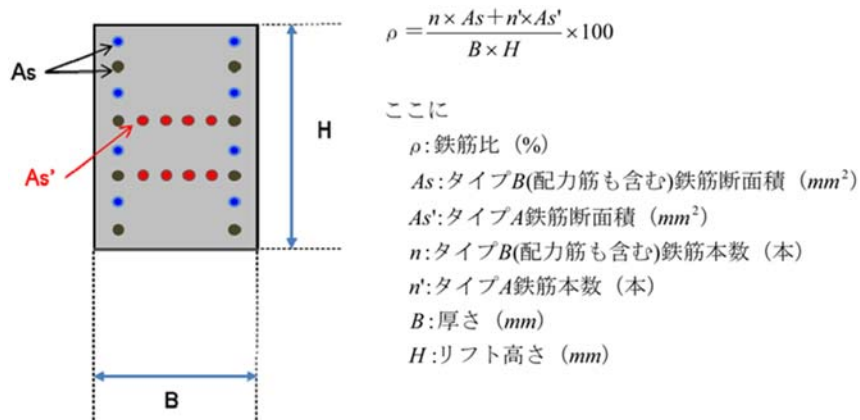


図8-4-7 補強鉄筋タイプA+B

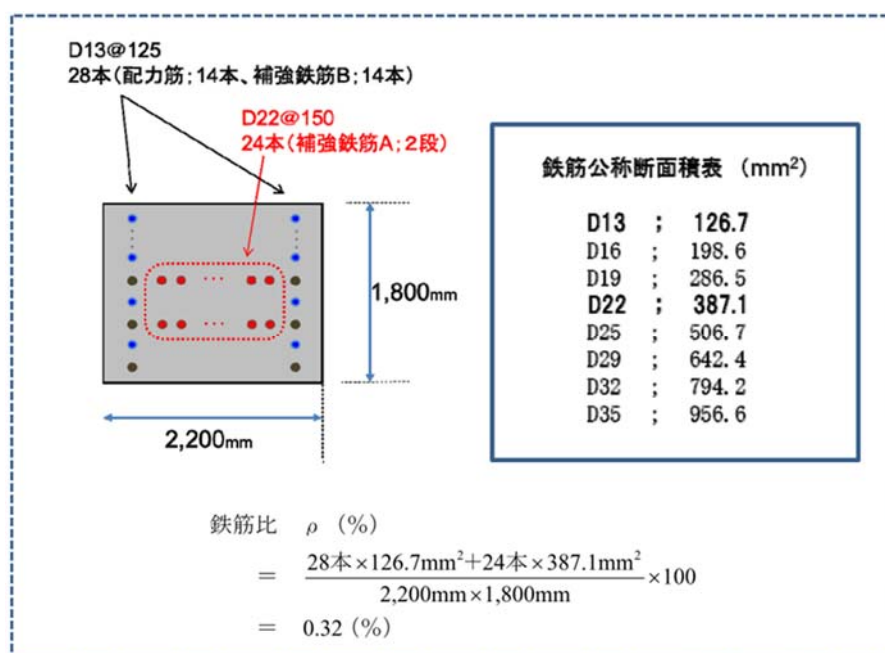


図8-4-8 鉄筋比の算出例

【ひび割れ誘発目地】

ひび割れ誘発目地は、所定の間隔で断面欠損部を設けることで、温度ひび割れの発生位置を制御する対策である。構造物を分割することが性能の低下につながらないと考えられるボックスカルバート側壁や擁壁類たて壁などに適用する。

なお、橋台および橋脚の基本的な対策は補強鉄筋とするが、補強鉄筋と同等な効果が認められる場合、誘発目地を使用してもよい。

ひび割れ誘発目地を設置する場合には、断面欠損率と設置間隔を適切に設定する。断面欠損率の設定、設置間隔については、以下に示す指針等を参考に設定する。

表 8-4-4 各種指針等における誘発目地の断面欠損率と設置間隔

名称	発行者	発行年	ページ	断面欠損率	設置間隔
土木工事設計マニュアル	中国地整	令和4年	p.3-2-63 p.3-5-151 ~152		橋台:15m未満⇒適宜設置 15≦W<30⇒1ヶ所 30≦W<45⇒2ヶ所 BOX:5~8m間隔
コンクリート標準示方書2017【設計編】	土木学会	平成29年	p.396	50%程度以上	コンクリート部材の高さの1~2倍
マスコンクリートのひび割れ制御指針2016	日本コンクリート工学会	平成28年	p.34~35	40%程度以上	1回の打込み高さの1~2倍程度
九州地区における土木コンクリート構造物設計・施工指針(案)	九州地整	令和元年	p.3-16	50%程度以上	コンクリート部材の高さの1~2倍
コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き(案)【設計編】	中国地整	令和4年	p.11	50%程度以上	
土木工事共通仕様書	中国地整	令和4年	p.1-63	監督職員と協議	監督職員と協議
ひび割れ抑制のための参考資料(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編)	東北地整	令和4年	p.7~8	50%程度以上	①壁厚が500mm以上の場合、コンクリート部材の高さの0.9倍以下 ②壁厚が500mm未満の場合、4~5m
誘発目地によるひび割れ制御対策の手引き(案)	四国地整	平成30年	p.11 p.17	50%程度	・5.5m以下を標準とし、最小でも2.75m確保 ・L/Hが1~2の範囲になるように設定
コンクリート構造物品質確保ガイド2021	山口県	令和3年	p.62	50%程度以上	【BOX】 打込み時のコンクリート温度が低い時期:5.0m その他の時期:3.5m
コンクリート構造物ひび割れ抑制対策マニュアル(案)	鳥取県	令和4年	p.38	50%程度以上	5m程度以内

(2) について

設計段階での温度ひび割れ対策検討における施工条件の設定は、発注者と協議し決定する。想定される施工条件の例としては、以下があげられる。

【施工条件の設定例】

1) コンクリートの打込み時期

施工時期が明らかな場合には、その時期を照査に用いる。施工時期が明らかではない場合、月別の平均最高温度が 25℃を超えて温度ひび割れ発生の可能性が高まると考えられる 4月～10月をコンクリートの打込み時期として設定する。

なお、河川を跨ぐ橋梁については、原則出水期（6月から10月）の施工は行わないため、出水期以外の打込み時期とする。

2) コンクリートのリフト高さ

部材の高さが 4m を超えて打込みリフトを分割してコンクリートを打ち継ぐ必要がある場合には、2m～3m 程度に等分割した値をコンクリートのリフト高さの標準と設定する。

3) コンクリートの打継ぎ間隔

コンクリートを複数のリフトに分割して打ち継ぐことが想定される場合には、一般的な打継ぎ間隔の中で比較的大きな 30 日を標準とする。

8-4-3 温度ひび割れ制御対策・留意事項の申送り

設計者は、検討した温度ひび割れ対策について、設計成果に取りまとめ、発注者に提出する。

設計者は、以下について設計成果に取りまとめ、対策の留意事項等についても申し送りする。

- ① 想定した施工条件
- ② 照査方法、条件
- ③ 温度ひび割れ制御対策方法
- ④ 対策実施にあたっての留意事項（補強鉄筋配置による施工性への影響等）

8-5 施工の発注段階
 8-5-1 施工の発注者の役割

施工の発注者は、設計段階のひび割れ制御対策を設計者から確実に引継ぎ、施工条件と一致しているか確認した上で工事を発注する。

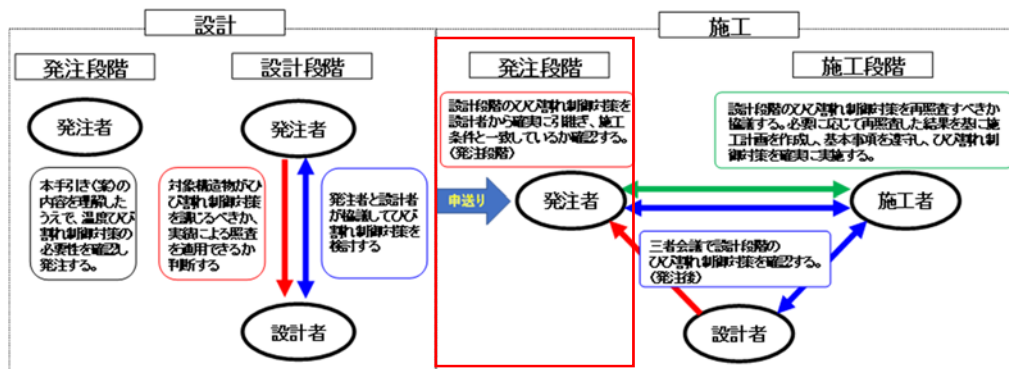


図8-5-1 各段階の概要および担当者の役割（施工の発注段階）

施工の発注者は、設計成果の内容を十分理解し、施工条件と一致しているか確認したうえで、設計図書を作成し、工事を発注する。

施工の発注者は、自らが設計者と施工者をつなぐという意識を持ち、設計成果を十分理解したうえで、設計者の意図を確実に引き継ぐことが重要である。

8-5-2 施工の発注段階の検討事項

8-5-2-1 設計成果の確認

施工の発注者は、設計成果を確認し、内容を十分理解する。

設計成果には、コンクリート構造物の構造形式、寸法、材料といった構造物の仕様だけでなく、設計にあたっての設計者の意図や設計の前提条件が示されている。施工の発注者は温度ひび割れの発生を防ぎ、コンクリート構造物の品質確保を図るために、温度ひび割れ制御対策に関する設計成果を確認し、内容を十分理解したうえで工事を発注する。

8-5-2-2 施工条件の確認

施工の発注者は、設計成果で想定された条件と実際の施工条件を確認する。

施工の発注者は、設計段階で設計者が検討した温度ひび割れ制御対策を設計図書に反映させて工事を発注することになるが、設計段階で検討した条件と異なる条件で工事を発注する場合（コンクリート打込み時期が設計成果から変更となる場合等）は、設計段階で検討した温度ひび割れ制御対策をそのまま設計図書に反映し工事を発注することが不適切となる場合がある。この場合は、施工段階において、発注者・施工者・設計者による三者会議を実施し、施工条件や施工上の留意事項について、検討・協議することが望ましい。したがって、設計成果の条件と施工時の条件を確認する必要がある。

8-6 施工段階

8-6-1 施工の発注者および施工者の役割

- (1) 施工の発注者と施工者は、設計段階の温度ひび割れ照査で想定した条件が実際の施工条件と一致しているか確認する必要がある。具体的には、三者会議を行い、設計思想等の内容を確認し、施工段階で再照査を実施すべきか協議を行い判断する
- (2) 再照査を実施すべきと判断された場合、施工者は、再照査を行い、温度ひび割れ制御対策を見直し、施工計画を作成する。なお、再照査の必要が無い場合は、設計時の温度ひび割れ制御対策を基に施工計画を作成する。
- (3) 施工者は、施工計画に基づき、基本事項を遵守した上で、温度ひび割れ制御対策を確実に実施する。発注者は、温度ひび割れ制御対策の実施状況を確認する。

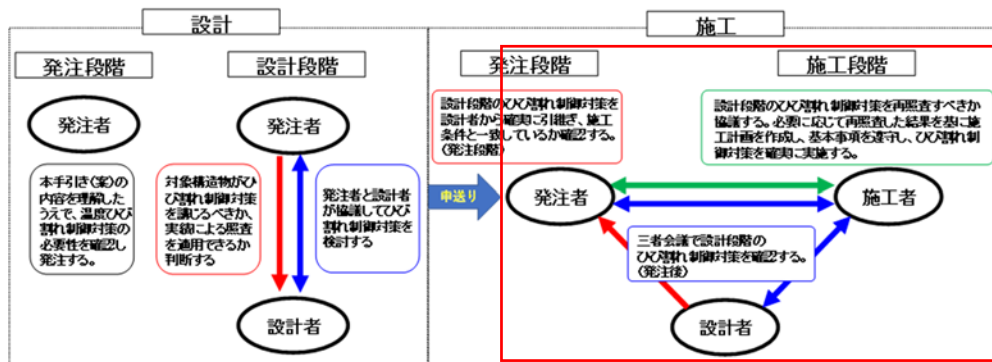


図8-6-1 各段階の概要および担当者の役割 (施工段階)

(1) について

施工の発注者および施工者は、設計段階で温度ひび割れ照査が実施されているか、また、設計で想定した条件と実際の施工の条件が一致しているか、具体的な内容を三者会議で確認し、施工段階で再照査を実施すべきか協議を行い、判断する必要がある。

(2) について

再照査が必要と判断された場合、施工者は再照査を実施し、温度ひび割れ制御対策の検討を改めて行う必要がある。再照査を実施後、対策内容を施工計画へ反映する。

(3) について

施工者は、「2017年制定コンクリート標準示方書【施工編】、土木学会」、「コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き(案)【施工編】、中国技術事務所」等に示された事項を遵守することで、温度ひび割れを含む初期の不具合の排除による品質の向上等が期待できる。一方で、適切なコンクリートの打込み方法を全ての作業員が理解して実践しなければ、品質の高いコンクリート構造物は構築できず、不適切な施工を行えば、品質低下の原因となる可能性がある。したがって、施工者は基本事項を遵守したうえで、適切な温度ひび割れ制御対策を確実に実施することが重要である。

8-6-2 施工段階の検討事項

8-6-2-1 三者会議

工事着手前に、当該工事の発注者、施工者、設計者が集まり、設計思想の確実な伝達、設計図と現場の整合性の確認、施工計画の妥当性について検討・協議する。

三者会議は、設計思想の伝達および情報共有による、工事目的物の品質確保・向上を目的としている。再照査の必要がない場合においても、温度ひび割れ制御対策について、共通認識を得ることが重要であることから、施工者は三者会議を提案することが望ましい。

三者会議では、以下の内容について検討・協議する。

- ・ 設計図と現場の整合性の確認
- ・ 温度ひび割れ制御対策方法
- ・ 施工計画の妥当性

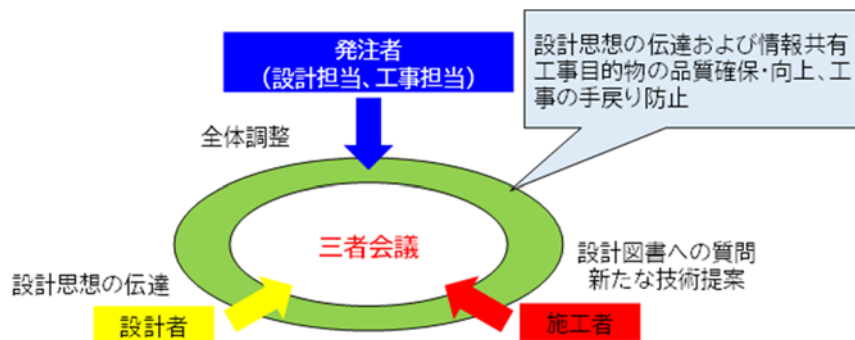


図8-6-2 三者会議のイメージ

8-6-2-2 温度ひび割れの照査

施工段階では以下に該当する場合、温度ひび割れの照査を実施する。

- ① 設計段階で温度ひび割れの照査が実施されていない。
- ② 設計段階で想定された条件と、実際の施工条件が一致していない。

施工者は、温度ひび割れ照査実施の有無と設計時で想定した施工条件を設計成果で確認し、照査が実施されていない場合や、条件が一致していない場合は、実際の施工条件に合わせて温度ひび割れの照査を再度実施する。施工段階における照査フローを図8-6-3に示す。なお、照査の方法は、8-4-2-1を参照すること。

設計段階において、8-4-2-1に示す式により、温度ひび割れ幅の限界値が設定されている場合、構造物の完成検査時においても性能規定による温度ひび割れ幅の限界値を適用し、齟齬がないよう留意すること。

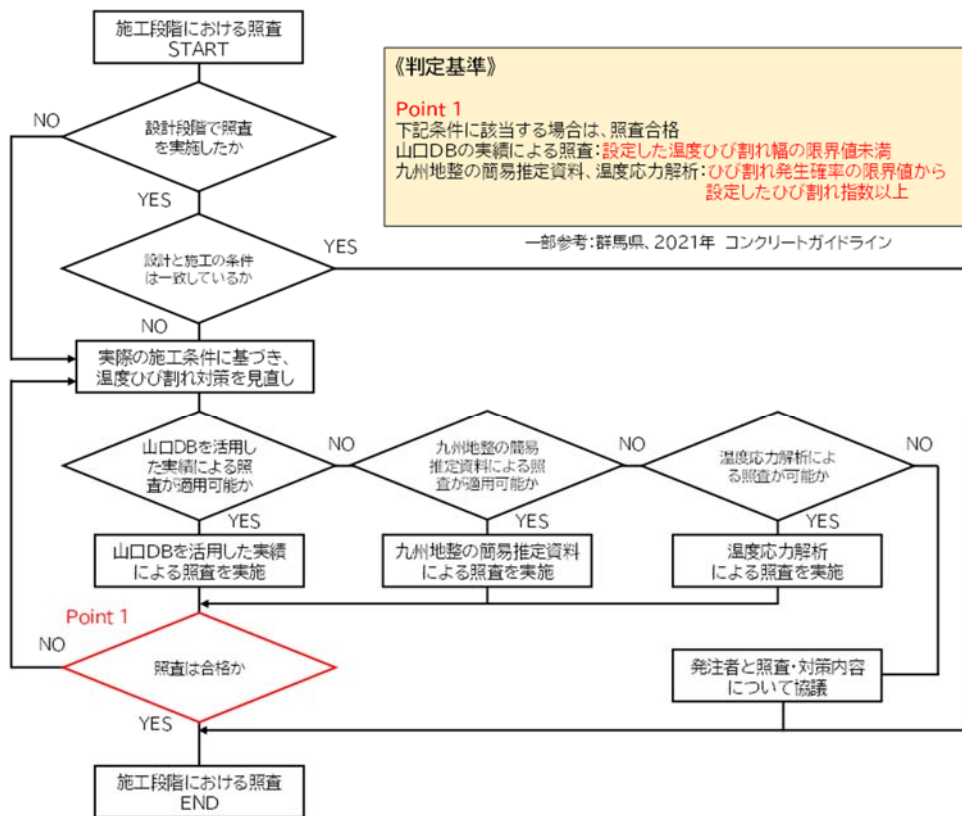


図8-6-3 施工段階における温度ひび割れの照査フロー

8-6-2-3 温度ひび割れ制御対策の検討

- (1) 山口 DB、九州簡易推定資料による照査により、対策を検討する場合は、各照査により選定される温度ひび割れ制御対策内容が限定されることに留意する。
- (2) 施工段階においては、8-2-2を参考とし、温度応力を低減する対策を実施する。

(1) および (2) について

具体的な温度ひび割れ制御対策の内容については、8-4-2-2を参照すること。

8-6-2-4 施工計画への反映

施工者は、三者会議等の協議を踏まえ、検討した対策を施工計画へ確実にさせる。

施工者は、三者会議等による協議を踏まえ、検討した温度ひび割れ制御対策を施工計画へ確実に反映させる。

8-6-2-5 施工の実施

施工者は、施工計画に基づいて、施工を実施する。

施工者は、施工計画に基づいて、施工を実施する。施工の際は、温度ひび割れ制御対策を確実に実施するとともに、「コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き(案)【施工編】、中国技術事務所」を活用することが望ましい。

8-6-2-6 施工の記録

発注、設計、施工に関する情報をリフトごとに記録し、コンクリート施工記録を作成する。コンクリート施工記録の概要を表8-6-1、使用する記録様式を「巻末資料 各種記録様式」に示す。

表8-6-1 コンクリート施工記録の概要

No.	構成	主な記録内容	共通仕様書記載の提出項目
①	基本情報(リフト図)	工事名、工期、施工場所、打込みリフト図、構造、寸法、鉄筋配筋、ひび割れ制御対策、鉄筋比	
②	コンクリート打込み管理表	生コンクリートの材料・配合、品質管理試験結果、運搬・打込み・締固め、養生	△
③		コンクリートの温度計測①	
④		コンクリートの温度計測②	
⑤	施工状況把握チェックシート	施工段階(準備、運搬、打込み、締固め、養生)におけるチェック項目の確認	
⑥	打設・養生方法の記録	ポンプ圧送高さ、圧送距離、ポンプ管径、打設数量、打設気温、養生方法、養生気温等	△
⑦	誘発目地記録	設置理由、解析結果、誘発目地概要(設置箇所、設置間隔、目地材質)	
⑧	環境に関する記録	海岸からの距離、周辺環境、直下周辺環境、気象条件、供給塩化物量	
⑨	表層目視評価	表面の色つや、沈みひび割れ、表面気泡、打重ね線、型枠継目のノロ漏れ、砂すじ	
⑩	表層透気試験	コンクリートの含水率、透気係数、測定深さ等	
⑪	ひび割れ調査票	工事、構造物の基本情報	●
⑫		構造物一般図	●
⑬		ひび割れの概要(ひび割れの有無、本数、総延長、最大ひび割れ幅、発生時期、規則性、形態、方向)	●
⑭		ひび割れの発生状況図	●
⑮		ひび割れ発生箇所の写真	●

※△:一部、「建設材料の品質記録保存業務実施要領(案)」に記載の提出項目と同じ

コンクリート施工記録は発注、設計、施工に関する情報をリフトごとに記録し、保存することで、温度ひび割れの照査や温度ひび割れ制御効果の検証等に役立てるものである。

コンクリート施工記録は15枚の様式があり、中国地整の共通仕様書に記載された提出書類のうち、ひび割れ調査票のみが共通している。このため、その他の記録表は別途作成する必要がある。

8-6-2-7 温度ひび割れの発生状況の記録

コンクリート構造物の品質確保を図るためひび割れ調査を実施し、その内容をリフトごとに記録する。

設計時および施工時に実施した温度ひび割れ制御対策を理解したうえで、リフトごとにひび割れ調査を実施し、ひび割れ状況を確認する。硬化したコンクリートの表面状態を目視で確認し、ひび割れが発生していた場合には、その位置をコンクリート施工記録に記録する。温度ひび割れは、構造物の形状、寸法、拘束条件等により、ひび割れの発生位置や形状（表面ひび割れ、貫通ひび割れ等）が異なることに注意する。

8-6-2-8 温度ひび割れの措置

補修基準以上のひび割れが発生した場合は、ひび割れの発生原因を究明したうえで求められる性能を満足するための措置を行う。

8-4-2-1(3)に示すひび割れ幅の限界値以上のひび割れが発生した場合は、「コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き(案)【維持管理編(巡回・巡視)】、中国技術事務所、5.措置」に準じて、求められる性能を満足するように措置を行う。

【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学会、マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016 (H28. 11)
- 2) 中国技術事務所、コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き(案) [設計編] (R4. 3)
- 3) 土木学会、2017年制定コンクリート標準示方書[設計編] (H30. 3)
- 4) 山口県土木建築部、コンクリート構造物品質確保ガイド【ガイド】 (R3. 10)
- 5) 群馬県、群馬県コンクリート構造物品質確保ガイドライン【本編】 (R3. 3)
- 6) 中国地方整備局、土木工事設計マニュアル (R4. 4)
- 7) 九州地方整備局、九州地区における土木コンクリート構造物設計・施工指針(案) (R1. 9)
- 8) 中国地方整備局、中国地方整備局 土木工事共通仕様書 令和4年度版 (R4)
- 9) 東北地方整備局、ひび割れ抑制のための参考資料(案) (橋脚、橋台、函渠、擁壁編) (H29. 2)
- 10) 四国地方整備局、誘発目地によるひび割れ対策の手引き(案) (H30. 4)
- 11) 鳥取県、コンクリート構造物ひび割れ抑制対策マニュアル (R4. 4)
- 12) 土木学会、2017年制定コンクリート標準示方書[施工編] (H30. 3)

第2章 土 工

目 次

第2章	土 工	.....	1-2-1
第1節	土及び岩の分類	.....	1-2-1
1-1	土の分類	.....	1-2-1
1-2	岩の分類	.....	1-2-2
1-3	土量の変化率	.....	1-2-3
第2節	片切、片盛、切盛境及び腹付盛土	.....	1-2-5
2-1	伐開	.....	1-2-5
2-2	段切	.....	1-2-6
2-3	掘削（切土）部、盛土部接続部のすり付け	.....	1-2-6

第2章 土 工

第1節 土及び岩の分類

1-1 土の分類

表2-1-1 土の分類

名 称			説 明		摘 要
A	B	C			
土	礫質土	礫まじり土	礫の混入があつて掘削時の能率が低下するもの。	礫の多い砂、礫の多い砂質土、礫の多い粘性土	礫(G) 礫質土(GF)
	砂質土及び砂	砂	バケツ等如山盛り形状になりにくいもの。	海岸砂丘の砂 マサ土	砂(S)
		砂質土(普通土)	掘削が容易で、バケツ等如山盛り形状にし易く空げきの少ないもの。	砂質土、マサ土 粒度分布の良い砂 条件の良いローム	砂(S) 砂質土(SF) シルト(M)
	粘性土	粘性土	バケツ等に付着し易く空げきの多い状態になり易いもの、トラフィカビリティが問題となり易いもの。	ローム 粘性土	シルト(M) 粘性土(C)
		高含水比粘性土	バケツなどに付着し易く特にトラフィカビリティが悪いもの	条件の悪いローム 条件の悪い粘性土 火山灰質粘性土	シルト(M) 粘性土(C) 火山灰質粘性土(V) 有機質土(O)

- 注) 1. 土の分類は設計図書又は特記仕様書に明記するものとする。
2. 一般に土砂の名称で表示するが、施工個所の土質が明確な場所は、B又はCの名称を用いるものとする。
3. 分類名に使われているアルファベット記号の意味は次のとおりである。

- G : レキ (Gravel)
- C : 粘度 (Clay)
- W : 粒度良好 (Well graded)
- P : 粒度不良 (Poory graded)
- L : 圧縮性の低い (Low Compressibility)
- H : 圧縮性の高い (High Compressibility)
- M : シルト (Silt, Mo)
- O : 有機質土 (Organic)

国土交通省
土木工事
共通仕様書
2-3-1

表 2-1-2 岩の分類

名 称			説 明	摘 要		
A	B	C				
岩 ま た は 石	岩塊 玉石	岩塊 玉石	岩塊、玉石が混入して掘削しにくく、バケット等に空けきのでき易いもの。 岩塊、玉石は粒径7.5cm以上とし、まるみのあるのを玉石とする。	玉石まじり土、岩塊 破碎された岩、 ごろごろした河床		
	軟 岩	軟 岩	I	第三紀の岩石で固結の程度が弱いもの。 風化がはなはだしくきわめてもろいもの。 指先で離しうる程度のものでき裂の間隔は1～5cmくらいのものおよび第三紀の岩石で固結の程度が良好なもの。 風化が相当進み多少変色を伴い軽い打撃で容易に割れるもの、離れ易いもので、き裂間隔は5～10cm程度のもの。	地山弾性波速度 700～2800m/sec	
			II	凝灰質で堅く固結しているもの。 風化が目によって相当進んでいるもの。 き裂間隔が10～30cm程度で軽い打撃により離しうる程度、異質の硬い互層をなすもので層面を楽に離しうるもの。		
	硬 岩	中 硬 岩		石灰岩、多孔質安山岩のように、特にち密でなくとも相当の固さを有するもの。 風化の程度があまり進んでいないもの。 硬い岩石で間隔30～50cm程度のき裂を有するもの。	地山弾性波速度 2000～4000m/sec	
		硬 岩	硬 岩	I	花崗岩、結晶片岩等で全く変化していないもの。 き裂間隔が1m内外で相当密着しているもの。 硬い良好な石材を取り得るようなもの。	地山弾性波速度 3000m/sec以上
				II	けい岩、角岩などの石英質に富む岩質で最も硬いもの。風化していない新鮮な状態のもの。 き裂が少なく、よく密着しているもの。	

- 注) 1. 岩の分類は、設計図書又は特記仕様書に明記するものとする。
2. 一般に、岩塊、玉石、軟岩 I、軟岩 II、中硬岩、硬岩 I、硬岩 II の名称で表示する。

1-3 土量の変化率

土量の変化率については、下記の土量変化率を標準とするが、試験あるいは過去の実績により、数値の明確なものは極力その値を用いるものとする。

表 2-1-3 土量の変化率(1)

分類名称		記号	変化率L	変化率C
主要区分				
レキ質土	レキ	(GW) (GP) (GP _s) (G-M) (G-C)	1.20	0.95
	レキ質土	(GM) (GC) (GO)	1.20	0.90
砂質土 及び砂	砂	(SW) (SP) (SP _v) (S-M) (S-C) (S-V)	1.20	0.95
	砂質土 (普通土)	(SM) (SC) (SV)	1.20	0.90
粘性土	粘性土	(ML) (CL) (OL)	1.30	0.90
	高含水比 粘性土	(MH) (CH)	1.25	0.90
岩塊玉石			1.20	1.00
軟岩 I			1.30	1.15
軟岩 II			1.50	1.20
中硬岩			1.60	1.25
硬岩 I			1.65	1.40

注) 1. 本表は体積(土量)より求めたL、Cである。

- (1) 土量の変化率の決定にあたっては、現場の土性をよく見極め本表を参考に
して行う。
- (2) 竣工途中において上表の変化率に変化があり設計を変更するのが適当と認
められる場合は、適正な資料により改訂することが出来る。
- (3) 転石、玉石混り土砂の変化率の決定にあたっては、転石C=1.0として平
均変化率を算定するものとする。
- (4) 岩砕と土砂を流用する工事にあたっては変化率の補正を行うものとする。
- (5) 統一分類法により分類した土の各土質に応じた変化率は表2-1-3を標
準とする。

なお、細分し難いときは表2-1-4を使用してもよい。

- (6) 求める作業量Qと、その算定に用いる土量qが同一の土の状態を表わされ
る場合には土量の変化率は1でよいが、異なる場合には表2-1-5に示す
土量の変化率を用いる必要がある。

土木工事標準
積算基準書

表 2-1-4 土量の変化率 (2)

分類名称	変化率L	変化率C
主要区分		
レキ質土	1.20	0.90
砂質土及び砂	1.20	0.90
粘性土	1.25	0.90

注) 1. 本表は体積 (土量) より求めたL、Cである。

表 2-1-5 土量の変化率の考え方

求めるQ 基準のq	地山の土量	ほぐした土量	締固めた土量
地山の土量	1	L	C
ほぐした土量	1/L	1	C/L
締固め後の土量	1/C	L/C	1

(注) 表のLおよびCは、土量の変化率で値は土の種類などによって異なる。

第2節 片切、片盛、切盛境及び腹付盛土

2-1 伐開

掘削及び盛土の施工に先だち、伐開除根を行う。

- (1) 樹木の伐開は、在来地盤面に近い位置で行う。
- (2) 計画路床面下約1m以内にある切株、竹根、その他の障害物は、将来舗装に悪影響を及ぼす恐れがあるので除去する。なおそれ以外でも、将来舗装に悪影響を及ぼす恐れのあるものは除去する。
- (3) 山間のくぼ地などで、落葉あるいは枯枝などが堆積して盛土に悪影響を及ぼす恐れのあるものは除去する。
- (4) 土取場では、掘削に先だち草木、切株、竹根などあらかじめ除去する。

伐開除根は、次表を標準として施工するものとする。

表2-2-1 伐開除根（河川土工・海岸土工・砂防土工）

区 分	種 別			
	雑草・ささ類	倒 木	古根株	立 木
盛土箇所全部	根からすきとる	除 去	抜根除去	同 左

表2-2-2 伐開除根（道路土工）

区 分	種 別			
	雑草・ささ類	倒 木	古根株	立 木
盛土工1mを超える場合	地面で刈りとる	除 去	根元で切りとる	同 左
盛土工1m以下の場合	根からすきとる	〃	抜根除去	〃

共通仕様書

1-2-3-1

2-2 段切

段切は1:4より急な斜面上に盛土を実施する場合に行うものとし、標準断面は図2-2-1のとおりとする。

土木工事共通
仕様書
1-2-3-3

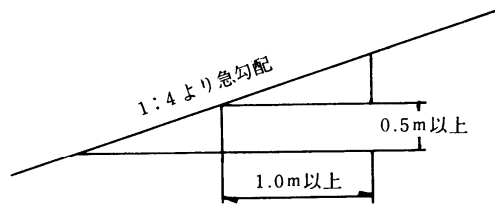


図2-2-1 段切

2-3 掘削（切土）部、盛土部接続部のすり付け

片切り、片盛りの接続部には完成後段違いが生じて舗装にき裂などを生じ易く、その対処方法としてすり付けを行うものとする。（道路土工—施工指針参照）

(1) 道路横断方向のすり付け

図2-2-2に示すすり付け区間を設け、路床の支持力の不連続性を避けるものとする。

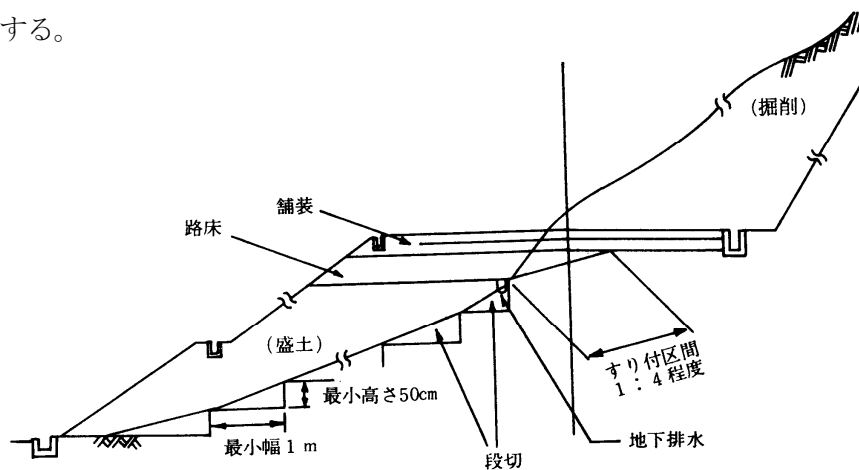
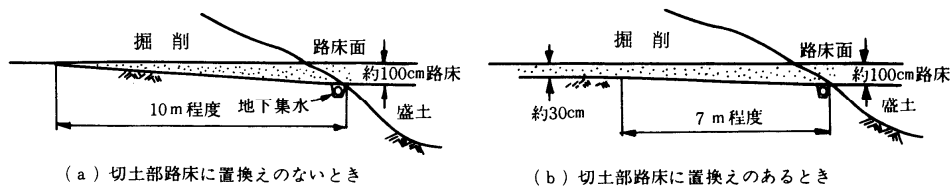


図2-2-2 盛土基礎地盤の段切りおよび切土盛土の接続部（土砂地盤の例）

(2) 道路縦断方向のすり付け

掘削（切土）部盛土部の縦断方向の接続部には、すり付け区間を設け路床の支持力の不連続性を避けるものとする。

すり付けの標準は図2-2-3とする。



(a) 切土部路床に置換えないとき

(b) 切土部路床に置換えるとき

図2-2-3

第3章 軟弱地盤対策工

目 次

第3章 軟弱地盤対策工	1-3-1
第1節 総論	1-3-1
1-1 概要	1-3-1
1-2 判定基準	1-3-1
1-3 軟弱地盤の問題点	1-3-4
1-4 軟弱地盤の検討	1-3-4
1-5 対策工法	1-3-10
1-6 留意事項	1-3-11
第2節 各論	1-3-12
2-1 深層混合処理工法	1-3-12

第3章 軟弱地盤対策工

第1節 総論

1-1 概要

軟弱地盤とは粘性土ないし有機質土からなり含水量の極めて大きな軟弱な地盤をさす。

軟弱地盤は線形検討の段階で避けて通るのが普通であるが他の理由で位置が固定され、どうしても避けることができない時は、必要に応じて道路土工、軟弱地盤対策工指針等を参考として軟弱地盤対策工を行なわなくてはならない。

1-2 判定基準等

軟弱地盤であるか否かは構造物の設計条件との相対的な関係により決まるものであるから、一義的に、決めると誤解を招く恐れがあり、明確な判定基準は現在ないが、構造物を安全に支持しえず、有害な沈下や傾斜を起こすような地盤を総じて軟弱地盤と判断する。図3-1-1に軟弱地盤の分布地域と地盤の性状を示す。表3-1-1に、これまでの道路土工で遭遇した軟弱地盤における自然含水比 w_n 、自然間隙比 e_n 、一軸圧縮強さ q_u 及び標準貫入試験による N 値などの代表的な数値の範囲を泥炭質地盤、粘土質地盤及び砂質地盤に区分した。

また、軟弱地盤の目安について、河川局、旧道路公団における例を表3-1-2、表3-1-3に示す。

道路土工に関して問題となるのは、主として盛土や構造物の安定または沈下であるから、安定または沈下に対する許容値を超過するような地盤については、表3-1-1にこだわることなく軟弱地盤として取り扱う。逆に安定または沈下に対して大きい許容値の許せる盛土や構造物が施工される場合には、表3-1-1に示した砂質地盤や良質の粘土質地盤については軟弱地盤として取扱う必要はなくなる。

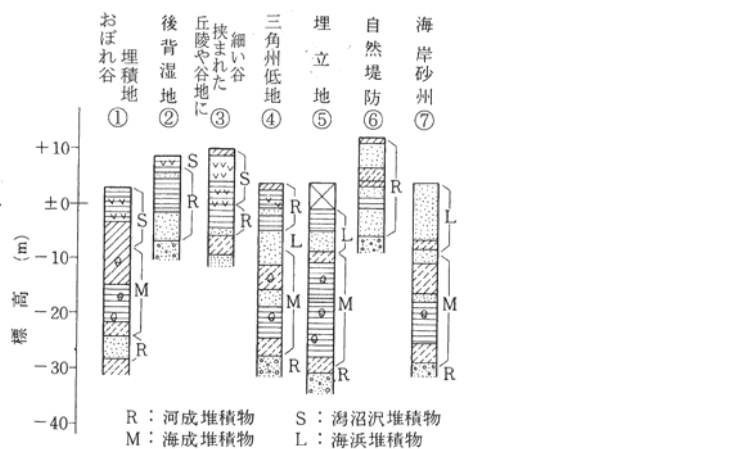
表3-1-1 軟弱地盤の区分と一般的な土質

分布域	地盤区分	土質材料区分	土質区分	記号	土質 ^{注1)}			
					w_n (%)	e_n	q_n (kN/m ²)	N値
おぼれ谷埋積地 後背湿地	泥炭地 炭質盤	高有機質土 (Pm)	泥炭 (ピート) (Pt) 繊維質の高有機質土	Y Y Y Y Y Y Y Y Y	300 以上	7.5 以上	40 以下	5 1 ^{注1)} 以下
			黒泥 (Mk) 分解の進んだ高有機質土	Y Y Y Y Y Y Y Y Y	300~ 200	7.5 ~5		
丘陵や谷地に挟まれた細長い谷 三角州低地 埋立地 海岸砂州自然堤防	粘性土地盤	細粒土 (Fm)	有機質土 (O) 塑性図A線の下	||| |||	200~ 100	5 ~ 2.5	100 以下	4 ^{注1)} 以下
			火山灰質粘性土 (V) 塑性図A線の下	~~~~~ ~~~~~ ~~~~~				
			シルト (M) 塑性図A線の下, ダイレイタンシ-大	----- ----- -----	100~ 50	2.5 ~ 1.25		
			粘土 (C) 塑性図A線の上, またはその付近, ダイレイタンシ-小	=====				
砂土地盤	粗粒土 (Cm)	細粒分まじり砂 (SF) 75 μ m以下 15~50%	●●● ●●● ●●●	50 ~ 30	1.25 ~ 0.8	-	10 ~ 15 以下	
		砂 (S) 75 μ m以下 15%未満	●●● ●●● ●●●	30 以下	0.8 以下			

道路土工
軟弱地盤
対策工指針
(H24.8) p.8



(a)



(b)

図3-1-1 軟弱地盤の分布と成層例

道路土工
軟弱地盤
対策工指針
(H24.8) p.6

表3-1-2 河川砂防における軟弱地盤（河川）

（第17章2.3.2 軟弱地盤の判定）^{*)}

本調査（第1次）の結果が次のいずれかに該当する地盤に対しては、軟弱地盤調査を実施するものとする。

1. 粘土地盤の場合
 - (1) 標準貫入試験によるN値が3以下の地盤
 - (2) オランダ式二重管コーン貫入値が3 kgf/cm²以下の地盤
 - (3) スウェーデン式サウンディング試験において100kg以下の荷重で沈下する地盤
 - (4) 一軸圧縮強さquが0.6kgf/cm²以下の地盤
 - (5) 自然含水比が40%以上の沖積粘土の地盤
2. 有機質土の地盤の場合
3. 砂地盤の場合
 - (1) 標準貫入試験によるN値が10以下の地盤
 - (2) 粒径のそろった砂の地盤

河川砂防
技術基準（案）
調査編
17.2.3.2

表3-1-3 高速道路における軟弱地盤の目安

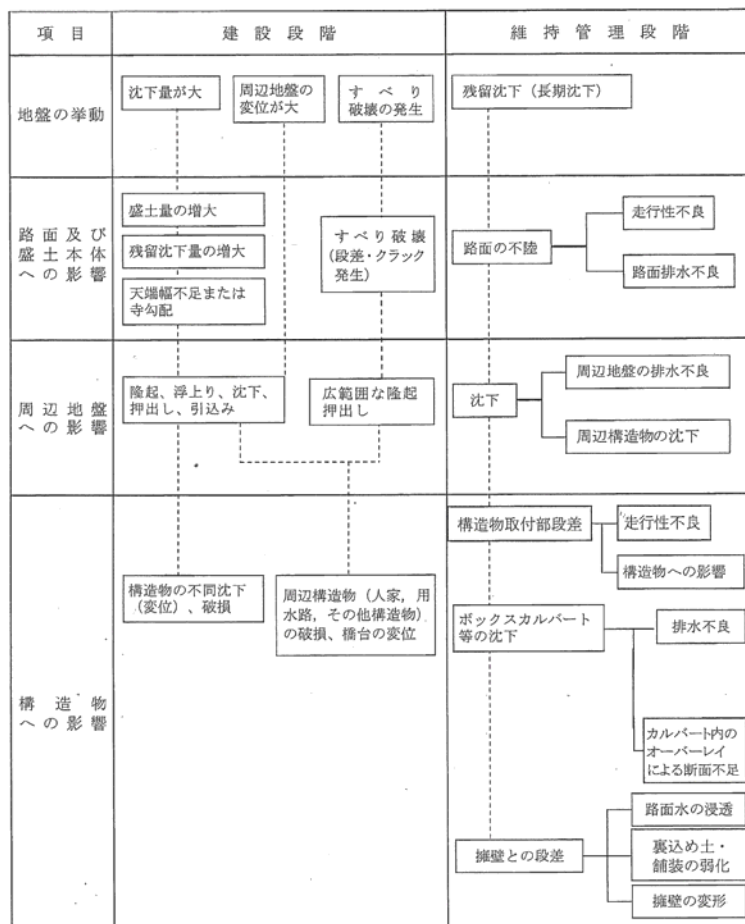
地盤	泥炭質地盤及び粘土質地盤		砂質地盤
	10m 未満	10m 以上	
層厚	10m 未満	10m 以上	—
N値	4 以下	6 以下	10 以下
qu (MN/m ²)	0.06 以下	0.1 以下	—
qc (MN/m ²)	0.8 以下	1.2 以下	4.0 以下

注) ①表中で「qc」はオランダ式二重管コーン貫入試験におけるコーン指数で

②砂質地盤においては地震時の液状化が問題となる場合がある。

1-3 軟弱地盤の問題点

軟弱地盤に盛土・構造物を構築した時に、下記に示すように地盤のせん断強さや支持力の不足等による盛土のすべり破壊や圧密沈下による土工構造物や周辺地盤等の変形、路面の不陸が生じることがある。



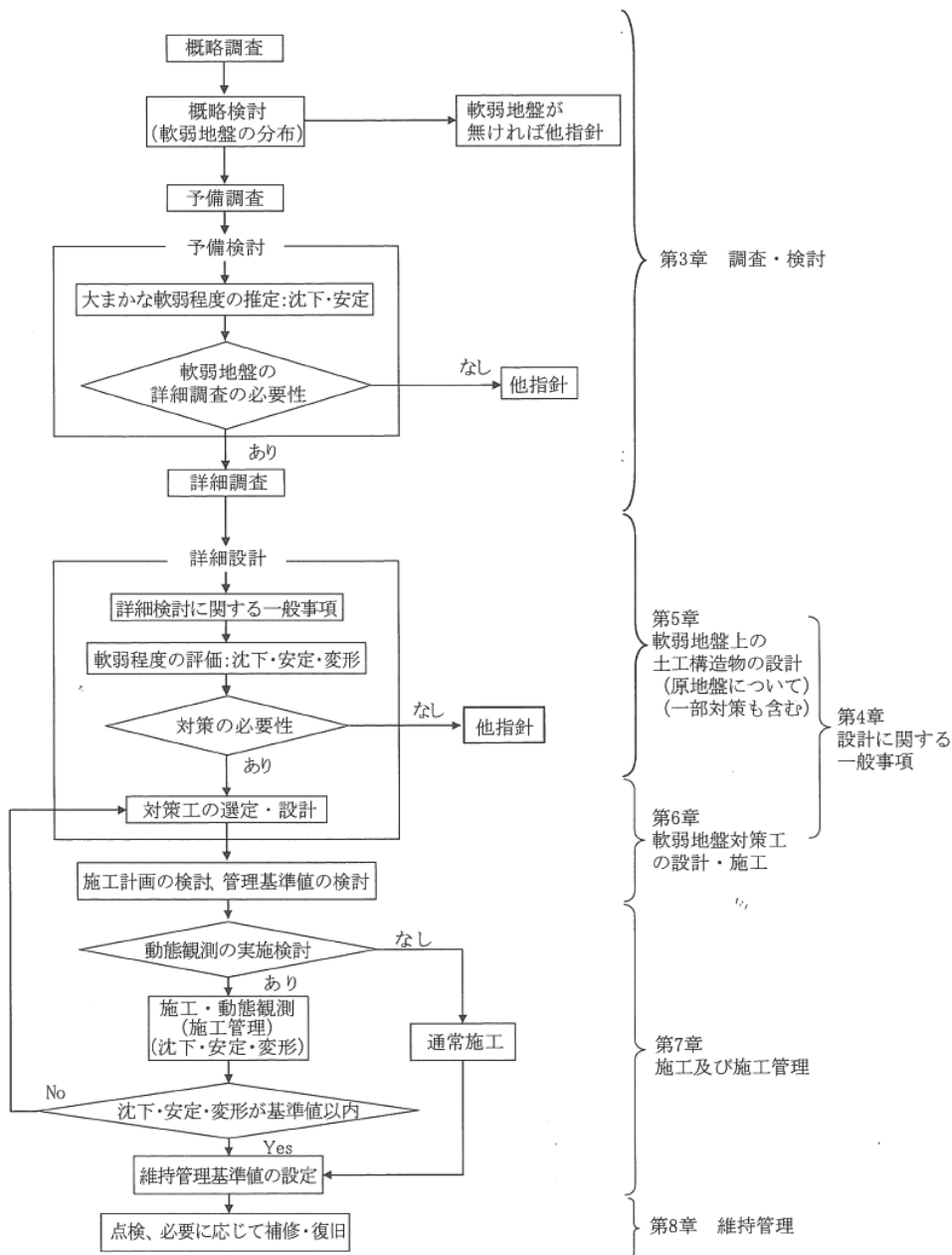
道路土工
軟弱地盤
対策工指針

(H24.8) p.9

1-4 軟弱地盤の検討

一般的に行われる軟弱地盤対策の流れを図3-1-2に示す。軟弱地盤の検討は、道路土工軟弱地盤対策工指針（改訂された場合は改訂版に準拠）に準拠する。

- (1) 盛土の安定計算と沈下計算を行うにあたっては、土質調査その他によって収集された設計・施工のためのデータを整理して、次のような設計条件を求めておく必要がある。
 - 1) 地盤条件：軟弱地盤の生成区分，成層状態，排水条件，各層の土質定数（圧密特性と強度特性など）
 - 2) 施工条件：盛土の形状、工程，盛土材料の土質定数（単位体積重量と強度特性など）沿道の環境と用地に関する制限
 - 3) 設計目標値：道路の性格などによる許容残留沈下量，最小安全率などの設計目標値，盛土周辺の施設への隆起・沈下等の許容値（盛土に近接している施設における，隆起，沈下等の変形量の許容値を定める場合は，関係機関等の定める値を参考として決定する。）



* 他指針とは「盛土工指針」, 「擁壁工指針」, 「カルバート工指針」等を指す。

図 3-1-2 軟弱地盤対策の流れ

(2) 必要な土質試験等

軟弱層の規模 (平面的な広がり と 深さ) は土質名とサウンディング結果で推定できるが, 盛土の支持力, 沈下などの概略予測, 対策工法の検討などには次のような土質試験結果が必要である。

- 1) 土の判別分類 比重, 単位体積重量, 含水比, コンシステンシー指数 (液性限界, 塑性指数), 粒度分布
- 2) 土の強度特性 一軸圧縮強さ
- 3) 土の圧密特性 $e \sim \log p$ 曲線, 圧密係数, 圧縮指数
- 4) 設計計算書など 安定計算, 沈下計算の計算書, 沈下の実側記録

道路土工
軟弱地盤
対策工指針
(H24.8) p. 21

(3) 沈下計算

載荷重による軟弱地盤の沈下にはいくつかの原因が考えられるが、沈下の大部分は圧密沈下と考えられる。現在使われている計算方法にしたがって沈下を計算した場合、全沈下量については、ほぼ満足すべき精度で推定することができるが、沈下速度については実測値とかなり大きな差を見せる場合が多い。

1) 圧密沈下量

圧密沈下量 S を計算から推定する場合には、圧密試験で図 3-1-3 のような荷重 P と間げき比 e の関係 (e - $\log p$ 曲線) を求めて、これを用い次式によって計算する。計算は 3 通りの方法が用いられており、場合によって使い分ける。

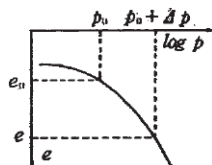


図 3-1-3 (e - $\log p$ 曲線)

$$S = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} H_0 \quad (1)$$

$$S = H_0 \frac{C_c}{1 + e_0} \log_{10} \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \quad (2)$$

$$S = m_v \Delta p \cdot H_0 \quad (3)$$

ここに、 e_0 : e - $\log p$ 曲線上で土かぶり圧 p_0 に対応する間げき比

e : e - $\log p$ 曲線上で載荷重を加えた後の鉛直圧 $p = p_0 + \Delta p$ に対応する間げき比

H_0 : 圧密される層の厚さ

m_v : 体積圧縮係数

Δp : 載荷重によって基礎地盤の土に生じる鉛直方向の増加圧力

C_c : 圧縮指数 (e - $\log p$ 曲線より求める)

沈下の計算には上記の 3 式があるが (2) 式は正規圧密粘土用に用いる。(3) 式は m_v の値が荷重によって大きく変化するので妥当な値の選定が難しいという欠点がある。(1) 式は計算が簡単で、結果も確からしい値を与えると、考えられ、一般に用いられている。

(1) 式を用いた計算の手順を簡単に述べる。

① 土層の区分

複雑な地盤を同質とみなせるいくつかの代表的な層に区分する。

② 土かぶり荷重 p_0 ならびに盛土による鉛直圧の増分 Δp を計算する。

有効応力が問題となるから、地下水以下の土の単位体積重量は土の水中単位体積重量を用いる。また Δp を求めるためには、盛土荷重などに関しては各種の計算図表が発表されているので使用すると便利である。

- ③ 初期間げき比 e_0 , 加えられた荷重による圧密終了後の間げき比 e を求める。

圧密試験結果の e - $\log P$ 曲線 (図 3-1-3) によって p_0 に対する e_0 , $p_0 + \Delta P$ に対する e をそれぞれ読みとる。

- ④ 沈下量の計算

①で区分した各層ごとの沈下量を計算して加え合わせる。なお, 必要な場合は盛土によって生じる即時的な沈下量を別に求めて加算する。即時的な沈下量も求め方にはいろいろな考え方がある。

2) 沈下速度

圧密沈下の時間経過を求めるためには, 盛土荷重によって生じる鉛直応力に等しい初期間げき水圧が地盤内に発生するものとし, 以後排水が鉛直方向にのみ行われるとする 1次元圧密解析の方法が慣用されている。圧密に要する時間 t は次式で計算される。

$$t = \frac{TH^2}{c_v}$$

ここに, t : 任意の圧密度 U に達するのに要する時間。

ただし, 圧密度とは

$$U = \frac{\text{ある時間における沈下量}}{\text{全沈下量}} \times 100(\%)$$

なお, U と T の関係は図 3-1-4 に示す。

H : 圧密される層の排水距離, 圧密の厚さが H_0 で下部に砂層があって両面に排水される条件であれば, $H = H_0/2$ となる。

c_v : 圧密係数で圧密試験によって求める。

地盤が c_v の異なるいくつかの層から成り立っている場合には, ある任意の層の c_v を基準にとり, 他の層をその層に換算して, 単一層として沈下速度を計算する方法が普通取られている。

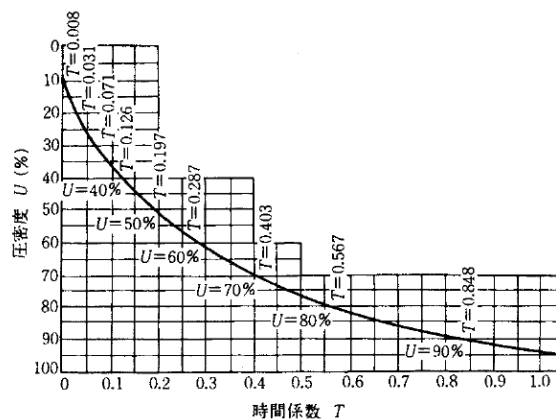


図 3-1-4 U と T の関係

(4) 安定計算

軟弱地盤上に荷重を加えると支持力不足によって破壊を起こす恐れがある。すべりの形は円形に近いことが多く、円弧すべりを仮定して、安定計算を行い、すべり破壊の検討を行なう。この検討の方法には全応力法と有効応力法とがあり、現場に合致すると思われる方法を選んで適用する。安全率は最小 1.2~1.25 以上あることが望ましい。ただし、盛土などの工事中はこの値よりいくらか低い値でも止むをえないものとしている。

1) 全応力法

安定計算は図 3-1-5 に示すようにすべり面より上方にある土塊の部分に鉛直な側面を持つ細片に分割し、次式によって安全率 F_s を計算する。

$$F_s = \frac{\sum \{cl + (W - u_0b) \cos \alpha \tan \phi\}}{\sum (W \sin \alpha)}$$

- ここに
- c : 細片部のすべり面に沿う土の圧密を考慮しない非排水粘着力 (kN / m²) および非排水せん断抵抗角 (°)。
なお、飽和粘土では、 $\phi = 0$ として計算してもよい。
 - c : 土の粘着力 (kN/m²)
 - ϕ : 土のせん断抵抗角 (°)
 - l : 細片部のすべり面の長さ (m)
 - W : 細片の土の全重量、載荷重を含む (kN/m)
 - u_0 : 静水位時における間隙水圧 (kN/m²)
 - b : 細片の幅 (m)
 - α : 細片部のすべり面平均傾斜角 (°)

危険と思われる仮定すべり面のすべてについてそれぞれ安全率を求め、その中の最小安全率をとって、盛土のすべり破壊に対する安全率とする。

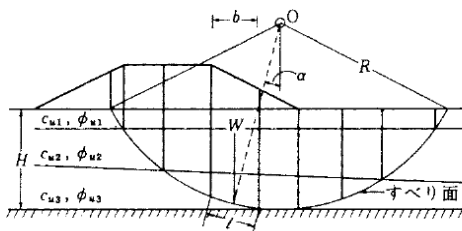


図 3-1-5 分割法による安定計算

(5) 側方変形

側方変形は、土層構成、軟弱地盤層厚、盛土形状の規模及び施工方法等の多くの要因に関連している。側方変形を検討する場合は、実施工における動態観測結果から地盤の側方変形量を求める経験的な方法等を参考に定める。

なお、計画盛土に重要構造物などが近接する場合は経験的な手法だけでなく、有限要素解析、試験盛土などを実施し、当該構造物の安定性を確保することが重要である。

盛土と沈下形状と側方への影響についての例として、図3-1-6は一般国道改良工事等で実際に観測された盛土の沈下形状や側方地盤の隆起、移動、変位の及ぶ距離を整理したものである。

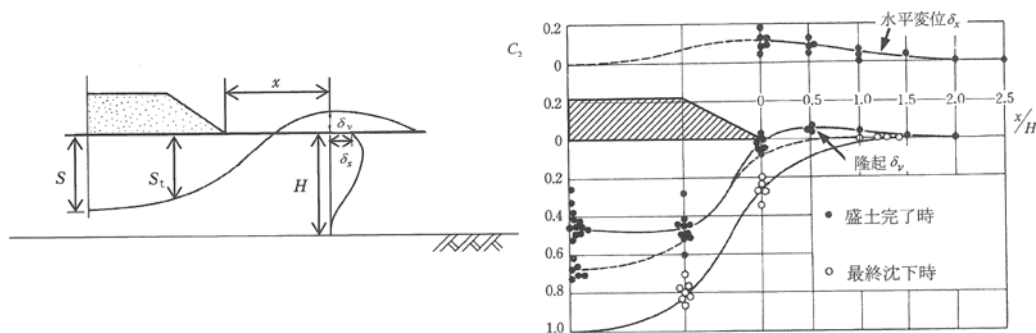


図3-1-6 盛土の沈下形状と側方へ影響

沈下量 $S_t = C_1 \cdot S$

側方地盤隆起量： $\delta_v = C_1 \cdot S$

側方地盤水平移動量： $\delta_x = C_2 \cdot S$

ここに S：盛土中央における最終全沈下量(m)

H：軟弱地盤厚(m)

x：盛土からの水平距離(m)

ただし、図は敷幅30～60m、立ち上がり期間50～200日で施工された道路盛土の例である。

道路土工
軟弱地盤
対策工指針
(H24.8) p. 153

1-5 対策工法

軟弱地盤上に盛土した場合、すべり破壊を起す恐れがあるが、施工後大きな沈下や不等沈下が起る場合これらの障害を取り除くために対策工が必要となる。

現在使われている軟弱地盤対策工の対策原理と効果を表示すると表3-1-4のようである。

表3-1-4 軟弱地盤対策工の対策原理と効果

原理	代表的な対策工法	効果											トラフィックビリティ確保						
		沈下 後 の 沈下 量 の 促 進 に よ る 供 用	全 沈 下 量 の 低 減	安 定		変 形		液状化											
				圧 密 に よ る 強 度 増 加	す べ り 抵 抗 の 増 加	す べ り 滑 動 力 の 軽 減	応 力 の 遮 断	応 力 の 軽 減	液状化の発生を防止する対策										
									砂地盤の性質改良			有効応力の増大		せん断変形の抑制					
圧密・排水	表層排水工法																		
	サンドマット工法	○																○	
	緩速載荷工法				○														
	盛土載荷重工法				○														
	パーチャカ ルドレー ン工法	○	○																
	サンドドレーン工法	○	○																
	プレファブリケイティッド パーチャカルドレーン工法	○	○																
締固め	真空圧密工法	○	○																
	地下水位低下工法	○	○								○	○							
	振動締固め工法	サンドコンパクションパイル工法	○	○	○	○			○	○									
		振動棒工法		○*						○									
		パイプフローテーション工法		○*						○									
		パイプロタンパー工法		○*						○									
		重錘落下締固め工法		○*						○									
静的締固め工法	静的締固め砂杭工法	○	○	○	○			○	○										
	静的圧入締固め工法								○										
固結	表層混合処理工法		○		○		○		○									○	
	深層混 合処理 工法	深層混合処理工法 (機械攪拌工法)	○		○		○	○		○						○	○		
		高圧噴射攪拌工法	○		○		○	○		○						○	○		
	石灰パイル工法	○		○					○										
	薬液注入工法	○		○					○										
	凍結工法			○															
掘削置換	掘削置換工法	○				○				○									
間隙水圧消散	間隙水圧消散工法													○					
荷重軽減	軽量盛 土工法	発泡スチロールブロック工 法	○			○		○											
		気泡混合軽量土工法	○			○		○											
	発泡ビーズ混合軽量土工法	○			○		○												
カルバート工法	カルバート工法	○			○		○												
盛土の補強	盛土補強工法				○													○	
構造物に よる対策	押え盛土工法				○													○	
	地中連続壁工法																○		
	矢板工法				○									○**				○	
補強材の敷設	杭工法	○			○			○										○	
	補強材の敷設工法				○													○	

*）砂地盤について有効
**）排水機能付きの場合

道路土工
軟弱地盤
対策工指針
(H24.8) p. 191

1-6 留意事項

軟弱地盤は、不均質な土質と層構成をしている。基盤の傾斜、載荷に伴う土質変化や施工条件による影響などが考えられるため、下記について留意するのが好ましい。

①施工にあたっては、動態観測を考慮する。設計時の予測挙動と実際の挙動との適合性を随時確認しながら必要に応じて設計・施工に反映させる。

動態観測のために設置する計器は表3-1-5に示すとおりであるが、一般工事ではこの中の地表面の沈下計、地表面変位ぐいおよび地表面伸縮計がよく利用されている。

表3-1-5 各種動態観測用の計器

計測項目	使用計器	測定項目	目的	備考
沈下	地表面型沈下計	軟弱地盤表面の全沈下量	盛土量の検測や安定管理(盛土速度のコントロール)、沈下管理(将来沈下予測による残留沈下量の推定)に測定結果を使用する。	施工に際して必ず実施する。
	層別沈下計	土層別の沈下量	軟弱層が厚く土層構成が複雑で、沈下速度の違い層の圧密度や残留沈下が問題となる箇所に設置し、各層の計算沈下量の検証に使用する。また、改良柱体間の粘土の沈下挙動を把握する。	残留沈下が問題となる箇所では設置が望ましい。施工後の追跡調査にも活用できる。
変位	地表面変位杭	盛土周辺地盤面の水平変位量及び鉛直変位量	盛土周辺地盤の変状の有無を把握して安定管理に用いる。	平地部等の低盛土で隣接地への影響が問題とならない場合を除いて、必ず実施する。
	地表面伸縮計(自記式地すべり計)	盛土周辺地盤面の水平変位量	盛土周辺地盤の変状の量を自動で計測して安定管理に用いる。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
	挿入型傾斜計	盛土周辺地盤の地中水平変位量	安定管理に用いる。盛土の進行に伴う土層別の水平変位量を把握する。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
間隙水圧	間隙水圧計	土層別の間隙水圧	粘土の圧密による強度増加は、圧密度で評価される。沈下量と間隙水圧では間隙水圧の方が遅れる傾向にあり、沈下量と合わせて総合的に圧密度を把握する。	試験施工等、確実な圧密の進行を把握する必要のある場合に実施する。

②大規模な軟弱地盤で、対策工の選択によっては、工費等に影響があると予測される場合には、試験盛土を検討・実施する。

第2節 各論

2-1 深層混合処理工法

深層混合処理工法は、工期が限られているため、緩速載荷工法等による必要な強度の増加や載荷重工法による沈下量が得られる見込みがない場合や近接する構造物に対し、盛土等による側方変位が重大な影響を与えられと考えられる場合などの適用が考えられるが、採用にあたっては、工期、経済性、施工性等を十分検討すること。

道路土工軟弱地盤対策工指針（改訂された場合は改訂版に準拠）、陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル等に準拠して設計する。

(1) 概説

深層混合処理工法は、図3-2-1に示すように、機械攪拌式と高圧噴射式がある。機械攪拌式にはスラリー状の改良材と現地盤の軟弱土を攪拌混合して改良体を造成するスラリー系と粉体系の改良材を現地盤の軟弱土と直接攪拌して改良体を造成する粉体系がある。一方高圧噴射式は高圧の空気、水およびグラウト材で改良範囲の現地盤を粉砕し、切削部分にセメント系改良材を充填あるいは改良材と切削土の一部を混合する方法である。

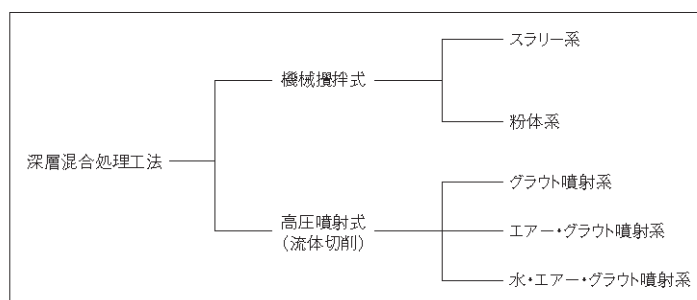


図3-2-1 深層混合処理工法の分類

(2) 材料

1) 改良材

改良材は、セメント（普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種）、セメント系固化材、石灰から、強度発現、経済性、入手しやすさ等を考慮し、現場土の配合試験を実施して決定するものとする。

(3) 調査

1) 室内配合試験

室内配合試験は、設計段階で実施し、土質別の添加量等の性状を確認しておく。なお、工事段階でも確認のため室内配合試験は実施する。

室内配合試験での試料作製は、地盤工学会基準「JGS0821-2000：安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」に準拠して行う。なお、試験試料は改良範囲内の地盤を代表する各土層より採取する。代表土層の設定は、粘性土、砂質土、高有機土等の土質区分により行う。

① 試験手順

試験手順を図3-2-2に示す。

深層混合
処理工法
設計・施工
マニュアル
(平成16年3
月)

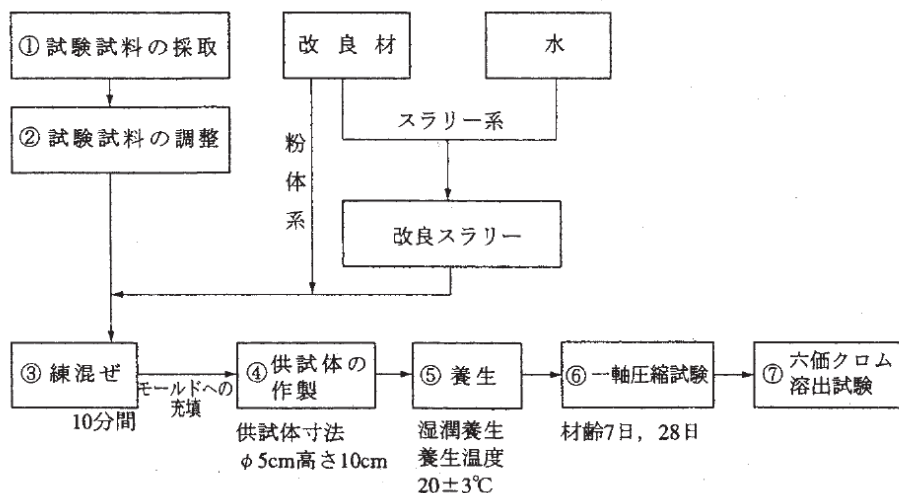


図 3-2-2 配合試験の手順

②改良材の添加量

セメント系では、粘性土の場合で $80 \text{ kg/m}^3 \sim 200 \text{ kg/m}^3$ 程度、砂質土で $80 \text{ kg/m}^3 \sim 300 \text{ kg/m}^3$ 程度、有機物含有量の多い特殊土等では $200 \text{ kg/m}^3 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ 程度が多い。工法の特長や過去の試験結果も参考とする。

③改良材添加量の決定

図 3-2-3 のフローより決定する。

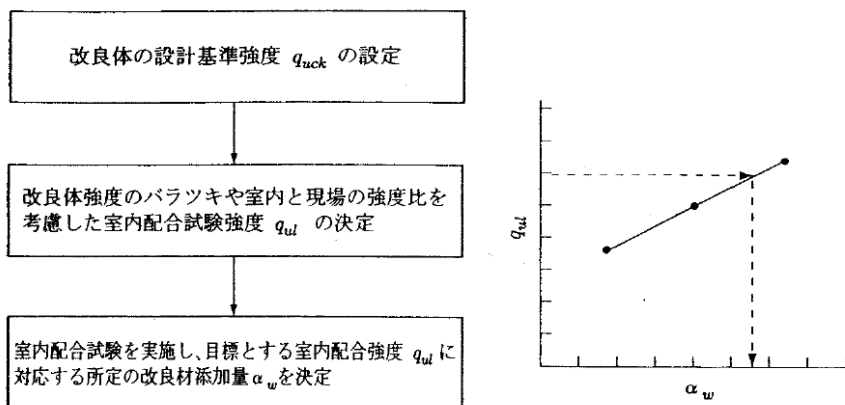


図 3-2-3 改良材の添加量決定フロー

④六価クロム溶出試験

セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について (平成 12 年 3 月 24 日付建設省技調発第 48 号) 等関係通達により実施のこと。

(4) 設計

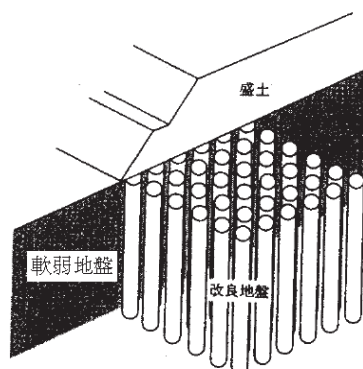
1) 改良様式の選定

改良様式は、配置方法 (杭式、ブロック式) 及び改良地盤の支持方式 (良質な地盤への着底の有無) に分類され、安定性、経済性、施工性等を把握し、構造物の規模、重要度を考慮して決定するものとする。

①改良形式

ア) 杭式改良

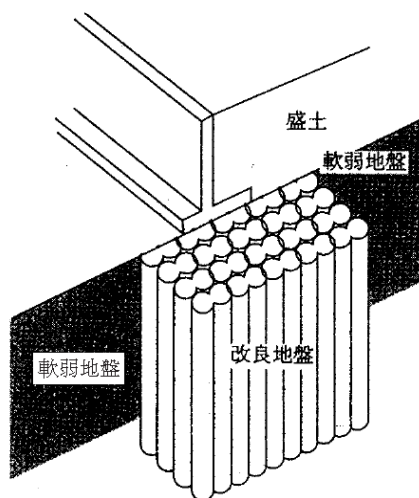
杭式改良は改良体をおある間隔をおいて矩形または千鳥状に複数打設して改良地盤を形成する改良形式である。



深層混合
処理工法
設計・施工
マニュアル
(平成 16 年 3
月)

イ) ブロック式改良

ブロック式改良は、所定の改良範囲、深度まで改良体をオーバーラップさせることにより一体化を図り、構造物下の地盤を全面改良してブロック状に個結する改良形式である。

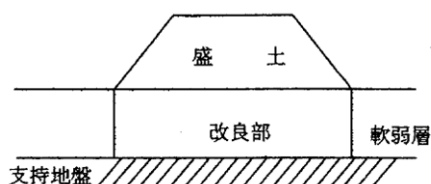


深層混合
処理工法
設計・施工
マニュアル
(平成 16 年 3
月)

②改良形式

ア) 着底型

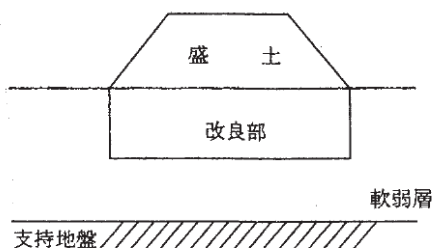
改良地盤下端を良質地盤に着底させる方式である。



深層混合
処理工法
設計・施工
マニュアル
(平成 16 年 3
月)

イ) 浮き型

改良地盤を良質地盤に着底させず、軟弱地盤の途中にとどめる方式である。



深層混合
処理工法
設計・施工
マニュアル
(平成 16 年 3
月)

2) 改良仕様の設定

①材令

設計に用いる材令は 28 日強度を標準とする。

②設計基準強度

設計基準強度は、深層混合処理工法全体では、 $100\sim 600\text{kN}/\text{m}^2$ の実績が多い。改良地盤の平均せん断強さは、ほぼ改良体のせん断強さと改良率の積で表されるため、平均せん断強さを等しくする場合、改良体の強度を大きくとれば小さな改良率でよい。よって、安定対策の場合、設計基準強度を高くとるほど、改良率が減る。設計基準強度は、過去の実績、改良目的、土質状況、改良率等を踏まえ設定するものとする。

設計基準強度は、上載荷重が改良体に集中したと仮定して、最低値として下記計算を目安にすればよい。(図 3-2-5)

$$q_{\text{uck}} = F_s \cdot W / a_p$$

q_{uck} : 設計基準強度

a_p : 改良率

W : 上載荷重 $= r_E \times H_E$

F_s : 安全率 (1.0~1.2)

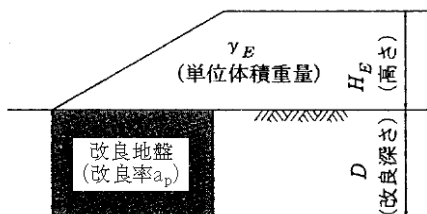


図 3-2-5 改良強度と盛土高さ

深層混合
処理工法
設計・施工
マニュアル
(平成 16 年 3
月)

③設計基準強度と室内配合強度

$$q_{uck} = \gamma \cdot q_{uf} = \gamma \cdot \lambda \cdot q_{ul}$$

q_{uck} : 設計基準強度

q_{ul} : 室内配合試験における改良土の一軸圧縮強さの平均値

q_{uf} : 原位置改良土の一軸圧縮強さの平均値

γ : 現場強度係数

λ : 現場強度 q_{uf} の平均値と室内配合強度 q_{ul} の平均値の比

$\gamma \cdot \lambda = 1/3$ を標準とする。なお、 γ 、 λ の値を別途隣接の現場等から推定してもよい。

④改良率

改良率 a_p は、改良対象面積に占める改良体の割合で表す(図3-2-6)。すべり破壊を目的とする場合は、改良体間の粘度等のすりぬけ防止より、改良率は50%程度以上を目安とする。沈下対策では、実績、破壊形態、安定性等を十分に検討し採用するものとする。

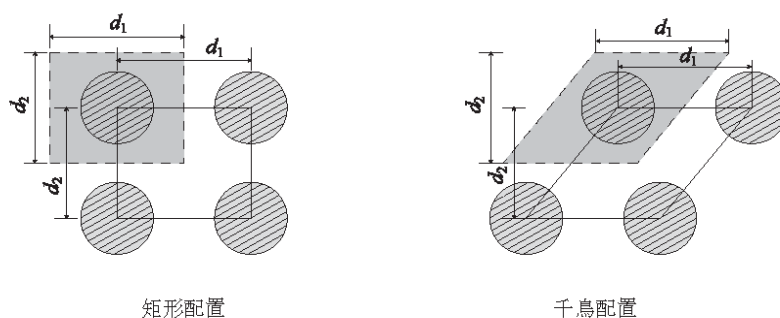


図3-2-6 改良体の配置

$$a_p = (A_p / d_1 \cdot d_2) \times 100$$

a_p : 改良率(%)

A_p : 改良体1本の改良面積

$d_1 \cdot d_2$: 改良体の配置間隔

⑤改良幅

改良幅(B)は改良長(D)に対して $B/D=0.5\sim 1.0$ 以上を目安とし、曲げ変形や滑動が起こらないように、これより小さくならないように設定する。

深層混合
処理工法
設計・施工
マニュアル

第 4 章 基 礎 工

目 次

第4章 基礎工	1-4-1
第1節 道路橋基礎	1-4-1
1-1 設計一般	1-4-1
(1) 基礎の分類	1-4-1
(2) 道路橋の基礎に求められる基本的要件	1-4-2
(3) 基礎形式の選定	1-4-2
(4) 設計の基本	1-4-5
(5) 支持層の選定	1-4-8
(6) 地盤反力係数	1-4-9
(7) 摩擦杭の適用	1-4-10
1-2 直接基礎	1-4-11
(1) 設計の基本	1-4-11
(2) 設計計算手順	1-4-11
(3) 荷重分担	1-4-12
(4) 斜面上の直接基礎	1-4-13
(5) 基礎底面地盤の鉛直地盤反力度の制限値	1-4-16
1-3 杭基礎	1-4-17
(1) 設計の基本	1-4-17
(2) 設計計算手順	1-4-17
(3) 荷重分担	1-4-19
(4) 杭の配列	1-4-19
(5) 杭の水平変位の制限値	1-4-20
(6) 支持層および根入れ	1-4-21
(7) 薄層に支持された杭	1-4-21
(8) 盛りこぼし橋台	1-4-22
(9) 岩盤に対する杭の支持力	1-4-22
(10) 既製杭の搬入長	1-4-22
(11) PHC 杭の構造細目	1-4-23
(12) 鋼管杭の構造細目	1-4-24
(13) SC 杭の構造細目	1-4-28
(14) 鋼管ソイルセメント杭の構造細目	1-4-28
(15) 場所打ち杭の構造細目	1-4-28
(16) 杭とフーチングの接合部	1-4-34
(17) 既製杭基礎の施工	1-4-35

1-4 深礎基礎	1-4-36
(1)設計の基本	1-4-36
(2)設計計算手順	1-4-36
(3)荷重分担	1-4-38
(4)深礎基礎の形状寸法及び配列	1-4-39
(5)深礎基礎の構造細目	1-4-40
(6)部材及び接合部	1-4-42
(7)組立用鋼材	1-4-43
1-5 耐震設計	1-4-44
(1)レベル2地震動を考慮する設計状況における橋脚基礎の耐震設計	1-4-44
(2)橋に影響を与える地盤の液状化	1-4-49
(3)橋に影響を与える地盤の流動化	1-4-51
(4)レベル2地震動を考慮する設計状況における橋台及び橋台基礎の耐震設計	1-4-53
第2節 擁壁基礎	1-4-56
第3節 カルバート基礎	1-4-56

第4章 基礎工

第1節 道路橋基礎

1-1 設計一般

(1) 基礎の分類

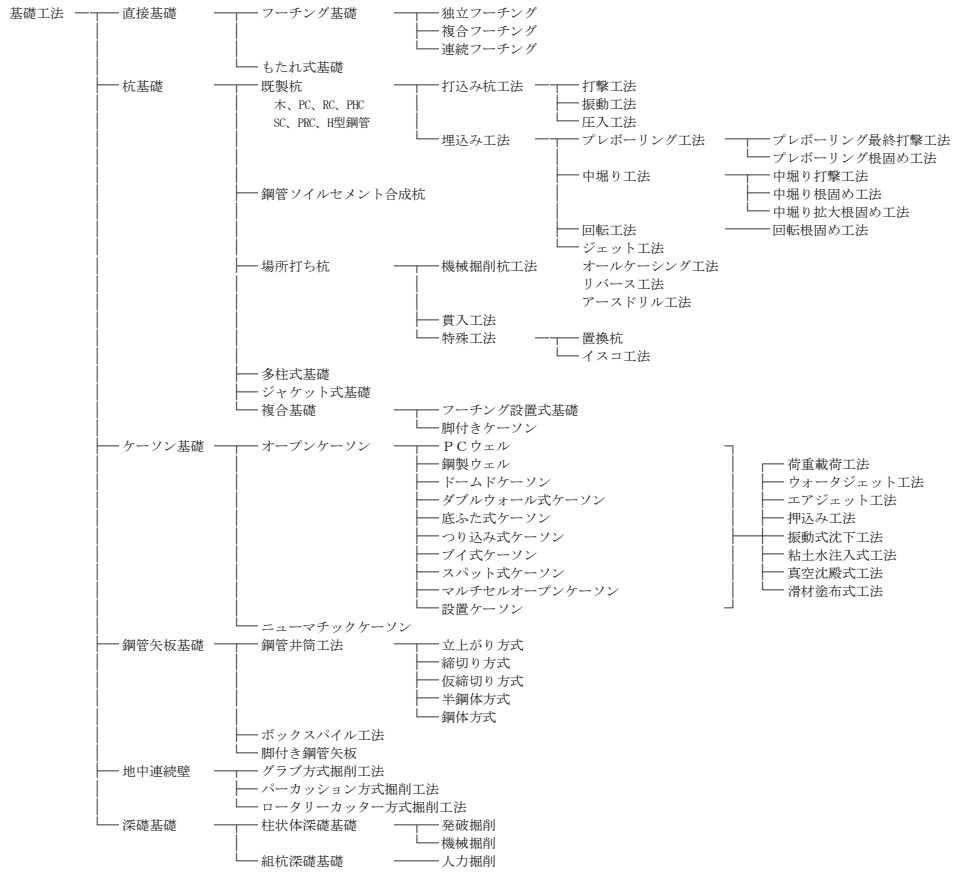


図 4-1-1 施工工から分類した基礎工法
(基礎工の設計実技(上)より引用) 一部加筆

(2) 道路橋の基礎に求められる基本的要件

基礎は、以下に示す1)及び2)を満足しなければならない。

- 1) 基礎に作用する荷重に対する抵抗要素とその力学的特性が明らかであり、限界状態、照査項目、照査値及び解析モデルについて、相互の関係性も含めて実験等により適切に検証されていること。
- 2) 1) を一定の信頼性をもって実現させるための基礎の施工管理方法が確立していること。

(3) 基礎形式の選定

基礎形式は、『(2)道路橋の基礎に求められる基本的要件』を満足するものから、地形及び地質条件、施工条件並びに環境条件等を考慮して選定しなければならない。

基礎形式選定の際は、少なくとも以下に示す1)から3)を考慮して選定すること。

- 1) 原則として1基の下部構造には異種の基礎形式を併用しない。
- 2) 1つの上部構造を支える下部構造間で抵抗機構が異なる基礎形式を選定する場合には、橋に有害な影響を与えないよう設計する。
- 3) 杭基礎を選定する場合には、支持杭基礎とすることを基本とする。

基礎形式は大別して直接基礎、ケーソン基礎、杭基礎、鋼管矢板基礎および地中連続壁基礎及び深礎基礎に分けられる。ゆえに基礎形式の選定にあたっては、地形、地質等の事前調査結果（第3編第5章2-1参照）をもとに、まず上記6形式を、さらに各条件を詳細に検討のうえ細部形式を選定する。

道示IV

P164～P166

道示IV

P179～P182

基礎形式の選定表

基礎形式の選定に際し、施工深度（支持層の深さ）は重要な要素である。基礎形式の選定にあたっては、表 4-1-1 や表 4-1-2 を参考に選定し、詳細な比較形式を選定するとよい。ただし、表 4-1-2 は H29 道路橋示方書・同解説および R2 杭基礎設計便覧から削除されている内容のため、基礎形式選定における目安として取り扱うこと。

表 4-1-1 基礎形式の選定

工 種 \ 深 度	施 工 深 さ (m)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
直 接 基 礎	——	-----								
R C 杭	——	-----								
P C 杭		——	-----							
鋼 杭	——	-----								
リバース杭	——	-----								
オールケーシング及びアースドリル杭	——	-----								
深 礎	——	-----								
オ ー プ ン ケ ー ソ ン	——	-----								
ニューマチック ケ ー ソ ン	——	-----								

(注) 上表中 —— 施工実績が多い
 ----- 施工実績がある

表 4-1-2 各基礎形式の適用性の目安

基礎形式 適用条件		杭基礎											深礎基礎	ケーソン基礎	鋼管矢板基礎(打込み工法)	地中連続壁基礎						
		直接基礎	打込み杭工法		中掘り杭工法					鋼管ソイルセメント杭工法	場所打ち杭工法			回転杭工法	組杭深礎	柱状体深礎	ニューマチック	オープン	鋼管矢板基礎(打込み工法)			
			PHC杭・SC杭	鋼管杭	PHC杭・SC杭	鋼管杭		コンクリート	プレボーリング杭工法		オイルケーシング工法	リバース工法	アースドリル工法									
						最終打撃方式	噴出攪拌方式													最終打撃方式	噴出攪拌方式	
支持層までの状態	表層近傍又は中間層にごく軟弱層がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	中間層にごく硬い層がある	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	中間層にれき径 50mm以下	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	中間層にれき径 50～100mm	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
	中間層にれき径 100～500mm	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
	液状化する地盤がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	地盤条件	支持層の状態	5m未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
			5～15m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			15～25m	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			25～40m	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
40～60m			×	×	×	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
60m以上		×	×	△	△	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	×	△	△		
土質		砂・砂れき (30 ≤ N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		粘性土 (20 ≤ N)	○	○	○	○	△	×	○	△	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
		軟岩・土丹	○	×	○	△	△	×	○	△	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
		硬岩	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	×	×	×	△	△	
傾斜が大さい、層面の凹凸が激しい等、支持層の位置が同一深度では無い可能性が高い	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
地下水の状態	地下水位が地表面近い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
	湧水量が極めて多い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
	地表より2m以上の被圧地下水	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
支持形式	地下水流速3 m/min以上	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
	支持杭	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
施工条件	摩擦杭	○	○	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○		
	水上施工	水深5m未満	△	○	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	△	△	○	
		水深5m以上	×	△	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	△	△	×	
	作業空間が狭い	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×	△	
	斜杭の加工	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	有害ガスの影響	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
周辺環境	振動騒音対策	○	×	×	△	△	○	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	隣接構造物に対する影響	○	×	△	△	△	○	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

○：適用性が高い △：適用性がある ×：適用性が低い

出典：『杭基礎設計便覧、平成27年3月、日本道路協会』P444

(4) 設計の基本

1) 基礎の安定照査に関する基本方針

- ・基礎の安定に関する照査では、鉛直荷重、水平荷重および転倒モーメントに対して耐荷性能を満足するとともに、基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留めること。
- ・基礎の設計にあたっては、抵抗要素及びその力学的特性を適切に考慮すること。

以下、基礎の安定に関する照査の考え方を示す。

① 永続作用支配状況及び変動作用支配状況における照査

- ・永続作用支配状況及び変動作用支配状況における各基礎の標準的な安定照査項目を表4-1-3に示す。今回の改定では、耐荷性能の照査と変位の制限に関する照査という2つに区分して規定がなされた。
- ・安定照査の基本的な内容と適用範囲の目安を表4-1-4に示す。

道示IV
P167～P175

表4-1-3 永続作用支配状況及び変動作用支配状況における各基礎形式の標準的な安定照査項目

基礎形式	変位の制限の照査			耐荷性能の照査		
	鉛直荷重	水平荷重	転倒モーメント	鉛直荷重	水平荷重	転倒モーメント
	・ I編 3.3に規定される①の作用の組合せ ・ IV編 8.2(3)2)に規定される作用の組合せ			・ I編 3.3に規定される①から⑩の作用の組合せ		
直接基礎	○	○	○	○	○	○
杭基礎	○*	○	-	○*	○	-
ケーソン基礎	○	○	-	○	○	-
鋼管矢板基礎	○*	○	-	○*	○	-
地中連続壁基礎	○	○	-	○	○	-
深礎基礎	○	○	-	○	○	-

*杭基礎及び鋼管矢板基礎については、押込み力及び引抜き力に対して照査を行う

道示IV P169

表4-1-4 永続作用支配状況及び変動作用支配状況における各基礎の安定照査の基本と設計法の適用範囲の目安

基礎形式	照査内容					基礎の属性評価	設計法の適用範囲を表すβLの目安			
	照査項目	照査位置	照査項目	照査位置	照査項目		1	2	3	4
直接基礎	偏心した鉛直力の作用位置	底面	地盤反力度	底面	せん断抵抗 [受動抵抗力]	剛体				
杭基礎	-	設計上の地盤面又は杭頭	支持力 引抜き抵抗力	設計上の地盤面又は杭頭	水平変位	弾性体	←			
ケーソン基礎	-	底面	地盤反力度	設計上の地盤面	水平変位	弾性体	←	→		
鋼管矢板基礎	-	設計上の地盤面	支持力 引抜き抵抗力	設計上の地盤面	水平変位	弾性体	←	→		
地中連続壁基礎	-	底面	地盤反力度	設計上の地盤面	水平変位	弾性体	←	→		
深礎基礎	-	底面	地盤反力度	設計上の地盤面	水平変位	弾性体	←	→		

[] : 前面地盤の水平掃括を期待する場合についての照査を行う。
 L : 基礎の有効埋入れ長さ (m)
 β : 基礎の特性値 (m⁻¹)、 $\beta = \frac{\sqrt{k_p D}}{4EI}$
 EI : 基礎の曲げ剛性 (kN・m²)
 D : 基礎の幅又は直径 (m)
 k_p : 基礎の水平方向地盤反力係数 (kN/m³) (β₀の算定には地盤の影響を含まない場合のk_pを用いる。)

道示IV P170

② レベル2地震動を考慮する状況における照査

- ・レベル2地震動を考慮する状況における照査項目を表4-1-5に示す。
- ・橋台基礎は、液状化が生じると判定される地盤上にある場合やレベル2地震動に対する橋台の荷重支持条件がレベル1地震動に対する橋台の荷重支持条件と異なる場合のみ、レベル2地震動を考慮する設計状況における照査を行う。
- ・直接基礎は、永続作用支配状況及び変動作用支配状況における安定の照査を満足すれば、レベル2地震動を考慮する設計状況に対する照査を行う必要はない。ただし、フーチングについては、変動作用支配状況等と比べて大きな断面力が生じるため、レベル2地震動を考慮する設計状況における部材の照査が必要となる。

表 4-1-5 レベル2地震動を考慮する設計状況における設計計算モデル及び限界状態

道示IV P172

	設計計算モデル	降伏及びその目安	塑性率の制限値	変位の制限値
基本方針	地盤抵抗及び基礎本体の塑性化、必要に応じて基礎の浮上りを考慮する。	基礎全体系として、可逆性を確保する。	橋としての機能の回復が容易に留める。	橋としての機能の回復が容易に行い得る程度に留める。
基礎形式	 <ul style="list-style-type: none"> ・杭頭がフーチングに剛結されたラーメン構造 ・杭の軸方向及び軸直角方向の抵抗特性はバイリニア型 ・杭体の $M-\phi$ 関係はバイリニア型又はトリリニア型 	上部構造の慣性力作用位置で水平変位が急増し始める。 [目安] ・全ての杭で杭体が塑性化する。 ・一列の杭の杭頭反力が押し込み支持力の上限值に達する。	橋脚基礎の場合の目安： 一般的な場合は4 斜杭を用いた場合は3 場所打ち杭の軸方向鉄筋にSD390又はSD490を用いた場合は2 橋台基礎の場合の目安： 橋脚基礎の塑性率の制限値から1減じた値	橋脚基礎において塑性化を考慮する場合には、基礎天端において、回転角0.02rad程度を目安としてよい。
	 <ul style="list-style-type: none"> ・基礎本体の $M-\phi$ 関係は線形（塑性化を考慮する場合はバイリニア型又はトリリニア型） ・6種類の地盤抵抗要素バイリニア) 	上部構造の慣性力作用位置で水平変位が急増し始める。 [目安] ・基礎本体が塑性化する。 ・基礎前面地盤の60%が塑性化する。 ・基礎底面の60%が浮上る。	橋脚基礎の場合は式(解11.9.3)による。 橋台基礎の場合は3が目安。	
		上部構造の慣性力作用位置で水平変位が急増し始める。 [目安] ・1/4の鋼管矢板が塑性化する。 ・1/4の鋼管矢板の先端地盤反力が極限支持力に達する。 ・鋼管矢板の先端地盤反力が極限支持力に達したものと浮上りを生じたものの合計が60%に達する。	橋脚基礎の場合は4、橋台基礎の場合は3が目安。	
		上部構造の慣性力作用位置での水平変位が急増し始める。	橋脚基礎の場合は式(解11.9.3)による。 橋台基礎の場合は3が目安。	
		上部構造の慣性力作用位置での水平変位が急増し始める。	(基礎が降伏しない範囲に留める。)	

2) 基礎の設計法の区分

- ・『道路橋示方書IV』の「9章から14章」に示す設計法は、各基礎形式の施工法、基礎の支持条件、荷重分担および基礎の剛性を考慮した設計計算モデルによるものであり、その適用範囲には限界がある。
- ・設計法の区分は主に構造形式および施工法による基礎形式の区分によるものとし、基礎と地盤の相対的な剛性を評価する βLe については、設計法の実用的な適用範囲を示す目安値として表4-1-4に示す。
- ・直接基礎とケーソン基礎・地中連続壁基礎・柱状体深礎基礎の設計法は、施工法によらず根入れ深さと基礎幅の比に応じ、表4-1-6のように区分できる。

表 4-1-6 直接基礎とケーソン基礎・地中連続壁基礎・柱状体深礎基礎の区分

基礎形式 \ L_e/B	0	1/2	1
直接基礎	←———●		
ケーソン基礎・地中連続壁基礎・柱状体深礎基礎	○———→		

ここに、 L_e ：基礎の有効根入れ深さ (m)

B ：基礎の短辺幅 (m)

(5) 支持層の選定

1) 支持層の選定条件

支持層は、以下に示す①及び②の条件を満足するように選定すること。

①長期的に安定して存在すること

- ・長期的に安定する地層とは、少なくとも斜面崩壊等、洗掘・浸食、液状化、圧密沈下の影響を受けないとみなせる地層とする。

②基礎を支持するための十分な地盤抵抗が得られること

- ・基礎を支持するために十分な強度及び剛性を有していること及び施工の乱れによって、これらが失われない地層とする。

2) 一般的な支持層の目安、留意点等

①粘性土層

- ・砂質土層に比べて大きな支持力が期待できない、沈下量も大きい場合が多いため支持層とする際には十分な検討が必要であるが、N値が20程度以上（一軸圧縮強度 q_u が0.4N/mm²程度以上）あれば支持層と考えてよい。

②砂質、砂れき層

- ・N値が30程度以上あれば支持層と考えてよい。
- ・砂れき層はれきを叩いて、N値が過大に出る傾向があるため、支持層の決定には十分留意すること。

③岩盤

- ・岩盤を支持層とする場合、一般にはC_L級以上の岩盤に支持させるのがよい。岩盤区分がD級の岩盤で、岩種や風化の程度によっては過大な沈下等が生じるおそれがあるため、慎重に判断する必要がある。なお、これまで収集した載荷試験における地盤調査結果を踏まえると、N値50以上の地層が深度方向に安定して連続するD級の岩盤では、支持層とみなすことができると考えられる。
- ・スレーキングが生じる岩盤や膨張性の岩盤、著しく風化した岩盤（風化花崗岩等）や亀裂が著しい岩盤等では、各種調査や載荷試験により基礎施工後の強度・変形特性を評価したうえで、支持層としての適性を判断する必要がある。
- ・地層構成が複雑な場合、例えば風化岩上部の強風化層の厚さや風化程度が様々な場合あるいは互層の場合には、調査位置や点数を増やして支持層深度等を適切に定める必要がある。
- ・地層の複雑度が高く支持力の評価が難しい場合には、載荷試験を実施して支持層深度の設定や支持力の評価を行うのがよい。

④支持層下に軟弱層、圧密層がある場合

- ・N値から判断して支持層と考えられる層でも、その層厚が薄くその下に相対的に弱い層又は圧密層がある場合には剛性が不足して沈下が生じる場合があるため、支持層として適切かどうか支持力と沈下についてその影響を検討しなければならない。
- ・一般に基礎底面から基礎幅の3倍の間に相対的に弱い層又は圧密層がある場合には、影響が生じる可能性があるため注意が必要である。

道示IV

P175～P178

杭基礎設計便
覧P. 156、R2. 9

(6) 地盤反力係数

基礎の設計を行うために実地盤を線形弾性バネモデルに置き換えて、基礎体を弾性床上的の梁、または剛体の問題として取り扱うことにより計算する。つまり、地盤は荷重を受けると変位が生じ、荷重（地盤反力度 p ）が大きくなると変位（ δ ）も増加する線形の比例関係にあるとみなす。

$$k = p / \delta \quad (\text{kN/m}^3)$$

基礎の安定計算をするためにはこの地盤反力係数を適切に評価することが重要となる。ところが、地盤が線形弾性体でなく、また、深さ方向に密度や圧縮性が変わるため、地盤が明らかな破壊を示さなくても、ある深度における地盤反力度—変位（ $p-\delta$ ）曲線は、図 4-1-2 のような非線形形状を示す。

地盤反力係数は変位とともに変化するが、着目する変位と地盤反力度の比をもって地盤反力係数と定義している。

道示IV編8.5.3で規定されている地盤反力係数は、基礎の地盤に対する静的な載荷状態を想定して定義したものであり、静的照査法による設計に用いる。動的解析に用いる地盤反力係数や固有周期の算出などに用いる地盤反力係数については、道示V編の規定による。

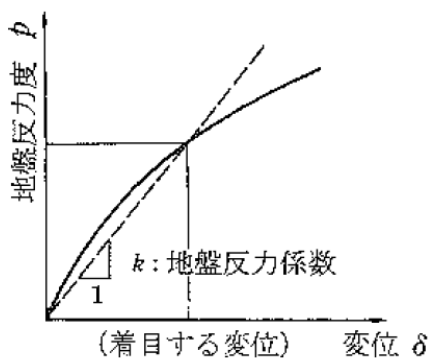


図 4-1-2 地盤反力係数

具体的な地盤反力係数の算定については、道路橋示方書IV8.5.3を参照のこと。

(7) 摩擦杭の適用

杭基礎は、杭先端の支持力を考慮するかどうかにより支持杭基礎と摩擦杭基礎に区分される。

長期的な基礎の変位を防止するためには一般的には支持杭基礎とすることが望ましいことから、道路橋示方書においては、支持杭基礎を基本とすることが規定されている。

ただし、支持層として評価できる層が地中深くにしか存在しない場合には、支持層への支持が施工上困難であったり、著しく不経済となったりすることから、摩擦杭の適用も検討すること。採用にあたっては、担当課と相談すること。

摩擦杭基礎の場合には、長期的な支持力特性の不確かさを考慮して、支持力の違いを考慮する係数 λf の値として0.70を標準としている。なお、次の全ての条件に該当する場合には、摩擦杭基礎であっても λf の値を支持杭基礎と同じく1.00とすることができる。ただし、これらの条件に該当する場合でも抵抗係数は0.80となる。

- ① 著しい地盤沈下が生じないこと及び将来とも予想されないこと。
- ② 杭の根入れ長が杭径の25倍（杭径1m以上の杭については25m）程度以上あること。
- ③ 粘性土地盤においては、杭の根入れ長の1/3以上が過圧密地盤に根入れされていること。

1-2 直接基礎

(1) 設計の基本

1) 直接基礎の安定に関する照査では、永続作用支配状況及び変動作用支配状況において①及び②を満足させること。

①基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留まる。

②鉛直荷重に対する支持、水平荷重及び転倒モーメントに対する抵抗に関して、必要な耐荷性能を有する。

2) 1)の照査を満足する直接基礎は、レベル2地震動を考慮する設計状況において、安定に関する限界状態1及び限界状態3を超えないとみなしてよい。

・レベル2地震動を考慮する設計状況では、基礎の浮上りにより、レベル1地震動を考慮する設計状況よりも大きな断面力がフーチングに作用するので、部材としての耐荷性能の照査は行う必要がある。レベル2地震動を考慮する設計状況も含めたフーチングの設計等については、道示IV編7.7の規定を満足させること。

3) 直接基礎の部材等の強度に関する照査では、地盤の特性等を考慮して算出した断面力に対して必要な耐荷性能を満足するため、道示IV編7.7の規定を満足させること。

(2) 設計計算手順

直接基礎の標準的な設計計算フローを図4-1-3に、安定照査の概要を表4-1-7に示す。設計計算の詳細については、道示IV編9章に準拠すること。

道示IV P199

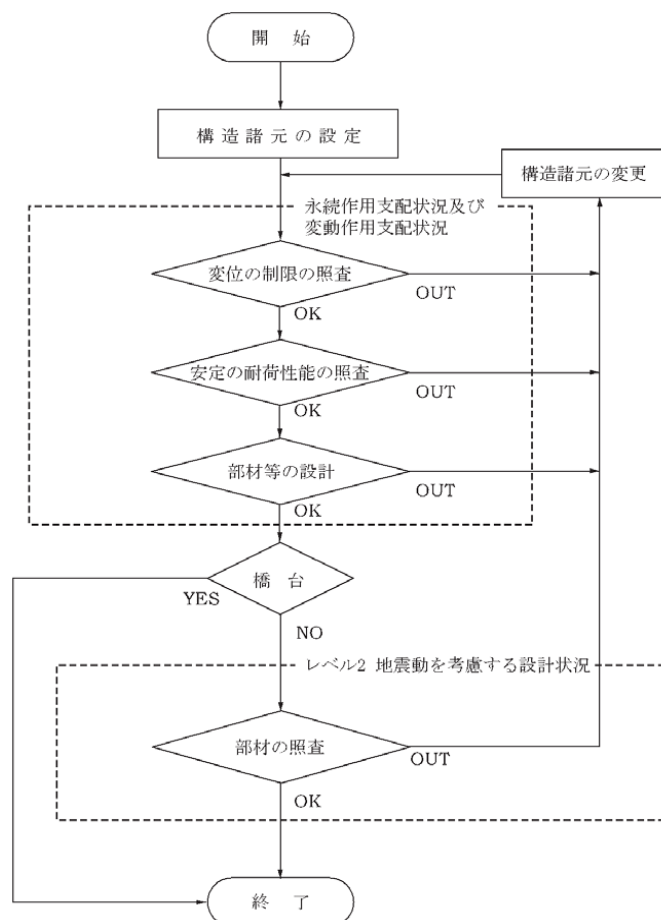


図 4-1-3 直接基礎の設計計算フロー

表 4-1-7 直接基礎の安定照査の概要

照査 ^{*1}		作用力等				
		鉛直荷重	水平荷重	転倒モーメント	上部構造から決まる変位 ^{*4}	
永続作用支配状況における変位の制限	照査に用いる工学的指標	基礎底面の鉛直地盤反力度	基礎底面地盤のせん断力 ^{*5}	偏心した鉛直力の作用位置	適切な位置における変位	
	照査意図	沈下の抑制	水平変位の抑制	不同沈下の抑制等	上部構造に影響を与える変位の抑制	
永続作用支配状況及び変動作用支配状況における耐荷性能	限界状態 ¹	照査に用いる工学的指標	基礎底面地盤の支持力(降伏支持力)等	— ^{*2}	偏心した鉛直力の作用位置	—
		照査意図	鉛直地盤抵抗の塑性化の抑制 基礎の応答の可逆性の確保)等	水平地盤抵抗の塑性化の抑制(基礎の応答の可逆性の確保)等	地盤抵抗の塑性化の抑制(基礎の応答の可逆性の確保)等	—
	限界状態 ³	照査に用いる工学的指標	— ^{*3}	基礎底面地盤のせん断力 ^{*5}	— ^{*3}	—
		照査意図	地盤の支持力の喪失防止等	地盤の水平抵抗力の喪失防止等	転倒防止	—

* 1 : 部材照査(耐荷性能の照査, 耐久性能の照査等)は別途実施。

* 2 : 限界状態 3 の照査で担保。

* 3 : 限界状態 1 の照査で担保。

* 4 : 上部構造から決まる変位の制限値が定められる場合に実施。

* 5 : 根入れ部分の地盤抵抗を考慮する場合には, その水平抵抗力も指標となる。

(3) 荷重分担

- 1) 鉛直荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力のみで抵抗させること。
- 2) 水平荷重は基礎底面地盤のせん断抵抗力のみで抵抗させることを原則とする。ただし、水平荷重を基礎底面地盤と根入れ部分の地盤との共同で分担させる場合には、両者の分担割合について十分検討しなければならない。

(4) 斜面上の直接基礎

斜面上の直接基礎には、下図の〔A〕段差なし基礎、〔B〕段切り基礎（段差基礎及び置き換え基礎）がある。基礎の安定上好ましいのは〔A〕段差なし基礎であるが、掘削土量が多くなる場合には、〔B〕段切り基礎を採用することになる。

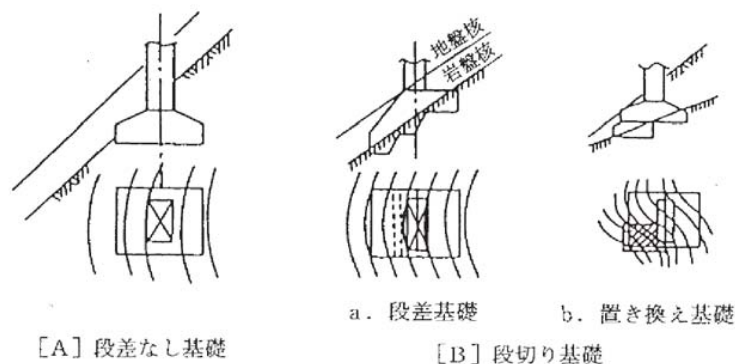


図4-1-4 斜面上の直接基礎の種類

段切り基礎のうち置き換え基礎は、支持地盤となりえない一部の不良地盤を取り除き、貧配合のコンクリートで置き換えることで、基礎と地盤との密着性を高めるとともに支持地盤としての機能を持たせることを目的としたものである。置き換える貧配合コンクリートは支持地盤の変形特性とはかなり異なることが考えられるため、置き換え面積が広がったり、置き換えの全高が厚いと、安定照査で用いた条件と大きく異なってくるので好ましくない。

斜面上の基礎の留意点を下記に示す。

- ・支持層が比較的浅い位置にある直接基礎の場合、基礎の下側にある斜面の崩壊や侵食に伴って基礎を支持する層の変形や喪失が生じ、基礎の沈下等の不具合が発生するほか落橋に至った事例も報告されている。このような条件においては、斜面の崩壊・侵食等による支持特性への影響を考慮して、支持層や基礎形式・形状を慎重に定めること。
- ・斜面上の直接基礎の安定性は支持地盤の影響に大きく左右されるため、ボーリング等により調査を十分に行い、より正確な支持地盤の傾斜を推定すること。
- ・山岳地に設置することになるため切土等施工時の斜面安定を確保することに十分留意すること。

以下、「設計要領：西日本高速道路株」における斜面上の直接基礎の考え方を参考までに示す。なお、図4-1-5に示すように、斜面変状が生じると考えられる箇所への下部構造の設置を避ける（基礎の直下の強度だけでなく、広い範囲の地層や亀裂等を調査して設置位置を選定）ことが大前提であるため、図4-1-7に示す斜面上の直接基礎における前面余裕幅の考え方を適用する際は、十分留意すること。

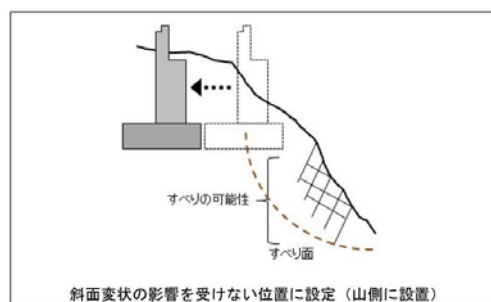


図4-1-5 下部構造の設置位置に関する留意点

- (1) 斜面上に直接基礎を設ける場合は、地山や永久のり面をいたずらに乱さないように設計上十分留意する。
- (2) 段切り基礎の場合は、段差フーチング形式を標準とする。
- (3) 段差フーチング及び置換え基礎の段差高さ、段差数及び各段平面部分の幅は、現地の状況や地層の傾斜状況に十分配慮して決定しなければならない。

(1) (2)斜面上の直接基礎とは図4-1-4に示すような、基礎地盤が 10° 以上傾斜した箇所に設ける段差なしフーチング基礎と段切り基礎をいうものとする。段切り基礎はフーチング構造上から更に段差フーチング基礎と置換えコンクリート基礎に分類される。斜面上に直接基礎を設ける場合には、掘削土量を極力少なくすることが望ましく、掘削土量が多くなる場合は段切り基礎を設けてもよい。

段切り基礎の中で置換え基礎は、本来、支持地盤たり得ない不良地盤を取除き、貧配合のコンクリートで置換え、支持地盤としての機能を持たせることを主な目的としたものである。したがって、段切り基礎としては、段差フーチング基礎とするのが望ましい。段差フーチングは、一方向のみとするのがよい。

なお、置換え基礎を用いる場合は、全体の安定が損なわれないようにすることを原則とする。

上述したように置換え基礎は、不良地盤に替わるコンクリート基礎であることから、置換えコンクリートの強度はなるべく基礎地盤の強度と同程度とするのが望ましい。また、不良地盤の基礎底面に占める割合が大きいと基礎地盤としては、不適であると考えられることから、置換え基礎の範囲を制限したものである。置換え基礎の範囲について一般的には次のように制限している例が多い。

○一方向の場合： $1/3$ （置換え面積と基礎面積の比）以下

○二方向の場合： $1/4$ （置換え面積と基礎面積の比）以下

また、

○段差フーチングの段差高さは、1段につき、3.0m以下とし段数は2段まで（6.0m以下）とするのがよい。

○置換え基礎の全高は、3.0m以下とし段差は1段までとするのがよい。

H28. 9. 16

事務連絡

「平成28年
熊本地震を踏
まえた橋の耐
震設計に関す
る留意点につ
いて」

設計要領第二
集 (H28. 8)
西日本高速道
路 (株)

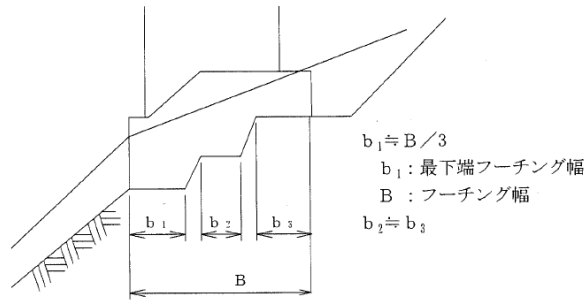
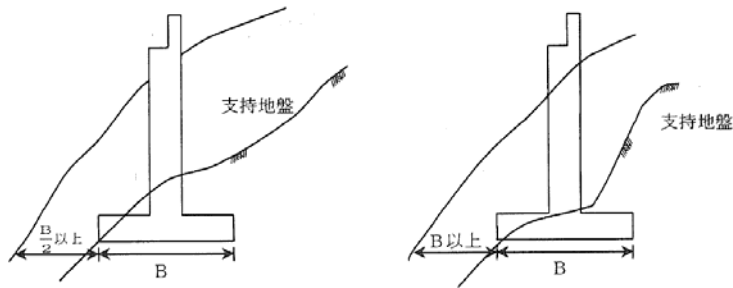


図 4-1-6 段差フーチングの寸法決定方法の例

斜面上の基礎の位置の例を図 4-1-7 に示す。ただし、岩盤以外の良好な支持地盤でも現地の状況を勘案した上で図 4-1-7 を参考とし、適切な位置に設けるのがよい。



(a) 支持層が堅固な岩盤の場合

(b) 支持層が良好な場合

図 4-1-7 斜面上の直接基礎位置の例

(5) 基礎底面地盤の鉛直地盤反力度の制限値

直接基礎の照査に使用する鉛直地盤反力度の制限値を下記に示す。

- 1) 支持層が粘性土地盤、砂地盤又は砂れき地盤の場合（表4-1-8）

表4-1-8 基礎の変位を抑制するための基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値 (kN/m²)

道示IV P202

地盤の種類	鉛直地盤反力度の制限値
粘性土	200
砂	400
砂れき	700

- 2) 支持層が岩盤の場合（表4-1-9）

- ・基礎の変位を抑制するための基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値を表4-1-9の『9.5.1の変位の制限の照査』に示す。
- ・鉛直荷重に対する支持の限界状態1を照査（耐荷性能の照査）するための基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値を表4-1-9の『9.5.2の耐荷性能の照査』に示す。

岩盤においては、表4-1-9に示す母岩の一軸圧縮強度を目安として、制限値を選定する。

表 4-1-9 基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値に関する岩盤の種類を目安

道示IV P211

岩盤の種類		基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値 (kN/m ²)		目安とする値	
		9.5.1の変位の制限の照査	9.5.2の耐荷性能の照査	一軸圧縮強度 (MN/m ²)	孔内水平載荷試験による変形係数 (MN/m ²)
硬岩	亀裂が少ない	2,500	3,750	10 以上	500 以上
	亀裂が多い	1,000	1,500		500 未満
軟岩		600	900	1 以上	

1-3 杭基礎

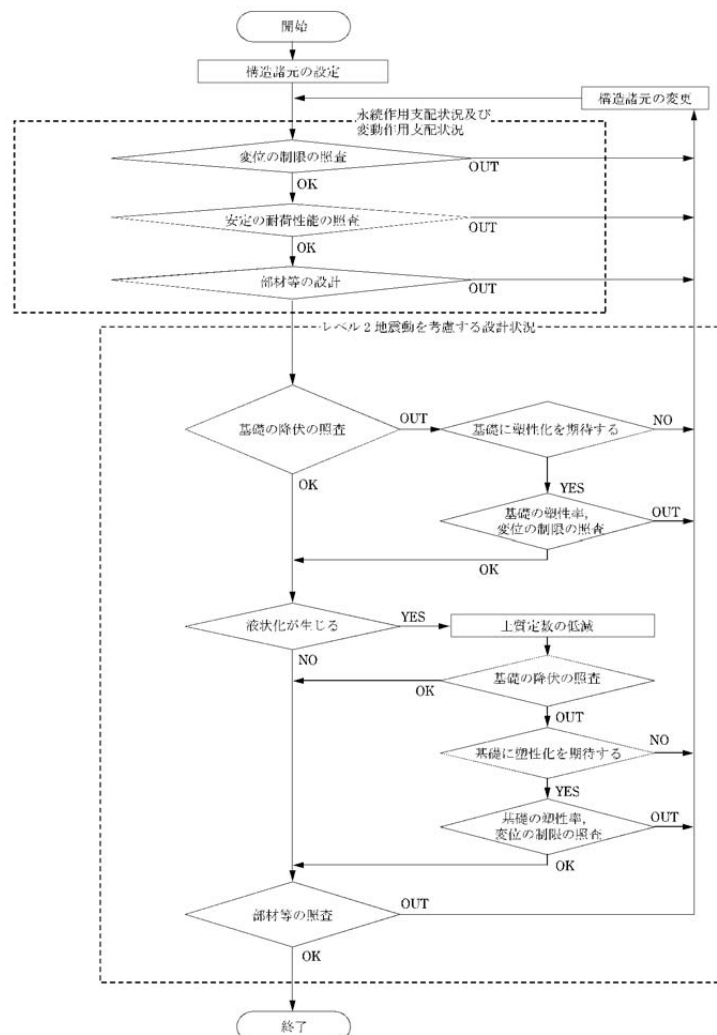
(1) 設計の基本

- 1) 杭基礎の安定に関する照査では、永続作用支配状況及び変動作用支配状況において、①及び②を満足させること。
 - ① 基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留まる。
 - ② 杭の軸方向押し込み力に対する支持及び引抜き力に対する抵抗並びに水平荷重に対する抵抗に関して、必要な耐荷性能を有する。
- 2) 杭基礎の部材等の強度に関する照査では、永続作用支配状況及び変動作用支配状況において、地盤の特性等を考慮して算出した断面力に対して必要な耐荷性能を満足するため、『道示IV編10.8部材及び接合部の設計』の規定を満足させること。
- 3) 杭基礎は、レベル2地震動を考慮する設計状況において、必要な耐荷性能を満足するため、『道示IV編10.9レベル2地震動を考慮する設計状況における設計』の規定を満足させること。

道示IV P227

(2) 設計計算手順

橋脚の杭基礎の標準的な設計計算フローを図4-1-8に、杭基礎の照査の概要を表4-1-10に示す。設計計算の詳細については、道示IV編10章に準拠すること。



道示IV P230

図 4-1-8 橋脚の杭基礎の設計計算フロー

表 4-1-10 杭基礎の照査の概要

(a) 耐荷性能等の照査

i) 永続作用支配状況及び変動作用支配状況における安定照査

照査		作用力等			
		軸方向押し込み力及び引抜き力	水平荷重	上部構造から決まる変位 ^{*2}	
永続作用支配状況における変位の制限	照査に用いる工学的指標	地盤から決まる杭の支持力及び引抜き抵抗力	設計上の地盤面又はフーチング下面における水平変位	適切な位置における変位	
	照査意図	沈下及び引抜きの抑制	水平変位の抑制	上部構造に影響を与える変位の抑制	
永続作用支配状況及び変動作用支配状況における耐荷性能	限界状態 1	照査に用いる工学的指標	地盤から決まる杭の支持力及び引抜き抵抗力 (降伏支持力及び降伏引抜き抵抗力)	設計上の地盤面又はフーチング下面における水平変位 (地盤から決まる杭の降伏水平変位)	
		照査意図	鉛直地盤抵抗 (押し込み・引抜き) の塑性化の抑制 (基礎の応答の可逆性の確保) 等	水平地盤抵抗の塑性化の抑制 (基礎の応答の可逆性の確保) 等	
	限界状態 3	照査に用いる工学的指標	— ^{*1}	— ^{*1}	—
		照査意図	地盤の支持力、抵抗力の喪失防止等	地盤の水平抵抗力の喪失防止等	—

* 1: 限界状態 1 の照査で担保。

* 2: 上部構造から決まる変位の制限値が定められる場合に実施。

ii) 永続作用支配状況及び変動作用支配状況における部材照査 (杭体)

照査		作用力 ^{*1}							
		軸力及び曲げモーメント				せん断力			
		鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭	SC 杭	場所打ち杭	PHC 杭	鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭	SC 杭	場所打ち杭	PHC 杭
永続作用支配状況における耐荷性能の前提	照査に用いる工学的指標	鋼材の圧縮・引張応力度	—	—	鋼材のせん断応力度	コンクリートのせん断応力度			
	照査意図	耐荷性能の前提となる構造の確保	—	—	耐荷性能の前提となる構造の確保	耐荷性能の前提となる構造の確保			
永続作用支配状況及び変動作用支配状況における耐荷性能	限界状態 1	照査に用いる工学的指標	鋼材の応力度 (降伏強度)	曲げモーメント (降伏曲げモーメント)	コンクリートの圧縮・引張応力度	— ^{*2}	— ^{*2}	— ^{*2}	コンクリートの斜引張応力度
		照査意図	部材抵抗の可逆性の確保						
	限界状態 3	照査に用いる工学的指標	— ^{*3}	— ^{*3}	曲げモーメント (破壊抵抗曲げモーメント)	鋼材のせん断応力度	せん断力		
		照査意図	部材抵抗の喪失防止						

* 1: 場合によっては、これら以外の作用に対しても照査を実施 (ねじりモーメントなど)。

* 2: 限界状態 3 の照査で担保。

* 3: 限界状態 1 の照査で担保。

表 4-1-10 杭基礎の照査の概要

iii) レベル 2 地震動を考慮する設計状況における照査

照査			基礎全体系の照査 ^{*1}	
レベル 2 地震動を考慮する設計状況における耐荷性能	限界状態 1	杭基礎に塑性化を考慮しない	照査に用いる工学的指標	上部構造の慣性力作用位置における水平変位 (基礎の降伏変位)
			照査意図	基礎全体系の挙動の可逆性の確保
	限界状態 2	杭基礎に塑性化を考慮する	照査に用いる工学的指標	基礎の塑性率及びフーチング底面位置の回転角 ^{*2}
			照査意図	基礎に生じる損傷が橋としての機能の回復が容易に行い得る程度に留まる等
	限界状態 3		照査に用いる工学的指標	- ^{*3}
			照査意図	基礎の抵抗力の喪失防止

- * 1: 杭体のせん断等の部材照査を別途実施。
- * 2: 目安として提示。
- * 3: 限界状態 1 又は限界状態 2 の照査で担保。

(b) 耐久性能の照査

照査		作用力							
		軸力及び曲げモーメント				せん断力			
		鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭	SC 杭	場所打ち杭	PHC 杭	鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭	SC 杭	場所打ち杭	PHC 杭
Ⅲ編 6.3.2(2)に規定する作用の組合せに対する耐久性能*	照査に用いる工学的指標	-	コンクリートの圧縮応力度	コンクリートの圧縮応力度及び鉄筋の引張応力度	コンクリートの圧縮応力度及び引張応力度並びに PC 鋼材の引張応力度	-		鉄筋の引張応力度	斜引張応力度
	照査意図	疲労損傷の防止等							

*: 疲労のほか、鋼材の腐食に対しても設計。

(3) 荷重分担

- 1) 鉛直荷重は、杭のみで抵抗させることを原則とする。
- 2) 水平荷重は、杭のみで抵抗させることを原則とする。
ただし、杭とフーチング根入れ部分と共同で分担させる場合には、両者の分担割合について十分検討しなければならない。

(4) 杭の配列

- 1) 杭の配列は、基礎上の橋脚又は橋台の形状及び寸法、杭の寸法及び本数、群杭の影響、施工条件並びに斜杭の適用等を考慮し、永続作用に対して過度に特定の杭に荷重が集中せず、できる限り均等に荷重を受けるように定めること。
- 2) 杭は、永続作用支配状況において引抜きが生じないように配列することを標準とする。
- 3) 杭間隔が杭径の 2.5 倍未満となる場合には、群杭としての影響を考慮すること。

(5) 杭の水平変位の制限値

1) 永続作用支配状況における基礎の変位の制限の照査に使用する杭の水平変位の制限値を下記に示す。

① 橋脚基礎の場合

- ・杭の水平変位の制限値は、杭径の1%に相当する値とする。
- ・ただし、最小値は15mm、最大値は50mmとする。

② 橋台基礎の場合

- ・杭の水平変位の制限値は15mmとする。

2) 永続作用支配状況及び変動作用支配状況における耐荷性能照査（水平荷重に対する抵抗の限界状態1に対する照査）における杭の水平変位の制限値を下記に示す。

① 橋脚基礎の場合

$$d_d = \xi_1 \Phi_Y d_y$$

ここに、

d_d : 橋脚基礎の杭の水平変位の制限値 (mm) で、 $15 \leq d_d \leq 50$

ξ_1 : 調査・解析係数 で、0.80

Φ_Y : 抵抗係数 表 4-1-11 に示す値

d_y : 地盤から決まる杭の降伏水平変位の特性値 (mm)

打込み杭工法、場所打ち杭工法、中掘り杭工法、プレボーリング
 施工法又は回転杭工法においては杭径の5%、鋼管ソイルセメント
 杭工法においてはソイルセメント柱径の5%とする。

道示IV

P235～P236

道示IV

P254～P255

表4-1-11 調査・解析係数

地盤の変形係数の推定方法		ξ_1
杭の水平載荷試験により求める場合		0.95
標準貫入試験に加えて室内試験又は孔内水平載荷試験を行って求める場合		0.90
標準貫入試験のみから求める場合	N値が5以上の砂質土	0.85
	N値が5以上の粘性土	0.80
	N値が5未満	0.75

② 橋台基礎の場合

- ・杭の水平変位の制限値 d (mm) は杭径の1%で $15 \leq d \leq 50$ とする。
- ・鋼管ソイルセメント杭における d (mm) はソイルセメント柱径の1%で、 $15 \leq d \leq 50$ とする。

3) 杭の水平変位の照査位置

- ・設計上の地盤面がフーチング下面以下の場合：設計上の地盤面
- ・設計上の地盤面がフーチング下面より上の場合：フーチング下面すなわち杭頭位置

(6) 支持層および根入れ

杭基礎のうちの支持杭基礎、鋼管矢板基礎又は地中連続壁基礎を選定した場合には、基礎先端を支持層に根入れさせなければならない。

① 支持杭基礎の場合

- ・杭先端の支持層（1-1-(5)参照）への根入れ深さは、杭工法によっても異なるが、設計では少なくとも杭径程度確保するのが基本となる。
- ・地盤調査結果等に基づき設定した支持層の深さには、地盤調査の頻度や地盤の不均一性等による誤差が含まれていることを考慮し、杭長はある程度の余裕を見込み、0.5m刻み程度で決定するのがよい。

② 鋼管矢板基礎の場合

- ・打込み工法又は中掘り工法による先端支持とし、また井筒部の下端拘束を地盤により期待する構造体であるため、支持層への根入れが必要となる。
- ・支持層の著しい傾斜や不陸は、鋼管矢板長の極端な長短の発生や高止りの原因となり、本基礎の井筒としての機能に支障をきたす場合もあるため、鋼管矢板基礎では、特に十分な地盤調査を行い支持層の状況を確認しておくこと。

③ 地中連続壁基礎の場合

- ・地中連続壁基礎は、ケーソン基礎と比較して基礎周面の摩擦抵抗が大きいいため、底面支持の割合は小さくなる。ただし、基礎の長期的な変位の防止や同じ基礎の平面寸法に対し支持力を有利に、また確実に発揮させるために、先端は支持層に根入れさせること。
- ・支持層への根入れ深さは、場所打ち杭に準じ壁厚程度以上を確保すること。

(7) 薄層に支持された杭

薄層に支持された杭の先端支持力の評価については、杭基礎設計便覧『参考資料 5. 薄層に支持された杭の先端支持力の評価』に準拠すること。

道示IV P182

杭基礎設計便
覧 R2. 9
P. 459-P. 466

(8) 盛りこぼし橋台

道路条件から、やむを得ず盛りこぼし橋台を採用する場合には、以下の点に留意すること。

比較的地盤がよい条件でも盛りこぼし橋台のように高い盛土上に橋台を設置した場合、地震時等に変状が生じることがある。このような場合、橋台本体のみでなく盛土部の耐震性も考慮したうえで橋台の設置位置や形状等を検討する必要があるが、高盛土は施工を厳密に行っても長期的な変形や地震動によって沈下や変位などの変状が生じるおそれがある。

このため、基礎を含めた橋台の設計にはあらかじめ盛土の変状を考慮することがよい。特に地震後の救援活動・復旧活動等で重要な役割を求められる路線の橋などでは、盛土部の沈下に対し配慮することなくこのような構造を用いることは望ましくない。

なお、盛りこぼし橋台を採用する場合は、盛土材料、施工管理、排水条件等により地盤反力係数等が変わり橋の性能にも影響を及ぼすこととなるため、想定する施工条件に応じて適切に地盤反力係数等を設定するとともに、前提となる施工管理等の条件を明らかにして設計図等に明記する必要がある。

道示IV P190

(9) 岩盤に対する杭の支持力

岩盤に対する杭の支持力に関しては、標準的な推定式を示すに至っていない。このため、岩盤に対する支持力については、鉛直載荷試験を実施して評価を行うことがよい。ただし、軟岩を支持層とする打込み鋼管杭については、支持力推定方法（案）が参考資料5に示されている。また、場所打ち杭工法、中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）鋼管ソイルセメント杭工法及びプレボーリング杭工法については、複数の鉛直載荷試験が行われ、既往の支持力推定式との比較等の分析も行われている。また、これらの杭工法では支持力の信頼性を確保するための施工管理方法や適用条件についても一定の知見が得られてきている。これらの知見は、杭基礎設計便覧参考資料『4. 杭の先端支持力推定式が規定されていない条件における支持力の推定と適用条件』に示されている。ただし、岩盤の条件によっては想定する支持力が得られない可能性があるため、こうした条件では支持層の見直しや鉛直載荷試験の実施など慎重に検討を行う必要がある。一方、載荷試験結果と推定値との比較結果では、試験値が推定値を大きく上回る事例も少なくないため、良好な岩盤で高い支持力が期待される場合には、鉛直載荷試験を事前に行うことにより、合理的な設計を行うのがよい。

道示IV P244

杭基礎設計便覧 R2.9
P. 448-P. 458

載荷試験を行い先端支持力を大きく設定することにより、全体工事費（試験費を含む）の縮減が図れる場合には、本局担当課に相談すること。

(10) 既製杭の搬入長

現場に搬入する杭1本の標準長さは12m以下とするのが良い。

(11) PHC 杭の構造細目

1) 寸法と材質

PHC杭は、JISA5373（プレキャストプレストレストコンクリート製品）付属書Eの規格に適合するものを標準とする。

2) 鋼材の最小かぶり

PHC杭は、鋼材の最小かぶりを設計径の外周から15mmとする場合には、内部鋼材の腐食に対して部材の耐久性能を確保しているとみなしてよい。

3) 杭の先端

PHC杭の先端は、開口型を標準とし、打込みに対して十分安全であるとともに地盤に適合した構造としなければならない。

4) 杭の継手

- ・継手は、断面の余裕、地盤の剛性変化及び腐食等を考慮し、その影響が少ない所に設けなければならない。やむを得ず腐食が心配されるような位置に継手を設ける場合は、十分な防食を施す必要がある。
- ・継手は、所要の強度、剛性及び形状を有し、施工性を考慮した構造としなければならない。

5) 杭頭部とフーチングの接合部

- ・杭とフーチングの接合部は、剛結とみなせる構造としなければならない。
- ・PHC杭の杭頭部を切断する場合には、必要に応じてあらかじめ杭頭部に杭体内補強鉄筋を配置しなければならない。
- ・杭頭切断によるPC鋼材の応力減少範囲は、PC鋼材径の50倍とする。
- ・杭体内補強鉄筋配置は、鉄筋のかぶり、あき、PC鋼材の配置及び杭頭切断によるPC鋼材の応力減少範囲による定着長を考慮して検討する。

6) 十分なせん断耐力及び変形能の確保のための構造細目

- ・PHC杭において地震時に杭体が塑性化すると考えられる範囲には、下式を満足する量のスパイラル鉄筋を中心間隔100mm以下で配置しなければならない。

$$\rho_s \sigma_y \geq 2.45$$

ここに、

ρ_s : スパイラル鉄筋の体積比で、充実断面として下式により算出

σ_y : スパイラル鉄筋の降伏強度の特性値 (N/mm²)

$$\rho_s = \frac{4A_h}{sd} \leq 0.018$$

A_h : 横拘束鉄筋 1 本あたりの断面積 (mm²)

s : 横拘束鉄筋の間隔 (mm)

d : コンクリートの横拘束効果を考慮するための横拘束鉄筋の有効長 (mm)

(12) 鋼管杭の構造細目

1) 寸法と材質

鋼管杭は、JISA5525（鋼管ぐい（SKK400、SKK490））の規格に適合するものを標準とする。

鋼管杭の各部の厚さは強度計算上必要な厚さに腐食による減厚を加えたものとし、最小肉厚は9mmとする。

- ① 鋼管の長さは輸送方法、施工機械の能力、現場溶接箇所数等を考慮して決定し、一般に単管の標準長さは6m以上12m以下で、0.5m刻みとするのがよい。



図 4-1-9 継ぎ杭の呼び名図

上記以外の鋼管杭でも所要の試験等を実施し、同等以上の性能を有することが確認できる場合は同等のものとして扱ってよい。

- ② 鋼管杭の各部板厚は圧縮、引張、曲げ、せん断など、設計上杭に生じるすべての応力に対し安全な厚さに腐食減厚を加えた値以上とする。

鋼管杭の外径と板厚の範囲は表 4-1-12 を参考とするのがよい。

施工時に杭体に偏打等による座屈が生じる恐れのない中掘り杭工法に用いる鋼管杭の板厚は、鋼管の取扱い性や運搬性などを考慮し、 t/D （板厚と鋼管径の比）が1%以上且つ9mm以上としてよい。

表 4-1-12 打撃工法に用いる鋼管杭の径と板厚の範囲

呼 び 径 (mm)	板厚の範囲 (mm)
400	9 ~ 12
500	9 ~ 14
600 ~ 800	9 ~ 16
900 ~ 1100	12 ~ 19
1200 ~ 1400	14 ~ 22
1500 ~ 1600	16 ~ 25
1800 ~ 2000	19 ~ 25

2) 杭先端の補強

杭先端部に取付ける補強バンドの標準を図 4-1-10 に示す。この補強バンドは、サイドフリクションを減少させる働きをするので、その肉厚が 9 mm を超える場合には、周面摩擦力の減少について検討する必要がある。

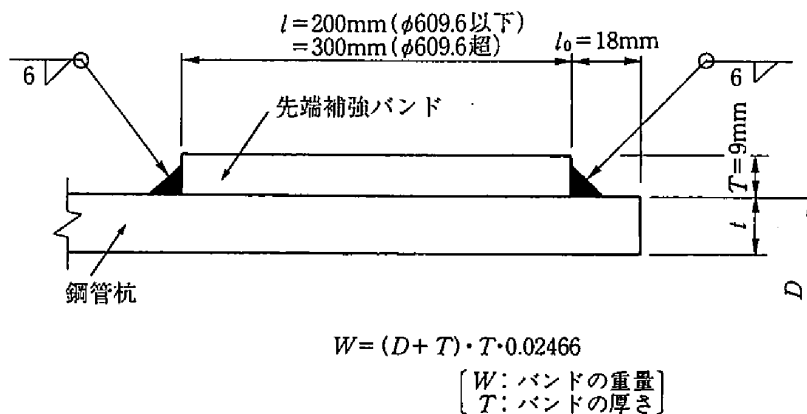


図 4-1-10 補強バンド取付部標準図

3) 杭の継手

① 現場継手標準形状寸法

鋼管杭の継手は一般的には半自動溶接法によることが多く、この場合は図4-1-11に示す構造を標準とする。

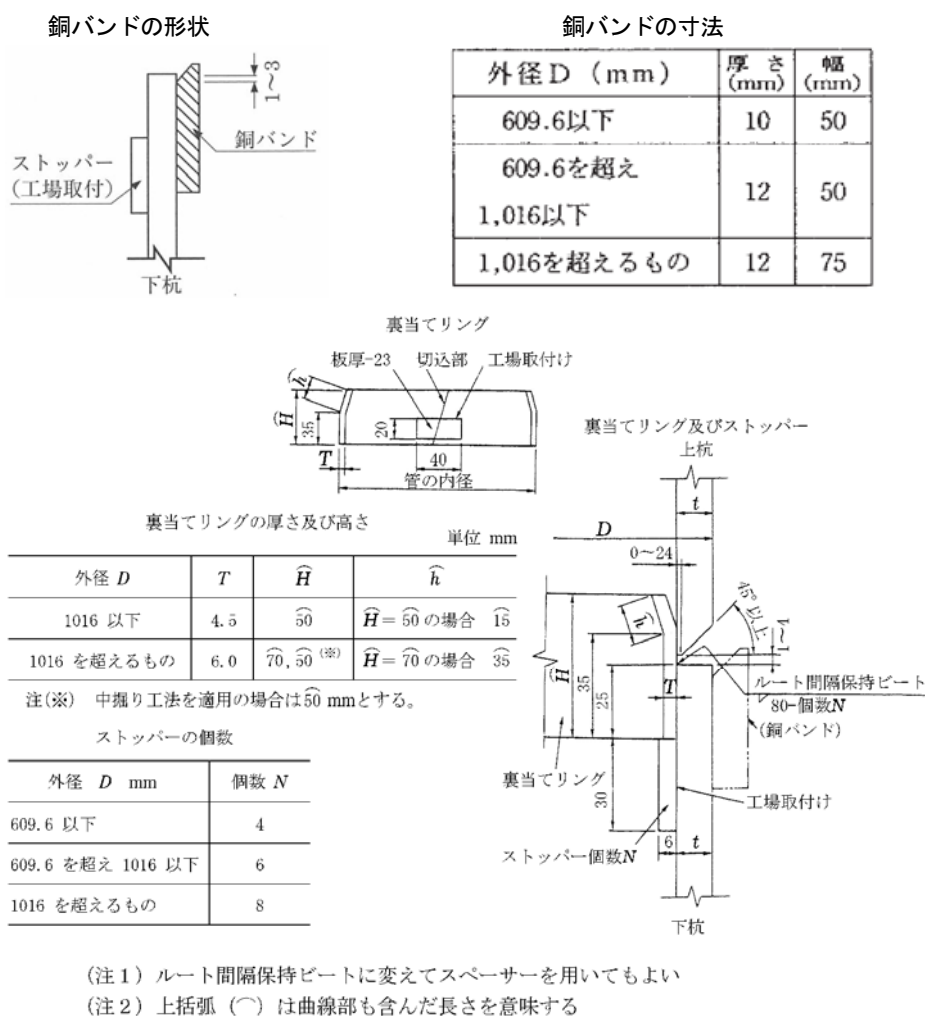
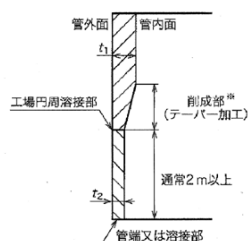


図 4-1-11 鋼管杭の半自動溶接現場継手標準形状寸法

② 断面変化部の構造

- 鋼管杭の板厚変化は、極端な断面変化による応力集中の影響を考慮して、杭どうしの板厚変化の最大値は7mmとする。
- 断面変化部の構造としては、JIS A 5525に図4-1-11に示す構造が示されているので、参考にする。



※ 素管の内側の削成部の長さは、 $4(t_1 - t_2)$ 以上とする。ただし、 $(t_1 - t_2)$ が 2 mm 以下のとき、又は工場円周溶接部を内外面溶接とする場合で $(t_1 - t_2)$ が 3 mm 以下のときは、満たなくてもよい。

図 4-1-12 断面変化部の構造

現場で連結する単管外面の目違い（以下、現場円周溶接部の目違いという）の許容値は表 4-1-12 のとおりとする。

表 4-1-12 現場円周溶接部の目違いの許容値

JIS A 5525

外 径	許容値	摘 要
700mm未満	2 mm以下	上ぐいと下ぐいの外周長の差で表わし、その差を $2\text{ mm} \times \pi$ 以下とする。
700mm以上 1016mm以下	3 mm以下	上ぐいと下ぐいの外周長の差で表わし、その差を $3\text{ mm} \times \pi$ 以下とする。
1016mmを越え 2000mm以下	4 mm以下	上ぐいと下ぐいの外周長の差で表わし、その差を $4\text{ mm} \times \pi$ 以下とする。

備考1 外形 2000mm を超えるもの、及び t/D が 1.0% 未満のものは、あらかじめ受渡当事者間の協定による。

2 この許容値に適合させるために一部又は全部の単管の組合せをあらかじめ決める必要がある場合は、現場作業に誤りのないようにするために組み合わせる単管の番号又は記号を付けておかなければならない。

③ 鋼管杭の腐食

鋼管杭の腐食減厚は、海水や鋼の腐食を促進させる工場排水などの影響を受けない場合で、腐食調査も行わずまた腐食処理も施さないときは、常時水中および土中にある部分（地下水にある部分も含む）について一般に 1 mm の腐食しるを考慮するのがよい。

海水または鋼の腐食を促進させる工場排水などの影響を受ける部分および常時乾湿を繰り返す部分は十分な防食処理を行わなければならない。腐食しるを考慮した場合は、設計に用いる有効直径は下式のようなになるので注意を要す。

$$\text{有効直径} = (\text{くい径} - \text{腐食しる})$$

道示IV

P302～P303

(13) SC 杭の構造細目

SC 杭の構造細目については、『道示IV編 10.10.3 SC 杭』によること。

道示IV P307

(14) 鋼管ソイルセメント杭の構造細目

鋼管ソイルセメント杭の構造細目については、『道示IV編 10.10.4 鋼管ソイルセメント杭』によること。

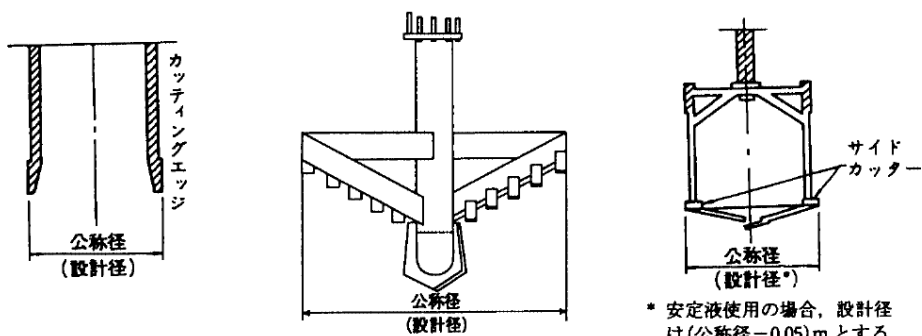
道示IV P309

(15) 場所打ち杭の構造細目

1) 設計径

場所打ち杭の設計径は原則として公称径を用い、0.8m 以上で 0.1m 刻みとする。ただし、アースドリル工法において安定液を使用する場合においては、設計径は公称径から 0.05m 減じた値とする。

道示IV
P310～P314



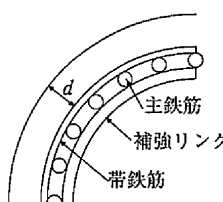
2) 鉄筋かぶり

- ① 鉄筋のかぶりは、工法、使用機械、地山の凸凹、鉄筋かごの建込み等の施工性及び施工精度、内部鋼材の腐食や水中で施工するコンクリートに対する耐久性能の確保等を考慮して決定する。
- ② [道示IV編] に規定されている水中にコンクリートを打設する場所打ち杭における設計上確保する鉄筋のかぶり 120mm は、鉄筋の最外面から設計径の外周及び杭先端のコンクリート表面までの距離である。(表 4.1.13)
- ③ 杭先端のかぶりは、図 4-1-13 に示すようにオールケーシング工法では、先端の井桁筋を下方に伸ばし、リバース工法、アースドリル工法では先端にコンクリートブロックやスペーサーを取り付けて確保する。

杭基礎設計便
覧 P394-395、
R2.9

杭基礎施工便
覧 P298、R2.9

表 4-1-13 鉄筋のかぶり d の寸法

工法	図に示すかぶり d の寸法	
オールケーシング工法	120mm 以上	
リバース工法		
アースドリル工法		

杭基礎設計便
覧
P395、R2.9

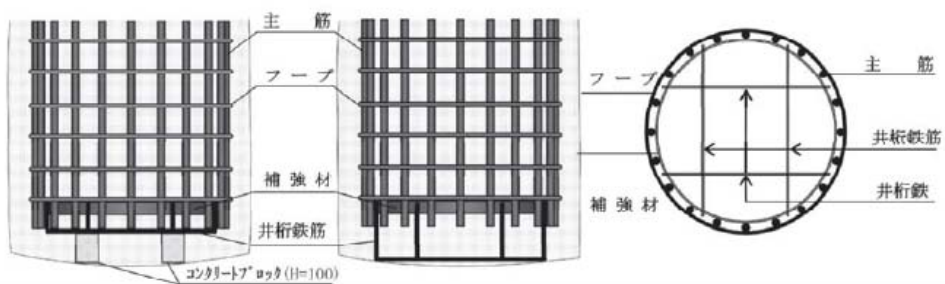


図 4-1-13 先端かぶり確保の例

杭基礎施工便
覧
P298、R2.9

3) 場所打ち杭の軸方向鉄筋の配筋細目

① 軸方向鉄筋の鉄筋量、寸法、間隔

- ・ 軸方向鉄筋は異形鉄筋を使用する。
- ・ 軸方向鉄筋の鉄筋量、寸法、間隔は表 4-1-14 による。
- ・ 軸方向鉄筋は一重配筋とし、フックをつけなくてよい。
- ・ 軸方向鉄筋は定尺物 (3.5m~12.0m まで 50cm 単位) を使用するよう配慮し、端数調整は最下端の鉄筋で行う。
- ・ 軸方向鉄筋の最大中心間隔については、道示Ⅳ編では特に規定していないが、太径の鉄筋を用いて鉄筋間隔を大きくとることは鉄筋コンクリート部材として望ましくないことから、300mm 程度以下とする。

道示Ⅳ

P310~P312

杭基礎設計便覧

P395、R2.9

表 4-1-14 軸方向鉄筋

項目	最大	最小
鉄筋量	6%	0.4%
鉄筋径	一般には 35 mm 程度	22 mm
純間隔	300 mm 程度※	鉄筋径の 2 倍以上, または粗骨材最大寸法の 2 倍の大きい方
鉄筋本数	—	6 本
鉄筋長	12.0 m	3.5 m

※鉄筋中心間隔を表す。

② 軸方向鉄筋の継手

- ・ 軸方向鉄筋の継手は、原則として重ね継手とする。
- ・ 継手位置は、杭体応力度の大きい箇所や深度方向に地盤の剛性が著しく異なるような箇所を避けるものとする。
- ・ 引張鉄筋の重ね継手は、下記に示す道示Ⅲ編式 (5.2.1) により求めた長さ以上の重ね継手が必要である。

$$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4\tau_{0a}} \cdot \phi$$

ここに、 l_a : 付着応力度より算出する重ね継手長 (mm)

σ_{sa} : 鉄筋の引張応力度の基本値 (N/mm²) で、表 4-1-15 による。

τ_{0a} : コンクリートの付着応力度の基本値 (N/mm²) で、表 4-1-16 による。

ϕ : 鉄筋の直径 (mm)

表 4-1-15 鉄筋の引張応力度の基本値 (N/mm²)

作用・部材の条件	鉄筋の種類		
	SD345	SD390	SD490
重ね継手長又は定着長を算出する場合の鉄筋の引張応力度	200	230	290

道示Ⅲ P85

表4-1-16 水中で施工する場所打ち杭のコンクリートの呼び強度と設計基準強度の関係及び付着応力度 (N/mm²)

コンクリートの呼び強度	30	36	40
コンクリート設計基準強度	24	27	30
付着応力度	1.2	1.3	1.4

道示Ⅳ P78

■ 重ね継手長の計算例（コンクリート設計基準強度 24N/mm²、鉄筋 SD345 の場合）

- ・上記条件の場合、継手長は 41.7φ 以上確保する。

$$L_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \tau_{0a}} \phi = \frac{200}{4 \times 1.2} \phi = 41.7 \phi$$

③ 場所打ち杭の断面変化

- ・場所打ち杭の断面変化は、鉄筋かご建て込み時の安定性を考慮して最大でも 2 断面までとする。
- ・場所打ち杭の断面変化位置は、以下の手順で決定する。（図4-1-14、表4-1-17 参照）

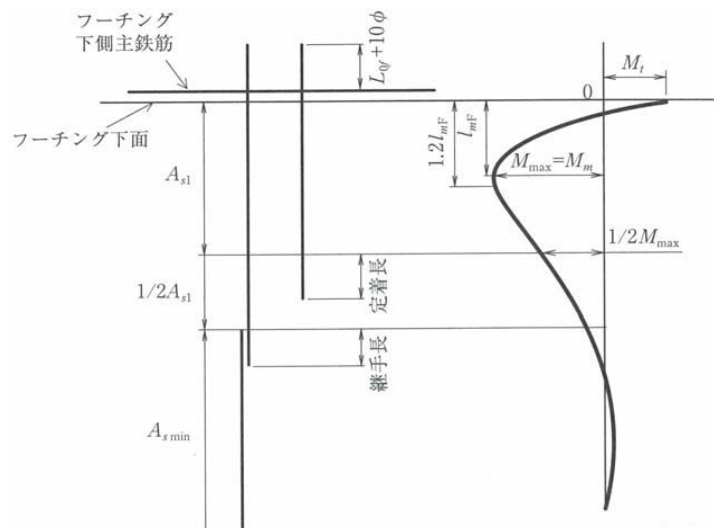
イ. 曲げモーメントの最大値に対して杭頭付近の鉄筋量 A_{s1} を求める。

ロ. 最大曲げモーメント M_{max} の 1/2 となる位置（1/2 M_{max} 位置）又は地中部最大曲げモーメントの深さ $1mF$ に 1.2 を乗じた位置（1.2 $1mF$ ）、又は、 A_{s1} の半分の鉄筋で [道示IV編] 10.8.5 に規定される杭体の照査を満足する位置のいずれか深い方までのばし、そこから所定の定着長を確保して定着する。

ハ. 残りの半分の鉄筋は、最小鉄筋量（0.4%）を満足する鉄筋量 A_{smin} （ただし、鉄筋本数は変えずに鉄筋径の変更により調整する）にて [道示IV編] 10.8.5 に規定される杭体の照査を満足する位置までのばす。

ニ. それより深い部分は、鉄筋本数はそのままとし、最小鉄筋量（0.4%）を下回らない範囲の鉄筋量を、鉄筋径を調整して配置する。

- ・施工時における鉄筋かごの座屈や変形等が生じないように配慮して、各断面 1 回の断面変化における鉄筋量は、1/2 程度以上の鉄筋量を確保するのが望ましい。
- ・異なる径の鉄筋を重ね継手で継ぐ場合は、継ぐ位置において必要となる鉄筋の直径をもとに継手長を算出する。



継手長：異なる径の鉄筋を重ね継手で継ぐ場合は、継ぐ位置において必要となる鉄筋の直径をもとに継手長を算出する。

図 4-1-14 場所打ち杭の断面変化の例

杭基礎設計便
覧
P292-293、
R2.9

表 4-1-17 杭頭剛結の計算結果に基づいて杭の断面変化位置を定める方法の例

		場所打ち杭	鋼管杭、鋼管ソイル セメント杭	PHC 杭
第1断面変化	断面変化後の杭諸元	杭頭部の軸方向鉄筋量 A_s の 1/2 ($1/2 A_s$)	$1/2 M_{max}$ に対して満足する諸元 ただし、杭頭部の肉厚との差は最大 7mm まで	$1/2 M_{max}$ に対して満足する諸元
	断面変化の決定方法	①から③のうち最も深い位置 ①最大曲げモーメント M_{max} の 1/2 となる位置 ($1/2 M_{max}$ 位置) ②地中部最大曲げモーメントの深さ l_{mF} に 1.2 を乗じた位置 ($1.2 l_{mF}$) ③ $1/2 A_s$ にて [道示Ⅳ] 10.8.5 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い、その照査を満足する位置	①、②のうち深い位置 ① $1/2 M_{max}$ 位置 ② $1.2 l_{mF}$	①、②のうち深い位置 ① $1/2 M_{max}$ 位置 ② $1.2 l_{mF}$
第2断面変化	断面変化後の杭諸元	第2断面変化前から鉄筋本数を変えずに、鉄筋径の変更により最小鉄筋量 (0.4%) を満足する鉄筋量 $A_{s\ min}$	最小肉厚 t_{min}	A 種の PHC 杭
	断面変化の決定方法	$A_{s\ min}$ にて [道示Ⅳ] 10.8.5 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い、その照査を満足する位置	t_{min} にて [道示Ⅳ] 10.8.2 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い、その照査を満足する位置	A 種の PHC 杭にて [道示Ⅳ] 10.8.3 に規定される杭体の曲げモーメントによる照査を行い、その照査を満足する位置

4) 場所打ち杭の帯鉄筋の配筋細目

① 帯鉄筋の鉄筋量、寸法、間隔

- ・帯鉄筋は異形鉄筋を使用する。
- ・帯鉄筋の直径は13mm以上、中心間隔は300mm以下とする。
- ・鉄筋の加工性を考慮し、帯鉄筋の最大径は22mm以下が望ましい。
- ・フーチング底面（耐震設計上の地盤面がフーチング底面以下の場合は耐震設計上の地盤面）より杭径の2倍の範囲内では、帯鉄筋の中心間隔を150mm以下、かつ、鉄筋量を側断面積の0.2%以上とする。
- ・帯鉄筋の中心間隔を150mmとした場合の鉄筋量 (A_s) は、 $A_s \geq 0.001D \times 150$ で計算され、これを杭径と帯鉄筋の径の関係で示すと、表4-1-18のようになる。
- ・レベル2地震動を考慮する設計状況において杭体のせん断に対する照査を行った結果、帯鉄筋を密に配置するが生じるが、この場合でも水中コンクリートの充てん性を考慮すると、帯鉄筋の最小間隔は125mm以上とするのが望ましい。

表 4-1-18 杭頭付近の帯鉄筋径の目安

杭 径 (m)	帯鉄筋の径 (mm)
0.8	D13
1.0	D16
1.2	D16
1.5	D19
2.0	D22

② 帯鉄筋の継手

- ・帯鉄筋を重ね継手により継ぐ場合には、帯鉄筋の直径の40倍以上重ね合わせ、半円形フック又は鋭角フックを付けて定着する。
- ・鉄筋かご径が小さく、トレミーの挿入・引抜き時に帯鉄筋のフックと干渉し、鉄筋かごの傾斜・変形、トレミーの挿入・引抜き不能等の支障をきたすおそれがある場合には、スパイラル鉄筋や機械式継手のように、トレミーとの干渉が生じず、施工品質の確保が容易な方法を用いるのが望ましい。

5) 無溶接工法の設計について

場所打ち杭の鉄筋の加工及び組立ては、鉄筋かごが必要な精度を確保し、堅固となるように行わなければならない。ただし、鉄筋の組立てにおいては、組立て上の形状保持のための溶接を構造設計上考慮する鉄筋に対しては行っていないことが、道示IV編に規定されており、無溶接工法による鉄筋かご組立てを標準とする。

無溶接工法については、「杭基礎工便覧」（平成27年3月）、「場所打ちコンクリート杭の鉄筋かご無溶接工法 設計・施工に関するガイドライン」（平成27年6月）に基づき以下のとおり背系を行うものとする。

1) 強度計算

以下の強度計算を行い、許容値を満足する構造とすること。

- ①補強リング横置き時の強度計算
- ②補強リング吊上げ時の強度計算
- ③固定金具の強度計算

2) 構造細目

- ①補強リングの構造は、下部工1基ごとに統一する。
- ②補強リングは平鋼またはL字型鋼を標準とするが、強度が不足する場合には「平鋼+補強鉄筋」としてよい。
- ③補強リングの間隔は、3.0mを標準とする。
- ④補強リングと横方向鉄筋の交点は、全ての箇所を固定金具で固定すること。
- ⑤横方向鉄筋と帯鉄筋の交点は、横方向鉄筋3～4本おきに結束船にて結束することとし、固定金具は使用しない。
- ⑥補強リングと帯鉄筋の位置が同一箇所となる場合は、帯鉄筋位置を固定し、補強リング位置を調整すること。ただし、補強リングの間隔が3.0mを上回らないこと。

なお、施工時において新技術（NETIS）に登録されている固定金具を使用する場合において鉄筋かごの形状保持及び吊込みの変形に対し安全性が確認されたものであれば、これらの製品の使用を制限するものではない。

(16) 杭とフーチングの接合部

- 1) 杭とフーチングの接合部は、杭が限界状態3に達したときの断面力も含めて、部材相互の断面力を確実に伝達できるようにすること。
- 2) 杭とフーチングの接合部は、原則として剛結とする。杭基礎をモデル化する場合には、杭とフーチングの接合部は剛結とみなせる構造とすること。
- 3) 下記①～③に従う場合は、1)及び2)を満足するとみなしてよい。
 - ① フーチングの厚さは、剛体とみなせる厚さ（道示IV編 7.7.2(2)）を確保すること。
 - ② 最外縁の杭の中心とフーチング縁端との距離を杭径以上とすること。
 - ③ 杭とフーチングの接合部は、鉄筋により十分に結合すること。

接合方法、設計の基本、構造細目については、『道示IV編 10.8.7 杭とフーチングの接合部、杭とフーチングの接合部の照査方法については『杭基礎設計便覧 6-3 設計方法』に準拠すること。

道示IV
P502～P503

杭基礎施工
便覧
P293-297、
R2.9

H28.3.31付
事務連絡
「場所打ち杭
の鉄筋かご無
溶接工法の設
計及び積算に
ついて」

道示IV
P284～P289

杭基礎設計
便覧
P370-376、
R2.9

(17) 既製杭基礎の施工

1) 打込み杭工法

打込み杭工法の詳細は、道示IV編に準拠する。既製杭の打込み杭工法の採用にあたっては、施工中の騒音、振動が周辺に与える影響について十分な調査を行うのがよい。また、これらの事項に関する規制法や防止法、地方自治体の関係条例等について把握するのがよい。架橋地点近隣に文化財や水源地等がある場合には、それぞれ配慮しなければならない事項があるので注意を要する。

2) 中掘り杭工法

中掘り杭工法の詳細は、道示IV編に準拠する。

3) プレボーリング杭工法

プレボーリング杭工法の詳細は、道示IV編に準拠する。

ただし採用にあたっては担当課と相談すること。

4) 鋼管ソイルセメント杭工法

鋼管ソイルセメント杭工法の詳細は、道示IV編に準拠する。

5) 回転杭工法

回転杭工法の詳細は、道示IV編に準拠する。

6) 施工法の変更

現場において、設計の前提としている施工方法から他の工法に変更する場合、杭先端の極限支持力度の特性値、最大周面摩擦力度の特性値、抵抗係数等が設計の前提と異なり、杭の諸元が変わる場合がある。よって、工法変更に際しては、十分検討の上、実施する必要がある。

道示IV

P476～P487

1-4 深礎基礎

(1) 設計の基本

本項は、地表面の傾斜10度以上の斜面上において施工され、有効根入れ深さが基礎幅に比較して大きい深礎基礎を対象とする。なお、10度未満の斜面や水平地盤に設置される深礎基礎については、ケーソン基礎等の設計法も参考にして、道示IV編14章やそれ以外の章の規定により設計される基礎と同等の性能が確保されるよう設計すること。

1) 深礎基礎の安定に関する照査では、永続作用支配状況及び変動作用支配状況において①及び②を満足させること。

- ① 基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留まる。
- ② 鉛直荷重に対する支持及び水平荷重に対する抵抗に関して、必要な耐荷性能を有する。

2) 深礎基礎の部材等の強度に関する照査では、永続作用支配状況及び変動作用支配状況において、地盤の特性等を考慮して算出した断面力に対して必要な耐荷性能を満足するため、『道示IV編14.7部材及び接合部の設計』の規定を満足させること。

3) 深礎基礎は、レベル2地震動を考慮する設計状況において、必要な耐荷性能を満足するため、『道示IV編14.8レベル2地震動を考慮する設計状況における設計』の規定を満足させること。

(2) 設計計算手順

橋脚の深礎基礎の標準的な設計計算フローを図4-1-15に、深礎基礎の照査の概要を表4-1-19に示す。

設計計算の詳細については、道示IV編14章に準拠すること。

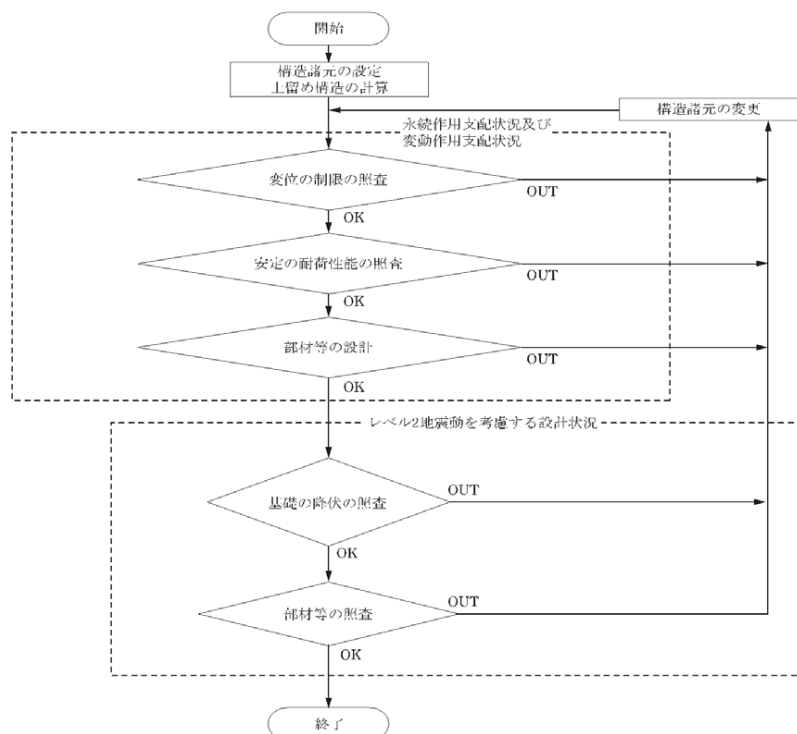


図4-1-15 橋脚の深礎基礎の設計計算フロー

表 4-1-19 深礎基礎の照査の概要

(a) 永続作用支配状況、変動作用支配状況における照査

道示IV P441

照査 *1		作用力等			
		鉛直荷重	水平荷重	上部構造から決まる変位 *1	
永続作用支配状況における変位の制限	照査に用いる工学的指標	基礎底面の鉛直地盤反力度	設計上の地盤面位置における水平変位	適切な位置における変位	
	照査意図	沈下の抑制	水平変位の抑制	上部構造に影響を与える変位の抑制	
永続作用支配状況及び変動作用支配状況における耐荷性能	限界状態 1	照査に用いる工学的指標	基礎底面地盤の鉛直支持力度（降伏鉛直支持力度等）	設計上の地盤面位置における水平変位（基礎の降伏水平変位）	
		照査意図	鉛直地盤抵抗の塑性化の抑制（基礎の応答の可逆性の確保）等	水平地盤抵抗の塑性化の抑制（基礎の応答の可逆性の確保）等	
	限界状態 3	照査に用いる工学的指標	—*2	—*2	—
		照査意図	地盤の支持力の喪失防止	地盤の水平抵抗力の喪失防止等	—

- * 1：部材照査（耐荷性能の照査、耐久性能の照査等）は別途実施。
- * 2：限界状態 1 の照査で担保。
- * 3：上部構造から決まる変位の制限値が定められる場合に実施。

(b) レベル 2 地震動を考慮する設計状況における照査

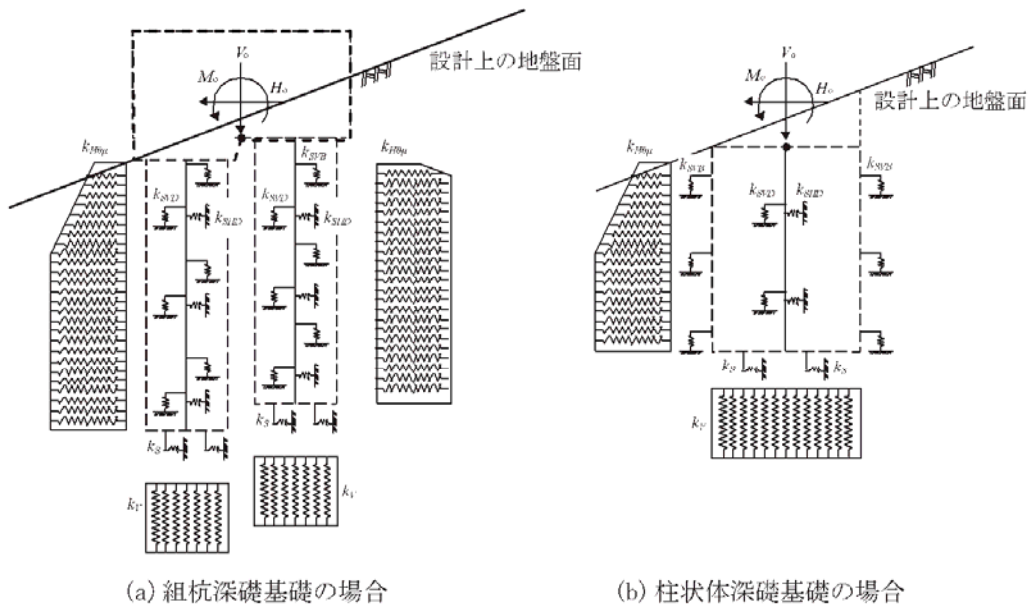
照査		基礎全体系の照査 *1	
レベル 2 地震動を考慮する設計状況における耐震性能の照査	限界状態 1	照査に用いる工学的指標	上部構造の慣性力作用位置における水平変位（基礎の降伏変位）
		照査意図	基礎全体系の挙動の可逆性の確保
	限界状態 3	照査に用いる工学的指標	—*2
		照査意図	基礎の抵抗力の喪失防止

- * 1：深礎本体のせん断力等の部材照査を別途実施。
- * 2：限界状態 1 の照査で担保。

(3) 荷重分担

- 1) 鉛直荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力のみで抵抗させることを原則とする。
- 2) 水平荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力とせん断地盤反力、前面地盤の水平地盤反力で抵抗させることを原則とする。
- 3) 自立性の高い地山で基礎周面地盤のせん断抵抗を期待できる土留構造を用いる場合には、1)、2)に加えて基礎側面地盤の水平せん断地盤反力及び周面地盤の鉛直せん断地盤反力を考慮してよい。
 - ・1)、2)は、土留め構造としてライナープレート等の土留材を用いる場合の荷重分担の考え方を示している。
 - ・3)は、自立性の高い地山で、モルタルライニングや吹付けコンクリートのように地山の緩みが抑えられ地山と基礎の一体化が図られる土留構造を採用する場合には、既往の実験による検証に基づき、図 4-1-16 に示す基礎側面地盤及び周面地盤のせん断地盤反力を期待できることが規定されている。

道示IV P439



道示IV P443

k_{10u} : 基礎前面の水平方向地盤反力係数
 k_5 : 基礎底面のせん断地盤反力係数
 k_v : 基礎底面の鉛直方向地盤反力係数
 k_{S17} : 基礎前面の鉛直方向せん断地盤反力係数
 k_{S1Z} : 基礎側面の鉛直方向せん断地盤反力係数
 k_{S1H} : 基礎側面の水平方向せん断地盤反力係数

図 4-1-16 地盤抵抗要素

(4) 深礎基礎の形状寸法及び配列

- 1) 深礎基礎の形状寸法は、基礎上の橋脚又は橋台の形状及び寸法、基礎の安定、斜面の影響並びに各部に発生する応力のほか、施工条件も考慮して定めること。
- 2) 組列深礎基礎の配列は、深礎杭の寸法や本数、斜面の影響及び施工条件等を考慮し、永続作用に対して過度に特定の深礎杭に荷重が集中せず、できる限り均等に荷重を受けるように定めること。

■ 深礎基礎の形状寸法を決定する上で考慮する要素

① 基礎径

図 4-1-17 示すように土留め内側の基礎径を安定計算及び断面計算に用いる設計径とする。ただし、ライナープレートを用いる場合には安定計算に限りライナープレートの軸線に対する径を用いてよい。

a) 柱状体深礎基礎

- ・ 下部構造躯体の軸方向鉄筋が確実に定着できる寸法であること。
- ・ 躯体の剛性に比して十分な大きさを有すること。
- ・ これまでの実績も考慮して、5 m以上を目安とする。

b) 組杭深礎基礎

- ・ 掘削や支持層状況の確認、基礎本体の構築を孔内で行うため、安全性や施工性を考慮すること。
- ・ 実績として2 m以上が用いられている。

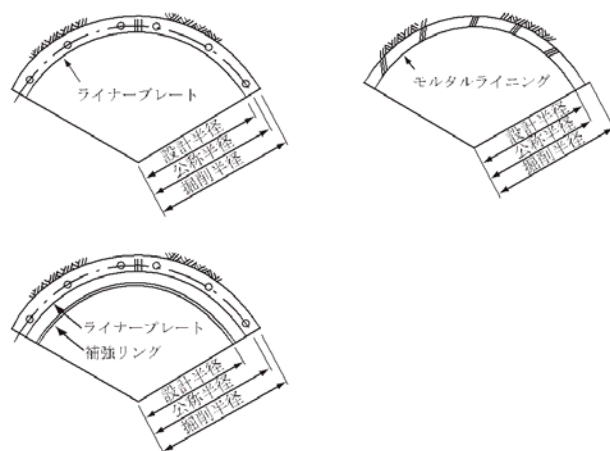


図 4-1-17 深礎基礎の設計径

② 断面形状

- ・ 基礎本体の断面形状は、設計計算モデルや掘削に用いる土留めの構造上有利となる円形が一般的である。
- ・ 施工上の制約等により円形以外の形状を用いる場合には、掘削時の土留めの安定性や設計計算モデル等について個別に検討すること。

③ 基礎の有効根入れ深さ

- ・ 基礎の有効根入れ深さは、基礎本体の曲げ剛性や地盤抵抗など安定計算の前提を満たすため基礎径と同程度以上とするのがよい。
- ・ 深礎基礎は斜面上に設置され孔内での作業となることから、根入れ深さは施工時の安全性を考慮して定める必要があり、施工実績としては30m程度までとなっている。

■ 組杭深礎基礎の場合の深礎杭の配列

図 4-1-18 に示すように土留め内側の基礎径を安定計算及び断面計算に用いる設計径とする。ただし、ライナープレートを用いる場合には安定計算に限りライナープレートの軸線に対する径を用いてよい。

a) 柱状体深礎基礎

- ・複数列の組杭構造と同等以上の抵抗力等を有することが確認されていることから、あえて組杭構造として複数列化する必要はない。
- ・ただし、組杭深礎基礎と同様に、長期に安定している支持層に確実に根入れされていることが抵抗力発揮の前提となる。

b) 組杭深礎基礎

- ・斜面安定対策で想定する斜面崩壊等の範囲に係るような条件において、組杭深礎基礎を適用する場合には、抵抗特性の優れた形状とする設計上の配慮として、橋軸方向・橋軸直角方向のどちらにも複数列（4 本以上）となる組杭構造とするのがよい。
- ・深礎杭の最小間隔は、基礎を隣接して施工する際の地山の緩みによる地盤抵抗の減少や深礎杭が建設される斜面の不安定化への影響等に配慮し、一般には杭径の 2 倍程度とするのがよい。

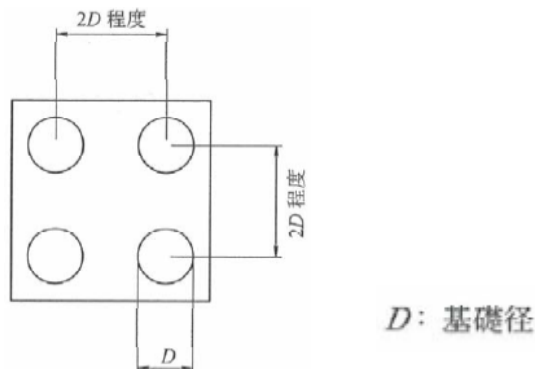


図 4-1-18 組杭深礎基礎の深礎杭の最小中心間隔

(5) 深礎基礎の構造細目

① 鉄筋のかぶり

- ・鉄筋のかぶりは、土留構造、地山の凸凹、鉄筋の組立等を考慮して決定すること。
- ・鉄筋のかぶりを設計径の外周から 70mm 以上とする場合には、上記を満足したうえで、内部鋼材の腐食に対して部材の耐久性能を確保しているとみなしてよい。

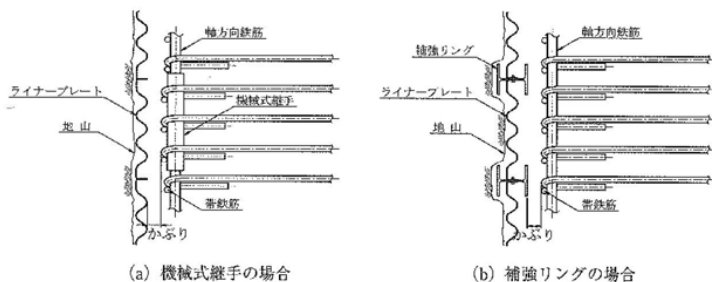


図-4-1-19 鉄筋のかぶり

② 深礎基礎の軸方向鉄筋の配筋細目

- ・軸方向鉄筋の径、間隔は表 4-1-20 による。
- ・軸方向鉄筋は、D51-2 重配筋を上限とする。
- ・軸方向鉄筋の継手は、孔内での鉄筋組立て作業の安全性に配慮し、機械式継手を用いることを原則とする。
- ・軸方向鉄筋の段落としては、道示IV編場所打ち杭と同様、十分に断面力が低下した位置で行うことを基本とする。ただし、二重配筋の場合は、施工中の安全性を考慮して、図 4-1-20 のように二重配筋の内・外の両方の鉄筋を段落とすること。

表 4-1-20 軸方向鉄筋の径及び間隔

項目	最大	最小
直径	51mm	22mm
間隔及びあき	間隔：300mm	あき：鉄筋径の2倍又は粗骨材最大寸法の2倍の大きい方

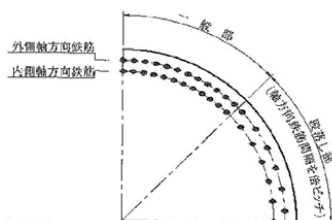


図 4-1-20 軸方向鉄筋の望ましい段落とし方法

③ 深礎基礎の帯鉄筋の配筋細目

a) 柱状体深礎基礎

- ・帯鉄筋は、軸方向鉄筋の 1/4 以上を基礎全長にわたり配置する。

b) 組杭深礎基礎

- ・帯鉄筋の直径は 13mm 以上、中心間隔は 300mm 以下とする。
- ・フーチング底面（耐震設計上の地盤面がフーチング底面以下の場合は耐震設計上の地盤面）より杭径の 2 倍の範囲内では、帯鉄筋の中心間隔を 150mm 以下、かつ、鉄筋量を側断面積の 0.2% 以上とする。
- ・帯鉄筋を重ね継手により継ぐ場合には、帯鉄筋の直径の 40 倍以上重ね合わせ、半円形フック又は鋭角フックを付けて定着する

表 4-1-21 帯鉄筋の最小鉄筋量

基礎の種類	最小鉄筋量	配置範囲
組杭深礎基礎	帯鉄筋の直径は 13mm 以上 中心間隔は 300mm 以下	下記以外
	側断面積の 0.2%	フーチング下面から基礎径の 2 倍の範囲
柱状体深礎基礎	軸方向鉄筋の 1/4	基礎本体全長

④ 深礎基礎の中間帯鉄筋の配筋細目

- ・中間帯鉄筋は、帯鉄筋と同材質、同径の鉄筋とし、図 4-1-18 に示すように軸方向鉄筋にフックをかけて定着する。

(6) 部材及び接合部

a) 柱状体深礎基礎

1) 柱状体深礎基礎は、完成後に作用する荷重に対して抵抗できる構造とすること。

2) 柱状体深礎基礎と橋脚柱又は橋台たて壁の接合部は、橋脚柱又は橋台たて壁から作用する荷重を確実に基礎本体に伝達できる構造とすること。

柱状体深礎基礎の躯体との接合部の概要を図 4-1-21 に示す。

- ・ 柱又はたて壁の軸方向鉄筋の端部は、打継部のコンクリートの充てん性を考慮して半円形フックとするのがよい。
- ・ SD490 のように半円形フックが使用できない場合には、直角フックどうしが重ならないように配置し、コンクリートの充てん性に配慮するのがよい。

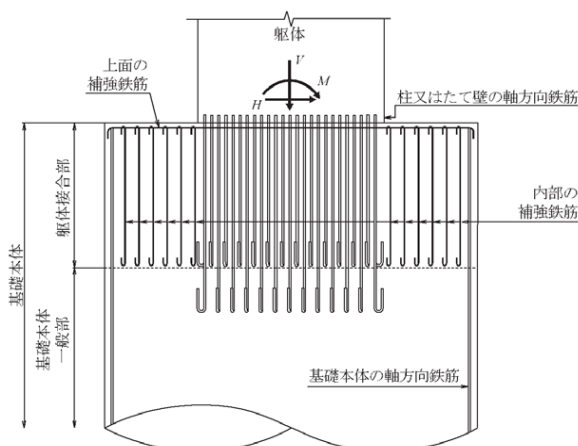


図 4-1-21 柱状体深礎基礎各部の構造例

b) 組杭深礎基礎

1) 組杭深礎基礎の深礎杭は、完成後に作用する荷重に対して抵抗できる構造とすること。

2) 深礎杭とフーチングの接合部は、一方の部材が限界状態 3 に達したときの断面力も含めて、部材相互の断面力を確実に伝達できるようにすること。

3) 深礎杭とフーチングの接合部は、道示IV編 14.6.1(2)1)に従い、深礎杭とフーチングが剛結されたラーメン構造としてモデル化する場合には、剛結とみなせる構造とすること。

- ・ 組杭深礎基礎の深礎杭とフーチングの接合部は、フーチング端部の深礎杭に対して鉛直及び水平方向の押抜きせん断についての検討を実施し、所要の性能を確保すること。
- ・ 深礎杭の軸方向鉄筋のフーチングへの定着は、鉄筋コンクリート部材どうしの接合となることを考慮して、図 4-1-22 に示す定着長以上をフーチング下面より確保するのがよい。

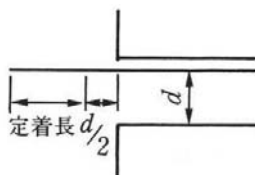


図 4-1-22 部材端部を他の部材に固定するときの鉄筋の定着の例
(上下から拘束されている場合)

道示IV
P459～P460

道示IV
P459～P460

道示III P201

(7) 組立用鋼材

鉄筋組立て等の作業足場から組立用鋼材を支持する場合、足場との一体化も含め安全であるよう仮設設計を行うこと。

なお、斜面上の深礎基礎設計施工便覧の参考資料 1 3 を参考にすること。

1-5 耐震設計

(1) レベル2地震動を考慮する設計状況における橋脚基礎の耐震設計

1) 一般

橋脚基礎を設計する場合は、以下の①から⑥を満足しなければならない。

- ① 橋脚基礎の応答値は、『道示V編 10.3』に規定する橋脚基礎に作用する力を考慮して算出する。橋に影響を与える液状化が生じると判定される場合は、液状化が生じる場合及び液状化が生じない場合のいずれも応答値を算出する。流動化が生じると判定される場合は、この影響のみを考慮した応答値も算出する。
- ② 『道示V編 10.3(1)1及び2』を考慮する場合で、橋脚基礎の塑性化を期待する場合、『道示V編 10.4』の規定により橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位を算出する。各部材に生じる断面力は、この応答塑性率及び応答変位に達するときの値とする。
- ③ ②において、杭基礎、ケーソン基礎、鋼管矢板基礎、地中連続壁基礎及び深礎基礎の限界状態の制限値は、それぞれ『道示IV編 10.9、11.9、12.10、13.9及び14.8』の規定による。
- ④ 橋に影響を与える地盤の流動化を考慮する場合は、橋脚基礎天端の水平変位を算出する。各部材に生じる断面力は、この水平変位に達するときの値とする。
- ⑤ ④において、基礎の降伏に達するときの基礎天端における水平変位の2倍を超えない場合は、基礎の限界状態2を超えないとみなしてよい。なお、限界状態に対応する抵抗の制限値の設定において、地盤の流動力の考慮が必要な範囲の土層の水平抵抗を考慮してはならない。
- ⑥ 地盤振動変位による局所的な影響に対しては、構造条件、地盤条件等を適切に考慮して必要な配慮を行わなければならない。

道示V

P234~P235

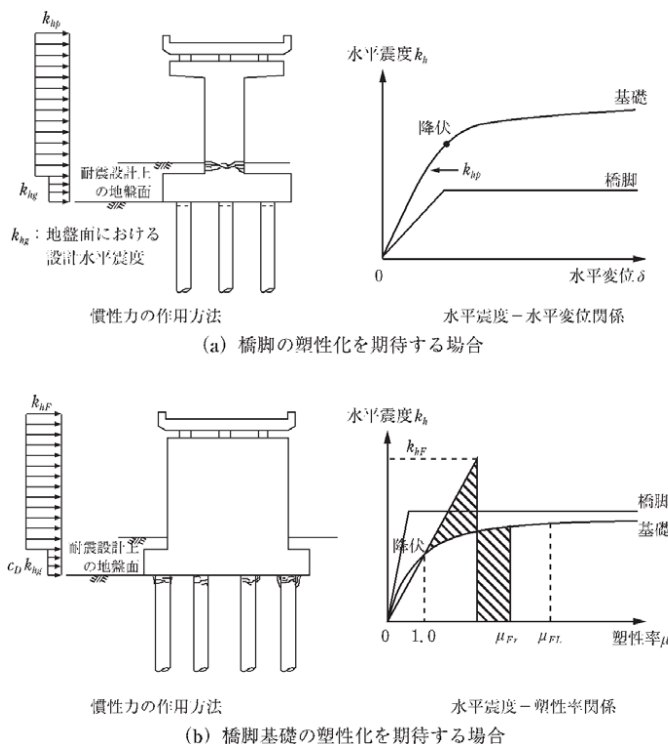


図 4-1-23 橋脚基礎の設計の概念図

2) レベル2地震動を考慮する設計状況における橋脚基礎の設計手順
 橋脚の杭基礎を例として、レベル2地震動を考慮する設計状況における基礎の設計手順を図 4-1-24 に示す。

道示IV P230

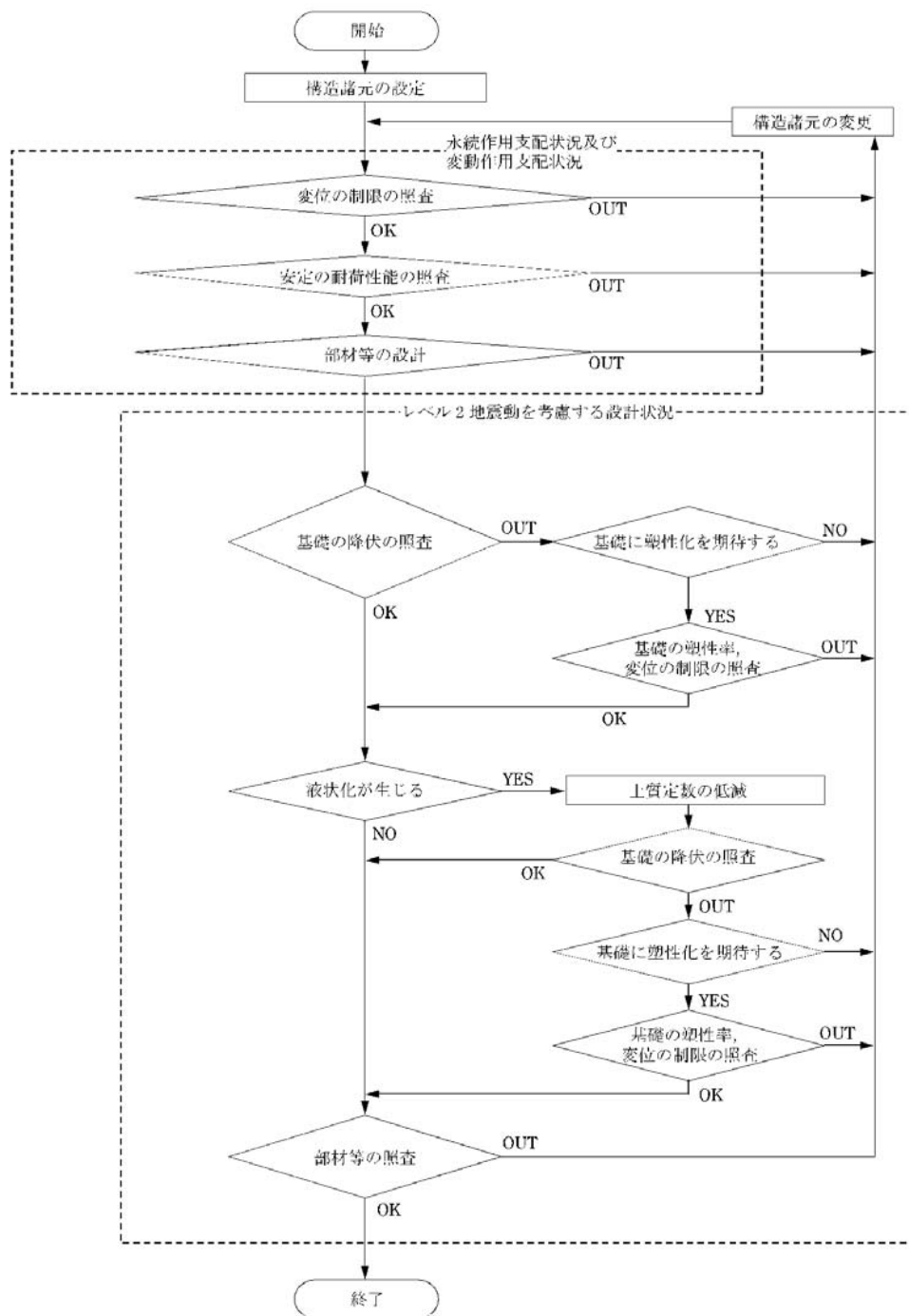


図 4-1-24 橋脚の杭基礎の設計計算フロー

3) 橋脚基礎に作用する力および照査概要

橋脚基礎に作用する力は、以下の①から③とする。

- ① 『道示V編 4.1』に規定する構造物の慣性力
- ② 『道示V編 3.5』に規定する耐震設計上の地盤面から地表までの構造部分に対しては、『道示IV編 4.1.6』に規定する地盤面における設計水平震度に相当する慣性力
- ③ 『道示V編 4.4』に規定する地盤の流動力

a) 橋脚の塑性化を期待する場合 (図 4-1-23 (a) のケース)

- ・橋脚基礎には塑性化を期待しない。
- ・①の慣性力は、式 (1.5.1) の設計水平震度を用いて算出する。

$$k_{hp} = c_{dF} k_{hN} \dots \dots \dots (1.5.1)$$

k_{hp} : 橋脚基礎の設計水平震度(四捨五入により小数点以下2桁とする)

c_{dF} : 橋脚基礎の設計水平震度の算出のための補正係数で、1.10とする。

k_{hN} : 地震時に橋脚基部に生じる断面力を設計水平震度に換算したもので、橋脚に塑性化を期待する場合には、式 (1.5.2) により算出する、

$$k_{hN} = P_u / W \dots \dots \dots (1.5.2)$$

P_u : 橋脚基礎が支持する橋脚の水平耐力 (N)で、鉄筋コンクリート橋脚の場合には、『道示V編 8.5.5』の規定により算出する終局水平耐力、鋼製橋脚の場合には『道示V編 9.4(5)』の規定により算出する水平耐力

W : 等価重量 (N) で、式 (1.5.3) により算出する。ただし、鉄筋コンクリート橋脚の破壊形態がせん断破壊型の場合には、等価重量算出係数 C_p を 1.0 とする。

$$W = W_U + c_P W_P \dots \dots \dots (1.5.3)$$

c_P : 等価重量算出係数で、0.5とする。

W_U : 当該鉄筋コンクリート橋脚が支持している上部構造部分の重量 (N)

W_P : 鉄筋コンクリート橋脚の重量 (N)

■ 橋脚基礎に塑性化を期待しない場合の設計の考え方

- ・基礎の損傷は発見が難しく、損傷が生じた場合には、その修復も大がかりなものとなり容易ではないため、基礎に塑性化を期待しないように設計することが一般的である。

■ 橋脚基礎に塑性化を期待しない場合の照査概要

- ・3)に規定する基礎に作用する力に対して橋脚基礎が限界状態 1 を超えないこと。
- ・橋脚基礎は橋脚の水平耐力と同等以上の水平耐力を保有するように設計を行うこと。
- ・塑性化を期待する部材として、橋脚基礎ではなく、橋脚の柱基部に曲げ損傷に伴う塑性ヒンジを形成させることとし、橋脚基礎に作用する荷重によって『道示IV編 10.9、11.9、12.10、13.9 及び 14.8』に規定する基礎の降伏に達しないように設計すること。

b) 橋脚の塑性化を期待しない場合（図 4-1-23 (b) のケース）

- ・ 橋脚基礎に塑性化を期待する。
- ・ ①の慣性力は、橋脚基部に生じる断面力を考慮する。

■ 橋脚基礎に塑性化を期待する場合の設計の考え方

- ・ レベル 2 地震動に対して、橋脚基礎に塑性化を期待する場合であっても、橋脚基礎に生じる損傷が橋の速やかな機能回復の支障とならない程度の範囲に留まる必要がある。

■ 橋脚基礎に塑性化を期待する場合の照査概要

- ・ 基礎の限界状態 2 に相当する変形量の制限値を超えないように設計すること。
- ・ 橋脚基礎の照査に用いる設計水平震度に対応する水平力に対し、橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位を算出し、塑性率及び変位の制限値以下であることを照査する。
- ・ 塑性化を期待する部材として、橋脚基礎を選定する場合には、塑性化が橋脚基礎にのみ生じるようにするために、基礎の降伏耐力が橋脚の終局水平耐力又は橋脚基部に生じる断面力を上回らないことも確認する必要がある。

4) 橋脚基礎の塑性化を期待する場合の橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位

橋脚基礎の塑性化を期待する場合の橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位は、図 4-1-24 に示すエネルギー一定則により算出する。

- ① 橋脚基礎の塑性化を期待する場合の橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位は、②に規定する橋脚基礎の設計水平震度を用いて、式 (1.5.4) 及び式 (1.5.5) により算出する。

$$\left. \begin{aligned} \mu_{Fr} &= \frac{1}{r} \left\{ - (1-r) + \sqrt{1-r+r(k_{hF}/k_{hyF})^2} \right\} \quad (r \neq 0) \\ \mu_{Fr} &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + (k_{hF}/k_{hyF})^2 \right\} \quad (r = 0) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1.5.4)$$

$$\delta_{Fr} = \mu_{Fr} \delta_{Fy} \dots \dots \dots (1.5.5)$$

ここに、

μ_{Fr} : 橋脚基礎の応答塑性率

δ_{Fr} : 橋脚基礎の変形による上部構造の慣性力の作用位置における応答変位 (m)

δ_{Fy} : 橋脚基礎の降伏変位 (m) で、基礎形式別に『道示IV編 10.9、11.9、12.10 及び 13.9』の規定による。

r : 橋脚基礎の降伏剛性に対する二次剛性の比

k_{hyF} : 基礎の降伏に達するときの水平震度（四捨五入により小数点以下 2 桁とする）

k_{hF} : 橋脚基礎の塑性化を期待する場合の橋脚基礎の設計水平震度（四捨五入により小数点以下 2 桁とする）で、②による。

② 橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位を算出するための設計水平震度は、式(1.5.6)により算出する。

$$k_{hF} = c_D c_{2z} k_{h0} \dots \dots \dots (1.5.6)$$

ここに、

c_D ：減衰定数別補正係数で、側方地盤への振動エネルギーの逸散、基礎本体及び地盤抵抗の非線形性の影響を考慮して適切に設定する。ケーソン基礎、杭基礎、鋼管矢板基礎及び地中連続壁基礎の場合には2/3を用いることを標準とする。

c_{2z} ：レベル2地震動の地域別補正係数で、地震動のタイプに応じて『道示V編3.4』に規定する c_{Iz} 又は c_{IIz} を用いる。

k_{h0} ：レベル2地震動の設計水平震度の標準値で、地震動のタイプに応じて『道示V編4.1.6』に規定する k_{Ih0} 又は k_{IIh0} を用いる。

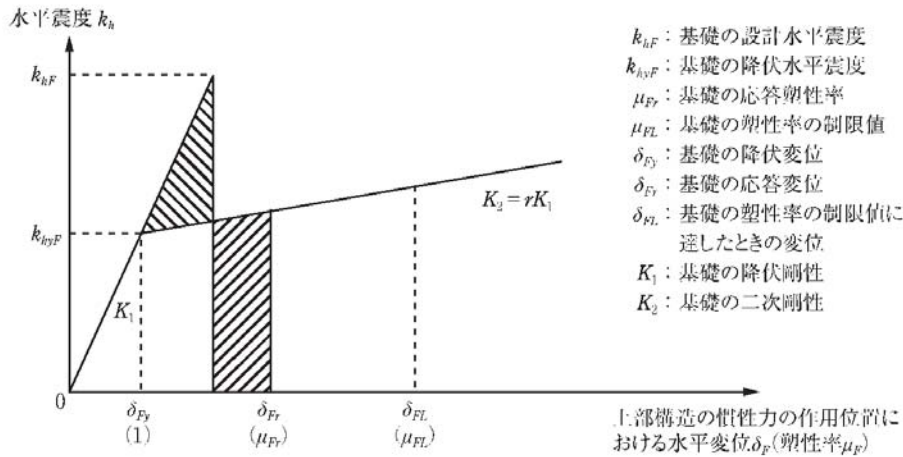


図4-1-25 エネルギー一定則によるケーソン基礎、杭基礎、鋼管矢板基礎及び地中連続壁基礎の応答塑性率の算出方法

(2) 橋に影響を与える地盤の液状化

1) 一般

液状化が橋に及ぼす影響は、以下の①及び②により考慮する。

- ①『道示V編 7.2』の規定により橋に影響を与える液状化が生じるか否かを判定する。
- ②『道示V編 7.2』の規定により橋に影響を与える液状化が生じると判定された土層に対して、『道示V編 7.3』の規定により耐震設計上の土質定数を低減し、これを設計に考慮する。

2) 橋に影響を与える液状化の判定

沖積層の土層で以下の①から③の条件すべてに該当する場合は、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、液状化の判定を行わなければならない。

※ 液状化の判定を行う場合は、『道示V編 7.2』の規定に準拠すること。

- ①地下水位が地表面から 10m 以内にあり、かつ、地表面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層
- ②細粒分含有率 FC が 35% 以下の土層、又は、 FC が 35% を超えても可塑性指数 I_p が 15 以下の層
- ③50% 粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ、10% 粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層

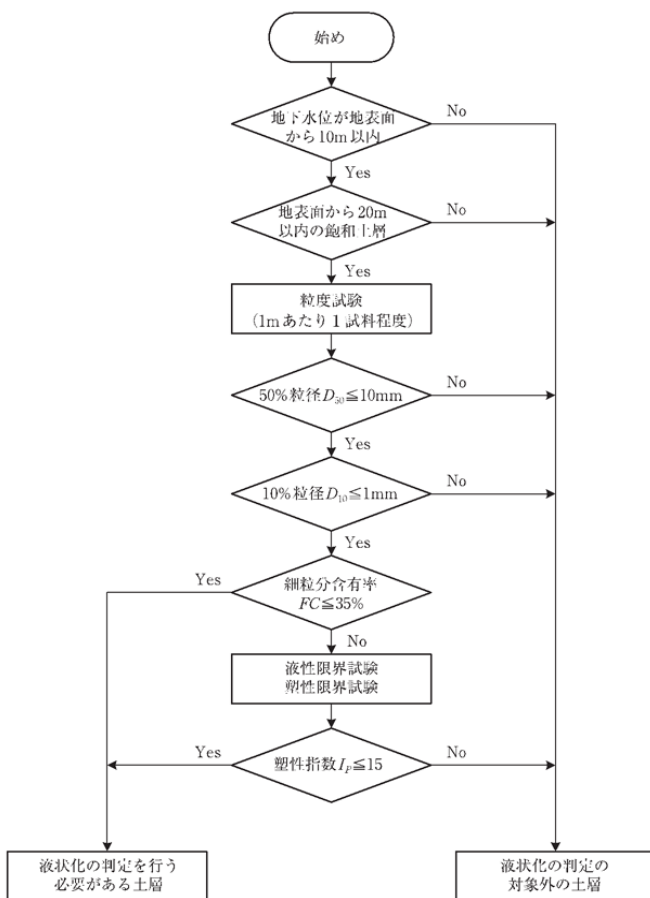


図 4-1-26 液状化の判定を行う必要がある土層の選定手順

3) 耐震設計上の土質定数を低減させる土層とその取扱い

- ・前項 2) により、橋に影響を与える液状化が生じると判定された土層における耐震設計上の土質定数の低減係数 DE を表 4-1-22 に示す。
- ・DE を乗じて低減させる耐震設計上の土質定数は、地盤反力係数、地盤反力度の上限値及び最大周面摩擦力度とする。
- ・土質定数を低減させる土層であっても、その重量を低減してはならない。
- ・土質定数を低減させる土層における地震時土圧及び地震時動水圧は、考慮する必要はない。ただし、橋に影響を与える流動化が生じる可能性があるると判定された場合の取扱いは、『道示 V 編 4.4 地盤の流動力』の規定による。

道示 V

P169～P170

表 4-1-22 耐震設計上の土質定数の低減係数 DE

F_L の範囲	地表面からの深さ x (m)	動的せん断強度比 R	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6
	$10 < x \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1
	$10 < x \leq 20$	1	1

(3) 橋に影響を与える地盤の流動化

1) 一般

液状化に伴う剛性低下が生じ、かつ、偏土圧の作用する土層を有する地盤では、流動化が発生する可能性がある。

- ①地盤の流動力は、地盤条件、地形条件、下部構造の設置位置等を考慮して、適切に設定しなければならない。
- ②『道示V編 4.4.2』の規定により橋に影響を与える流動化が生じると判定された地盤において、『道示V編 4.4.3』の規定により橋脚基礎に作用する地盤の流動力を設定する場合には、①を満足するとみなしてよい。

2) 橋に影響を与える流動化が生じる地盤の判定

以下の①かつ②に該当する地盤は、橋に影響を与える流動化が生じる地盤と判定する。

- ① 臨海部において、背後地盤と前面の水底との高低差が5m以上ある護岸によって形成された水際線から100m以内の範囲にある地盤
- ②『道示V編 7.2』の規定により液状化すると判定される層厚5m以上の土層があり、かつ、当該土層が水際線から水平方向に連続的に存在する地盤・水際線から100m以内であっても、液状化すると判定される土層が水際線から水平方向に連続的に存在していない場合には、その背後の地盤は橋に影響を与える流動化はしないとみなしてよい。

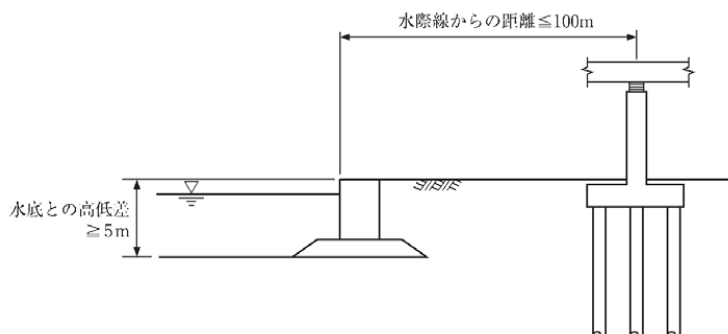


図 4-1-27 水底との高低差及び水際線からの距離のとり方

3) 地盤の流動化に対する橋脚基礎の照査

- ① 地盤の流動化に対する橋脚基礎の照査においては、基礎天端における水平変位が変位の制限値を上回らないようにする必要がある。
- ② 水平変位とは、ケーソン基礎、鋼管矢板基礎及び地中連続壁基礎の場合には、回転中心からの相対水平変位、また、杭基礎の場合には杭先端からの相対水平変位とし、変位の制限値は、基礎の降伏に達するときの水平変位の2倍とする。
- ③ 橋脚基礎の設計においては、地盤の流動力と慣性力は同時に考慮しなくてもよい。
- ④ 道示IV編 7章に規定する橋台に関しては、液状化に対する照査が行われていれば、橋台基礎の設計においては、地盤の流動化の影響を考慮した照査をしなくてよい。

道示V P108

道示V P110

4) その他留意事項

- ・液状化に伴う流動化等、地盤の変状が生じる可能性のある埋立地盤や沖積地盤上では、構造上配慮すべき事項として、水平剛性の高い基礎を選定したり、多点固定方式やラーメン形式等の不静定次数の高い構造系の採用を検討するのがよい。
- ・液状化に伴う流動化等、地盤の変状が生じる可能性の有る地盤に下部構造が設けられる場合、『道示V編 13.3』に規定される落橋防止システムは、流動化の影響を見込んで桁かかり長を算出する

(4) レベル2地震動を考慮する設計状況における橋台及び橋台基礎の耐震設計

1) 一般

橋台及び橋台基礎を設計する場合は、以下の①から⑤を満足しなければならない。

- ① 橋台及び橋台基礎の応答値は、『道示V編 11.3』に規定する橋台及び橋台基礎に作用する力を考慮して算出する。
- ② 橋台基礎の塑性化を期待する場合は、『道示V編 11.4』の規定により橋台基礎の応答塑性率を算出する。各部材に生じる断面力はこの応答塑性率に達するときの値とする。
- ③ 杭基礎、ケーソン基礎、鋼管矢板基礎、地中連続壁基礎及び深礎基礎の限界状態の制限値については、それぞれ『道示IV編 10.9、11.9、12.10、13.9及び14.8』の規定による。
- ④ 以下の条件に該当する場合を除き、レベル1地震動を考慮する設計状況に対して、橋台及び橋台基礎がそれぞれ限界状態1及び限界状態3を超えない場合は、レベル2地震動を考慮する設計状況に対して下部構造の限界状態2及び限界状態3を超えないとみなしてよい。

(条件)

- ・ 橋に影響を与える液状化が生じると判定される土層を有する地盤上にある場合
 - ・ レベル2地震動に対する橋台の荷重支持条件がレベル1地震動に対する橋台の荷重支持条件と異なる場合
- ⑤ 地盤振動変位による局所的な影響に対しては、構造条件、地盤条件等を適切に考慮して必要な配慮を行わなければならない。杭基礎等の柔な構造の場合は、地盤振動変位に対して、少なくとも、地盤振動変位の深さ方向分布が急変する土層境界付近で塑性変形能を確保すれば、必要な配慮を行ったとみなしてよい。

道示V

P243～P246

2) 橋台及び橋台基礎に作用する力

橋台及び橋台基礎の設計において考慮する慣性力と地震時土圧を、図4-1-28に示す。

① 橋台に作用する上部構造の慣性力

- ・地震の影響を考慮する設計状況において橋台が分担する水平力とし、支承部に生じる水平力を使用すること。
- ・支承部に使用する水平力は以下の通りとする。

- a) 固定支承・弾性支承の場合：レベル2地震動が作用したときの支承部の水平反力
- b) 可動支承の場合：レベル2地震動を考慮する設計状況に対しては、支承の静摩擦力を考慮

② 上部構造の慣性力以外の算出に用いる設計水平震度

$$k_{hA} = c_A c_{2z} k_{hg0} \dots \dots \dots (1.5.7)$$

ここに、

k_{hA} ：橋台及び橋台基礎の設計水平震度（四捨五入により小数点以下2桁とする）

c_A ：橋台及び橋脚基礎の設計水平震度の補正係数で、1.00を標準

c_{2z} ：レベル2地震動の地域別補正係数で、地震動のタイプに応じて『道示V3.4』に規定する c_{1z} 又は c_{IIz}

k_{hg0} ：レベル2地震動の地盤面における設計水平震度の標準値で、地震動のタイプに応じて『道示V4.1.6(5)』に規定する k_{Ihg0} 又は k_{IIhg0} ；

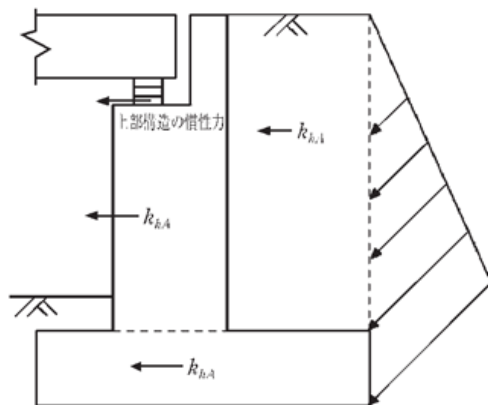


図 4-1-28 逆 T 式の橋台基礎の設計において考慮する慣性力と地震時土圧

道示 V

P247～P248

3) 橋台基礎の塑性化を期待する場合の橋台基礎の応答塑性率

橋台基礎の塑性化を期待する場合の橋台基礎の応答塑性率は、基礎の非線形挙動、土圧の影響等を適切に考慮して、式 (1.5.8) により算出する。

$$\mu_{Ar} = \delta_{Ar} / \delta_{Ay} \quad \dots \dots \dots (1.5.8)$$

$$\delta_{Ar} = \mu'_{Ar} \delta'_{Ay} + \delta_0 \quad \dots \dots \dots (1.5.9)$$

$$\delta_{Ay} = \delta'_{Ay} + \delta_0 \quad \dots \dots \dots (1.5.10)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu'_{Ar} &= \frac{1}{r} \left\{ -(1-r) + \sqrt{1-r+r(k_{hA}/k_{hyA})^2} \right\} \quad (r \neq 0) \\ \mu'_{Ar} &= \frac{1}{2} \left\{ 1 + (k_{hA}/k_{hyA})^2 \right\} \quad (r = 0) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1.5.11)$$

ここに、

μ_{Ar} : 橋台基礎の応答塑性率

δ_{Ar} : 橋台基礎の変形による上部構造の慣性力の作用位置における水平変位 (m)

δ_{Ay} : 橋台基礎の降伏変位 (m) で、基礎形式別に『道示IV編10.9、11.9、12.10及び13.9』の規定による。

μ'_{Ar} : $k_h = 0$, $\delta_A = \delta_0$ を原点とした場合の橋台基礎の応答塑性率

δ'_{Ay} : $k_h = 0$, $\delta_A = \delta_0$ を原点とした場合の橋台基礎の降伏変位 (m)

δ_A : 上部構造の慣性力の作用位置における水平変位 (m)

δ_0 : $k_h = 0$ として算出される地震時主動土圧による上部構造の慣性力の作用位置における水平変位 (m)

r : 橋台基礎の降伏剛性に対する二次剛性の比

k_{hyA} : 橋台基礎が降伏に達するときの水平震度 (四捨五入により小数点以下2桁とする)

k_{hA} : 式 (1.5.7) により算出する橋台及び橋台基礎の設計水平震度

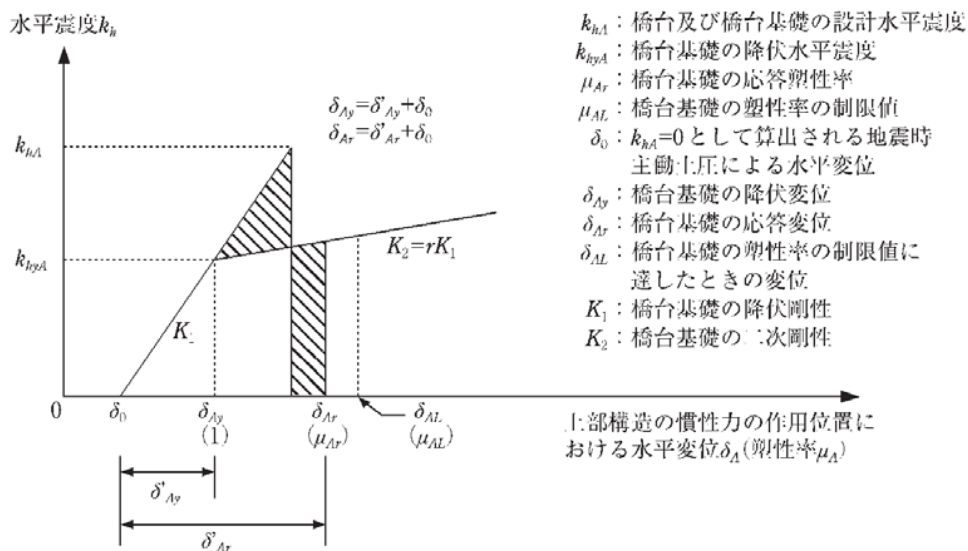


図 4-1-29 エネルギー一定則による橋台基礎の応答塑性率の算出方法

第2節 擁壁基礎

擁壁の基礎については、第3編 第2章 第5節の「擁壁工」による。

第3節 カルバート基礎

カルバートの基礎については、第3編 第2章 第6節の「カルバート」による。

第5章 仮 設 工

目 次

第5章	仮設工	1-5-1
第1節	共通事項	1-5-1
1-1	本章で扱う仮設構造物	1-5-1
1-2	設計のための事前調査・検討	1-5-2
1-3	土地定数	1-5-6
1-4	荷重	1-5-7
1-5	許容応力度	1-5-17
1-6	材料	1-5-21
第2節	二重締切り工法(切ばり式)	1-5-28
2-1	定義	1-5-28
2-2	選定の基準	1-5-28
2-3	仮設鋼材の許容応力度および鋼矢板の断面係数	1-5-28
2-4	各部の名称	1-5-29
2-5	設計法の区分	1-5-29
2-6	二重締切りの幅	1-5-30
2-7	外側鋼矢板、タイロッドおよび腹越しの設計	1-5-30
2-8	締切りの天端高	1-5-32
第3節	二重締切り工法(自立式)	1-5-33
3-1	定義	1-5-33
3-2	選定の基準	1-5-33
3-3	締切りの構造	1-5-33
3-4	鋼矢板二重式仮締切の設計	1-5-36
第4節	路面覆工	1-5-37
4-1	定義	1-5-37
4-2	各部の名称	1-5-37
4-3	荷重	1-5-38
4-4	覆工受桁	1-5-38
第5節	仮 橋	1-5-41
5-1	定義	1-5-41
5-2	仮橋の分類	1-5-41
5-3	設計のための事前調査	1-5-41
5-4	荷重	1-5-41
5-5	許容応力度	1-5-43

5-6	設計基本事項	1-5-43
5-7	使用部材	1-5-45
5-8	覆工受けたの設計	1-5-46
5-9	たわみ	1-5-47
5-10	けた受けの設計	1-5-47
5-11	ボルトの設計	1-5-48
5-12	斜材・水平継材の設計	1-5-49
5-13	高欄	1-5-51
5-14	床版	1-5-51
5-15	杭の設計	1-5-51
5-16	橋台の設計	1-5-55

第5章 仮設工

第1節 共通事項

1-1 本章で扱う仮設構造物

1 土留め

陸上部で地下構造物等を築造するときに掘削部分を締切って土砂の崩落防止のために設ける仮設構造物であり本マニュアルでは

- a 親杭横矢板工法
- b 鋼矢板工法 —— 「締切り」にも適用
- c 地中連続壁工法

を扱う。

2 締切り

水中部及び地下水の存在する陸上部で構造物等を築造するときに締切っておもに土圧、または水圧もしくはその両方に抵抗させるために設ける仮設構造物であり、本マニュアルでは

- a 鋼矢板工法 —— 「土留め」にも適用
- b 二重締切り工法

を扱う。

3 路面覆工

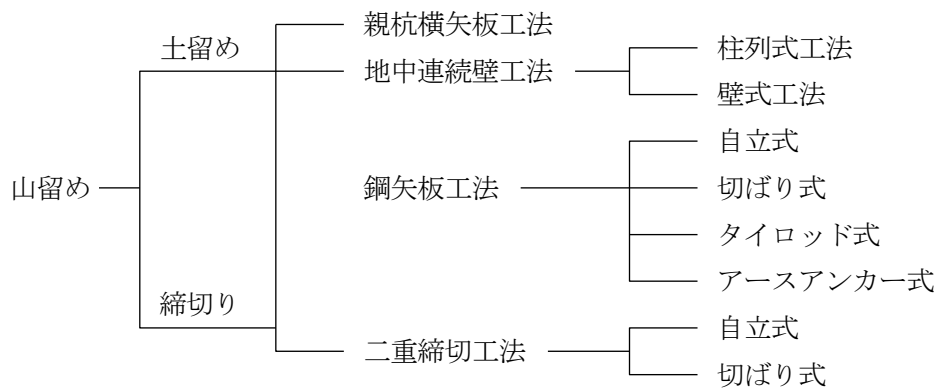
路上交通を確保し、道路下で工事を行なうときに覆工板を敷いた仮設構造物である。

4 仮橋

橋脚にH型鋼等を用い、床板に覆工板を敷いて交通の用に供する仮橋であり、工事専用仮橋及び一般交通に供する仮橋を扱う。

(解 説)

山留めを分類とすると次のとおりである。



(注) 二重締切り工法 (自立式) とは河川堤防を開削する工事において、堤防のかわりに二重締切りを自立させる構造をいう。

二重締切り工法(切ばり式)とは河川などの中に橋脚等を築造するさいの仮締切りとして止水性、剛性の大きい二重締切りで行ないその内側に腹起し、切ばりを設置する構造をいう。

道路土工
仮設構造物
工指針
1-3

調査にあたっては、原則として次の事項について行うものとする。

1. 地盤の調査
2. 地形に関する調査
3. 周辺構造物に関する調査
4. 地下埋設物に関する調査
5. 環境保全に関する調査

(解 説)

仮設構造物は、工事中に用いられ工事完了後は撤去されるものであり、本体構造物構築のため一次的に必要なものであるという観点からともすれば軽視されがちであったが、軟弱地盤地帯、家おく連たん地区、山岳地帯等その施工環境によっては極めて重要であることを認識し、計画・設計・施工にあたっては十分な事前調査・検討を行なう必要がある。

(1) 地形に関する調査

地形に関する調査は以下について行なうものとする。

1. 地形状況
2. 工事用地の状況
3. 河川、湖沼等の状況
4. 資材運搬経路の有無

(解 説)

地形状況の調査は、文献や地図等の既存資料および現地踏査等により、地表面の高低差等を調査するものである。この調査によって、地層構成が単純であるか複雑であるか、施工上問題となるような土質・地下水が予想されるか否かなどの概略の地盤状況についても知ることができる。

施工にあたって、建設用重機の待避場所、残土搬出設備の設置場所等の位置が、施工条件を左右する重要な要素となるため、事前にこれらの対象となる用地の位置、広さおよび地権者について十分調査し、用地の確保のために必要な手段を講じておく必要がある。掘削規模が大きい場合は、工期が長期化するため、使用期間が長くなることや、市街地中心部付近では用地確保が難しいことが多いため十分留意する。

河川、湖沼等の状況調査は、これに近接して施工する場合や、地下水処理の放流先として利用する場合等に、これらの水文や、舟航、利水状況等を調査することであり、施工の難易度、環境への影響を把握するものである。

使用する機械および資材の現場までの運搬経路ならびに現場内の小運搬経路について、道路の幅員、曲がり角の状態、交通費、橋梁等の制限荷重および通行規制の有無、また海上、河川においては、航行の難易、制限条件等の調査が必要である。また、現場内においてはトラフィカビリティ等より判断して、搬入および搬出の手法を講じておく必要がある。

(2) 地質・土質・地下水に関する検討

地質・土質・地下水に関する検討は以下について行なうものとする。

1. 地表近くの地層の支持力
2. 掘削する土の性質
3. 地下水位の高さ
4. 湧水量

(解 説)

仮設構造部を設計するために必要な調査は、本体構造物の調査とは重点の置き方が多少異なり、地表近くの地層の力学的性質・地下水の高さ・湧水量などが重要な検討事項となる。

特に軟弱地盤における仮設構造物の設計にあたっては、施工実績等を含め調査する必要がある。また、安全な施工を確保するため、「建設工事公衆災害防止対策要綱」に次のように規定されている。

(土質調査)

第 42 起業者は、重要な仮設工事を行う場合においては、既存の資料等により工事区域の土質状況を確認するとともに、必要な土質調査を行い、その結果に基づいて土留工の設計、施行方法等の検討を行うものとする。

(軟弱地盤対策)

第 47 起業者又は施工者は、掘削基盤付近の地盤が沈下、移動又は隆起するおそれがある場合においては、土留壁の根入れ長の増加、底切りばりの設置、地盤改良等適切な措置を講じるとともに、工程及び工法についても安全が確保できるよう配慮しなければならない。

(3) 周辺構造物に関する調査

周辺構造物に関する調査は以下について行なうものとする。

1. 基礎の根入れ深さ
2. 基礎形式
3. 仮設構造物と既設構造物の相互関係
4. 荷重の相互影響
5. 工事によって地下水位の低下が予想される場合には、地下水位の低下による周辺地盤の圧密沈下の程度

(解 説)

周辺構造物の調査、検討にあたっては、大別して二つのタイプに分類することができる。一つは民家、学校、病院などであり、もう一つは、橋台、橋脚、擁壁などである。

民家、学校、病院などに近接して仮設構造物を施工する場合には、近隣構造物が設置されている地質、基礎構造について特に留意した調査が必要であり、仮設構造物施工中もしくは施工後において問題が惹起しないよう対策を講じておくとともに、仮に問題が起きた場合にも対処できるような調査、検討を行っておく必要がある。

土木工事
仮設計画
ガイドブック(I)
1.2.1(2)

橋台などに近接して仮設構造物を施工する場合には、既設構造物がどのように設計、施工され現在どのような状態になっているかを調査することと、仮設構造物の施工が既設構造物に及ぼす影響を考慮する必要がある。

次に仮設構造物構築時に近隣構造物への影響度についての目安を示す。

また、近隣程度を詳細に判定する必要がある場合は「土木研究所資料集第2009号・近隣基礎設計施工要領（案）」の判定方法を参考にすると良い。

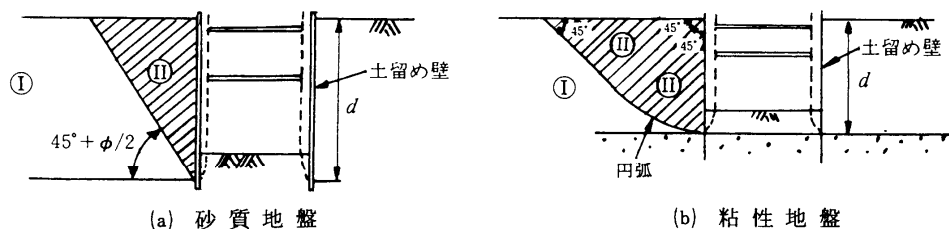


図5-1-1 土留め壁のたわみ変形に起因する影響範囲

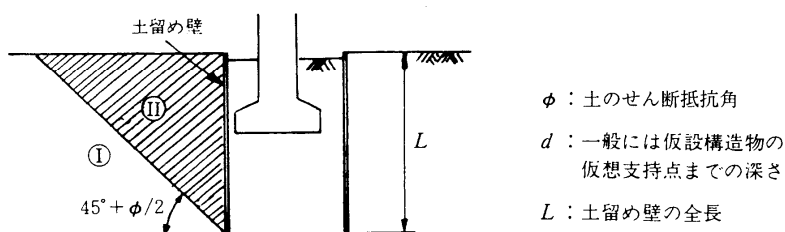


図5-1-2 土留め壁の引抜きを行う場合の影響範囲

ここで、図中のⅠ、Ⅱは既設構造物と仮設構造物の近隣程度を工学的に表わしたものでⅠは仮設構造物の施工による地盤変位の影響が及ばないと考えられる範囲、Ⅱは仮設構造物の施工による地盤変位の影響が及ぶと考えられる範囲で、既設構造物がこの範囲にある場合は適切な対策工法を実施すると同時に施工中における既設構造物、周辺地盤、仮設構造物等の変位、変形の観測を行わなければならない。

(4) 地下埋設物に関する検討

地下埋設物に関する検討は以下について行なうものとする。

1. 地下埋設物の位置
2. 地下埋設物の規模
3. 地下埋設物の構造
4. 地下埋設物の老朽度

(解 説)

土留め杭や鋼矢板は、構造物の基礎がしめる部分より外側に打たれるため、埋設物に関する調査では仮設構造物の規模も考慮する必要がある。過去において土留H杭や鋼矢板の打込時にガス管や水道管を破損し大事故となり付近の住民にも被害をおよぼした例や、既設構造物に近接して土留め杭や鋼矢板を打設したり掘削して既設の構造物を傾斜させたり沈下を生ぜしめた事故等を経験しており、これらの事故を完全に防ぐためにも必要な調査である。これらの調査は形式決定の前に埋設物や近接構造物の所有者の台帳、並びに構造図

土木工事
仮設計画
ガイドブック(I)
1.2.1(2)

で調査することはもちろん、不明確な場合には試掘等の現地調査を行なうものとする。

また、施工にあたっては、「建設工事公衆災害防止対策要領」に規定されている各条項を遵守しなければならない。

(5) 環境保全に関する検討

家おく連たん地区など、周辺に構造物がある場合は、騒音・振動に対して十分調査・検討しなければならない。

1. 地盤沈下
2. 地下水
3. 騒音・振動
4. 建設副産物対策

道路土工
仮設構造
物工指針
1-2-3(4)

(解 説)

地盤の状況を事前に確認するとともに、地盤調査資料等により、工事に伴い予測される地盤沈下の範囲とその程度および影響を事前に検討する。また、自然沈下のみられる地域においては、工事の影響と自然沈下との違いを把握するための調査も行う。施工段階では、必要に応じて適切な対策がとれるよう、地表面や周辺構造物の変状測定を行い、工事の影響による地盤沈下に注意する。

地下水を揚水したり、遮水性の土留め壁を用いて地下水脈を遮断したりすると地下水位を変化させることがある。地下水位の低下は、地盤沈下や周辺の井戸の枯渇をもたらす、周辺住民の生活に大きな影響を与えることもある。また、薬液注入工法を採用する場合には、地下水の水質に影響を及ぼすことがある。したがって、事前に影響が予測される範囲の井戸の位置、深さ、利用状況、水位および水質等を調査するとともに、水位の既設変動および第三者による揚水の有無等を調べ、工事中は地下水の状況に注意する。土留め壁を残置する場合には、それによる地下水への影響についても検討する。なお、地層構成や地下水の状況によって差異はあるが、この調査は、ほかの調査に比べ、かなり広範囲の地域を対象に行う必要がある。

工事による騒音・振動に関しては、市街地では各種の規制が実施されており、学校、病院等の公共施設の周辺では、特に厳しく制限されている。したがって、規制の有無および内容を熟知しておくとともに、これらの公共施設の状況を調査する。さらに、施工段階では騒音・振動の計測を行い、周辺環境への影響を把握する。

工事により発生する建設副産物については、関連法規を事前に熟知するとともに、発生抑制・再利用および適正処理を考慮し処理方法等の検討を行う。

1-3 土質定数

1 土の単位体積重量

仮設構造物設計に用いる土の単位体積重量は原則として土質試験の結果による。十分な資料がない場合には表5-1-1を参考にしてよい。

表5-1-1 土の湿潤単位体積重量 (kN(m³tf/m³))

土 質	密なもの	ゆるいもの
礫 質 土	20 (2.0)	18 (1.8)
砂 質 土	19 (1.9)	17 (1.7)
粘 性 土	18 (1.8)	14 (1.4)

慣用法に用いる土圧を設定する場合の地下水位以下にある土の水中単位体積重量は、土の飽和状態と湿潤状態の単位体積重量の差を 1.0kN/m³ (0.1tf/m³) と想定し、土の湿潤単位体積重量から 9.0kN/m³(0.9tf/m³) を差し引いた値を用いてよい。

ボーリングの検討において、地盤の有効重量を計算する場合の土の水中単位体積重量は、水の単位体積重量を $\gamma_w=10.0\text{kN/m}^3(1.0\text{tf/m}^3)$ (ただし、海水を考慮する場合は、 $\gamma_w=10.3\text{kN/m}^3(1.03\text{tf/m}^3)$) として湿潤単位体積重量から差し引いた値とする。)

埋戻し土の単位体積重量は、その材料および締固め方法により異なるため、実重量を用いることを原則とするが、土圧算定時の目安としては、 $\gamma = 18\text{kN/m}^3 (1.8\text{tf/m}^3)$ を用いてよい。

2 砂質土の強度定数

砂質土のせん断抵抗各 ϕ を室内土質試験から求めるためのサンプリングは一般に困難であるため、砂質土のせん断抵抗角 ϕ は N 値からの換算式を用いて求めてもよい。

ϕ と N 値の換算式は、式 (5-1-1) を用いてよい。

$$\phi = \sqrt{15N+15} \leq 45^\circ \quad (\text{ただし } N > 5) \dots\dots\dots (5-1-1)$$

砂質土の粘着力は設計上一般に無視するが多いが、固結した洪積砂層および洪積砂礫層の場合、数 10kN/m³ の粘着力が認められることがある。このような洪積砂質土層では、当該地域における既往の試験結果等を基に土圧評価において粘着力を考慮してもよい。

3 粘性土の強度定数

粘性土の粘着力 c は、乱さない試料を採取し、非圧密非排水状態での三軸圧縮試験から求めることが望ましい。ただし、沖積層の粘性土は、一般に一軸圧縮試験から求められた一軸圧縮強度 q_u との間に、 $c = q_u/2$ の関係が認められているので、その値を用いてよい。室内土質試験等の十分な資料がない場合には表5-1-2に示した値を用いてよい。沖積層の粘性土地盤では、深さ方向に粘着力の増加が見られるため、設計定数の設定にあたっては、十分に地盤状況を把握する必要がある。

表5-1-2 粘性土の粘着力とN値の関係

硬さ	非常に軟らかい	軟らかい	中位	硬い	非常に硬い	固結した
N値	2以下	2~4	4~8	8~15	15~30	30以上
粘着力 c (kN/nf(tf/nf))	12以下 (1.2以下)	12~25 (1.2~2.5)	25~50 (2.5~5.0)	50~100 (5.0~10)	100~200 (10~20)	200以上 (20以上)

(解説)

- (1) 1について……設計対象土層が明らかに沖積粘土もしくはシルト層と判定出来る場合には、その単位体積重量を $\gamma = 16\text{kN/m}^3$ (1.6tf/m^3) とする。

1-4 荷重

(1) 荷重の種類

土留めによる仮設構造物の設計にあたっては以下の荷重を考慮する。

1. 死荷重
2. 活荷重
3. 衝撃
4. 土圧および水圧
5. 温度変化の影響
6. その他の荷重

(解説)

- ・水圧は、地下水位が低いとき、排水が十分に行なわれる場合は無視できる。
- ・地震力については、無視する。

表5-1-3 荷重の組合せ

		死荷重	活荷重	衝撃	土圧	水圧	温度変化の影響	その他
土留め	土留め壁	根入れ長			○	○		必要に応じて考慮
		支持力	○	○	○			
		断面	○	○	○	○	○	
	腹起し	断面			○	○	○ ^{注)}	
	切ばり	断面				○	○	
	火打ち	断面			○	○	○	
路面覆工・仮栈橋	覆工受けた受け	断面	○	○	○			
		たわみ		○				
	中間杭 支持杭	支持力	○	○	○			
		断面	○	○	○			

注) 腹起しの計算に軸力を考慮する場合

(2) 死荷重

死荷重の算出に用いる単位体積重量は材料の実重量とする。ただし、個々の重量が不明の場合は表5-1-4の値を用いてよい。

道路土工
仮設構造
物指針
2-3-1

道路土工
仮設構造
物指針
2-3-2

表5-1-4 材料の単位体積重量 (kN/m³(tf/m³))

材 料	単位体積重量	材 料	単位体積重量
鋼・鋳鋼・鍛鋼	77 (7,850)	セメントモルタル	21 (2,150)
鋳 鉄	71 (7,250)	木 材	8.0 (800)
鉄筋コンクリート	24.5(2,500)	アスファルト舗装	22.5(2,300)
コンクリート	23 (2,350)		

覆工板の単位重量として次の値を用いてよい。

表5-1-5 覆工板の重量

種 類	単位面積当たりの重量	
	長さ 2 m	長さ 3 m
鋼 製	2.0kN/m ² (200kgf/m ²)	2.0kN/m ² (200kgf/m ²)
鋼 製 (アスファルト舗装付)	2.5kN/m ² (250kgf/m ²)	2.6kN/m ² (260kgf/m ²)
鋼・コンクリート合成	2.8kN/m ² (280kgf/m ²)	3.3kN/m ² (330kgf/m ²)

(3) 活 荷 重

仮設構造物に作用する活荷重としては、自動車荷重、群集荷重および建設用重機等の荷重を考慮する。また、このほか道路上の工事では換算自動車荷重として仮設構造物の範囲外に上載荷重を考慮する必要がある。活荷重の一般的な載荷重状況を図5-1-3に示す。

道路土工
仮設構造
物工指針
2-3-3

(解 説)

活荷重の載荷状態は図5-1-3の如くする。

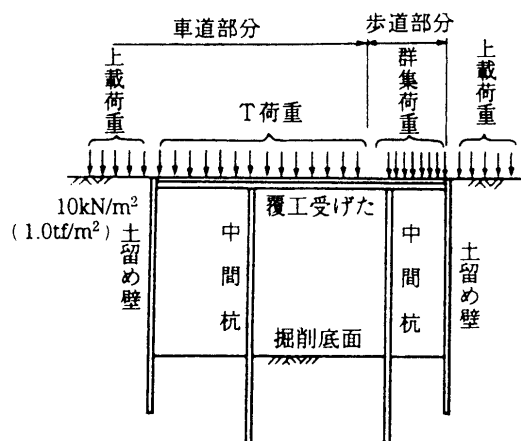


図5-1-3 活荷重の載荷状況

仮設構造物の付近に大きな建造物がある場合はその影響を考慮しなければならない。また、仮設用にクレーン等の重機が入る場合は、吊上げ荷重の考慮のうえ設計するものとする。

(4) 自動車荷重等の載荷

1. 自動車荷重

自動車荷重は、「道路橋示方書・同解説 I 共通編」に規定されている図5-1-4のT荷重を用いる。A、B活荷重の適用は道路橋示方書に準拠することを基本に存置期間中の大型車の交通状況等を考え、A、B活荷重をそれぞれ使い分けるものとする。

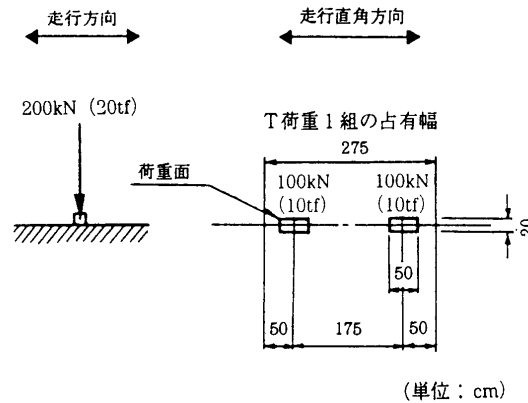


図5-1-4 T荷重

2. 群集荷重

群集荷重は、「道路橋示方書・同開設 I 共通編」に準拠し、 5.0 kN/m^2 (500 kgf/m^2) の等分布荷重として歩道部に載荷するものとする。

3. 建設用重機の荷重

建設用重機と吊上げ荷重については、その使用状況に応じて考慮する。

4. 地表面での上載荷重

土留めの設計においては、仮設構造物の範囲外に原則として 10 kN/m^2 (1.0 tf/m^2) の上載荷重を考慮する。ただし、自動車、建設用重機および建築物等が特に土留めに近接し、かつ明らかに 10 kN/m^2 (1.0 tf/m^2) では危険側と考えられるときは、別途適切な値を考慮しなければならない。

5. その他

仮栈橋等の設計においては、必要に応じて自動車および建設用重機等による水平荷重を考慮する。

自動車の制動および始動等による水平荷重としては鉛直荷重の10%を、建設用重機の制動、始動および施工中の作業に伴う水平荷重としては、建設用重機自重（作業時には吊り荷重を含む）の15%を考慮する。

(解説)

B活荷重を適用する道路においては、T荷重によって算出した断面力等に部材の支間長に応じて表5-1-6に示す係数を乗じたものを用いるものとする。ただし、この係数は1.5をこえないものとする。

一方、A活荷重を適用する道路の自動車荷重については、総重量245kN (25tf)の大型車の通行頻度が比較的低い状態を想定していることから、連行荷重を考慮するための表5-1-6の係数は適用しない。なお、支間が15m程度をこえる大規模なもの、また、トラス橋やプレートガーダー橋等、

ほかの構造形式のものについては、設計荷重、設計法を別途考える必要がある。

表 5-1-6 設計に用いる係数

部材の支間長 L (m)	$L \leq 4$	$L > 4$
係 数	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$

(5) 衝 撃

自動車および建設用重機の荷重には衝撃を考慮する。衝撃係数 i は支間長に関係なく 0.3 とする。

(解 説)

「道路橋示方書・同解説 I 共通編」では衝撃係数を $i = 20 / (50 + L)$ と規定しており、スパン $L = 4 \sim 15\text{m}$ とすると $i = 0.31 \sim 0.37$ となる。 $i = 0.3$ とする場合と、 $i = 0.31 \sim 0.37$ とする場合では、モーメントにして約 2～5% の差であり影響を与えず、仮設構造物のスパンが限定されているので定数で与えてもさしつかえないと考えられる。したがって衝撃係数は $i = 0.3$ とした。ただし、覆工板は衝動を直接受けるので衝動係数 $i = 0.4$ とする。

(6) 土圧および水圧

1. 慣用法に用いる土圧および水圧

(1) 根入れ長の計算に用いる土圧

土留めの壁の根入れ長の計算に用いる土圧は、式 (5-1-2) および式 (5-1-3) により算出する。

$$P_a = K_a (\sum \gamma h + q) - 2c\sqrt{K_a} \dots\dots\dots (5-1-2)$$

$$P_p = K_p (\sum \gamma h') + 2c\sqrt{K_p} \dots\dots\dots (5-1-3)$$

ここに、 P_a : 主働土圧 (kN/m²(tf/m²))

P_p : 受働土圧 (kN/m²(tf/m²))

K_a : 着目点における地盤の受働土圧係数

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$$

K_p : 着目点における地盤の受働土圧係数

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \phi/2)$$

ϕ : 着目点における土のせん断抵抗角(度(度))

$\sum \gamma h$: 着目点における主働側の有効土かぶり圧(kN/m²(tf/m²))

$\sum \gamma h'$: 着目点における受働側の有効土かぶり圧(kN/m²(tf/m²))

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量(kN/m³(tf/m³))で、地下

道路土工
仮設構造
物指針
2-3-4

道路土工
仮設構造
物指針
2-3-5(1)

水位以下は水中単位体積重量を用いる。

h : 着目点までの主働側の各層の層厚 (m(m))

h' : 着目点までの受働側の各層の層厚 (m(m))

q : 地表面での上載荷重 (kN/m^2 (tf/m^2))

c : 着目点における土の粘着力 (kN/m^2 (tf/m^2))

ただし、粘性土地盤の主働土圧の下限值は図5-1-5に示すように、 $P_a=0.3\gamma h$ とし、算出した土圧と比較して大きい方を用いるものとする。ただし、この土圧の下限值には、地表での上載荷重 q は考慮しなくてもよい。

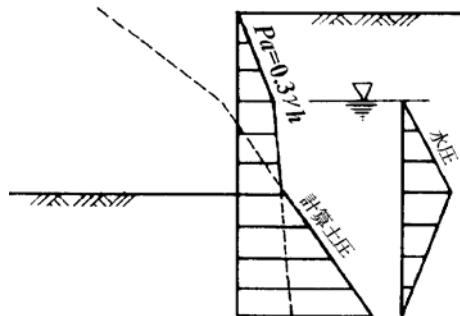


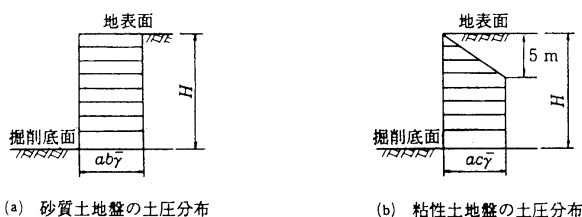
図5-1-5 粘性土地盤の主働側圧の考え方

(解説)

式(5-1-2)で算出した粘性土の主働土圧では、粘着力の効果により計算上土留めに主働土圧が作用しない場合がある。しかし、実際の工事における地表面付近では、土留め壁の打込み等の施工に伴う地盤の乱れや降雨等の影響が考えられるため、粘性土地盤における土圧の下限值として、 $P_a=0.3\gamma h$ の土圧を規定した。

(2) 断面計算に用いる土圧

土留め壁、腹起し、切ばりの断面計算においては、図5-1-6に示す断面決定用土圧を用いることとする。



$\bar{\gamma}$: 土の平均単位体積重量 (kN/m^3 (tf/m^3))
 a, b, c : 表5-1-7、表5-1-8による
 H : 掘削深さ

図5-1-6 断面決定用土圧

表5-1-7 掘削深さ H による係数

$5.0\text{m} \leq H$	$a = 1$
$5.0\text{m} > H > 3.0\text{m}$	$a = \frac{1}{4} (H - 1)$

表 5-1-8 地質による係数

b	c	
砂質土	粘性土	
2	$N > 5$	4
	$N \leq 5$	6

(解説)

砂質土地盤の土圧は長方形分布とし、粘性土地盤の土圧は台形分布とする。断面決定用土圧は、多数の土圧測定結果を、慣用法に用いることを前提として整理し得られた見掛けの土圧分布である。適用にあたっては次の事項に留意する必要がある。

- ① 土が過度に攪乱された状態では、土圧は極めて大きくなるため、裏込め土、埋立て土の場合や、施工中に攪乱されと思われる場合は別途検討する。
- ② 地層が粘性土と砂質土の互層になっている場合は、粘性土の層厚の合計が地表面から仮想支持点までの地盤の厚さの 50% 以上の場合は粘性土、50% 未満の場合は砂質土の一樣地盤と考えてよい。また、地盤種別が粘性土と判定された場合は、粘性土を N 値で分類し、 $N \leq 5$ の層厚の合計が 50% 以上の場合は軟らかい粘性土、50% 未満を硬い粘性土として取り扱う。
- ③ 土の平均単位体積重量は、地表面から仮想支持点までの間における各層を考慮し図 5-1-7 のようにして求める。
- ④ 土留め背面には、地表面での上載荷重として $q = 10\text{kN/m}^2 (1.0\text{tf/m}^2)$ を考慮するが、③で求めた平均単位体積重量 $\bar{\gamma}$ から $q/\bar{\gamma}$ (m) の厚さの土層が地表面より上方に存在するものとして図 5-1-8 のように換算土厚として考慮する。

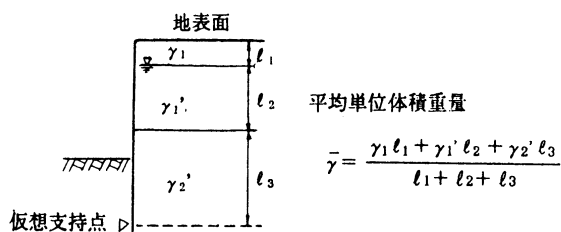


図 5-1-7 土の平均単位体積重量の求め方

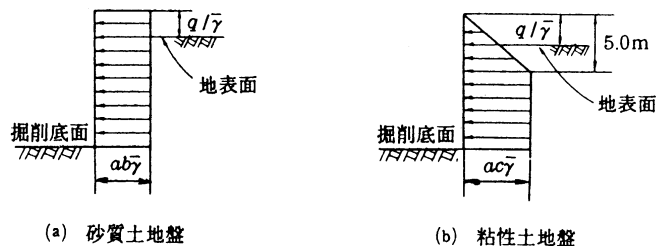


図 5-1-8 地表面での上載荷重がある場合の土圧

(3) 水 圧

土留めに作用する水圧は静水圧とし、水圧分布は図5-1-9の△ABCで表わされる三角形分布とする。

設計水位は一般に水中では設置期間に想定される最高水位とし、陸上では地下水位とする。

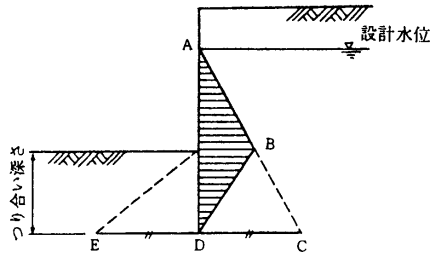


図5-1-9 水圧分布

2. 弾塑性法に用いる土圧および水圧

(1) 静止側圧

土留め壁に作用する静止側圧は式(5-1-4)および式(5-1-5)により算出する。

砂質土の場合 $P_0 = K_{0s}(\sum \gamma h - P_{w2}) + P_{w2}$ …………… (5-1-4)

粘性土の場合 $P_0 = K_{0c}(\sum \gamma h)$ …………… (5-1-5)

ここに、 P_0 : 静止側圧 (kN/m²(tf/m²))

K_{0s} : 着目点における砂質土の静止土圧係数

K_{0c} : 着目点における粘性土の静止側圧係数

$\sum \gamma h$: 着目点における掘削面側地盤の全土かぶり圧 (kN/m²(tf/m²))
ただし、地表面より上に水位がある場合は地表面より上の水の重量を含む。

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量 (kN/m³(tf/m³))

h : 着目点までの各層の層厚 (m(m))

P_{w2} : 着目点における掘削面側の間隙水圧 (kN/m²(tf/m²))

砂質土地盤では、地下水位の変動に伴い水圧が変化しやすいこと等から、土圧と水圧を分離し、その合計によって側圧を求めることとした。砂質土の静止土圧係数はヤーキーの式を用い、式(5-1-6)より算出する。

$K_{0s} = 1 - \sin \phi$ …………… (5-1-6)

ここに、 ϕ : 土のせん断抵抗角(度(度))

(解 説)

粘性土地盤では、一般的に、透水係数が小さいため、地下水位が変動して

道路土工
仮設構造
土工指針
2-3-5(2)

も粘性土中の水は、しばらくの間保持されるものと考え、土圧と水圧を一体として求めることとした。粘性土の静止側圧係数は、実測値から推定した表5-1-9の値を用いるものとする。

なお、非常に軟弱な地盤では、 K_{0c} が表5-1-9に示す0.8より大きくなる場合があるので、 K_{0c} の値の決定にあたっては留意する。

表5-1-9 粘性土の静止側圧係数

N値	K_{0c}
$N \geq 8$	0.5
$4 \leq N < 8$	0.6
$2 \leq N < 4$	0.7
$N < 2$	0.8

(2) 背面側主働側圧

土留め壁に背面側から作用する主働側圧は砂質土では式(5-1-7)、粘性土では式(5-1-8)および式(5-1-9)により算出する。

砂質土の場合 $p_a = K_{as}(\sum \gamma h + q - p_{w1}) - 2c \sqrt{K_{as}} + p_{w1}$
 (5-1-7)

粘性土の場合

掘削面以浅 $p_a = K_{ac1}(\sum \gamma h + q)$ (5-1-8)

掘削面以深 $p_a = K_{ac1}(\sum \gamma h_1 + q) + K_{ac2}(\sum \gamma h_2)$... (5-1-9)

ここに、 p_a : 主働側圧 (kN/m²(tf/m²))

K_{as} : 着目点における砂質土の主働土圧係数

$$K_{as} = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$$

ϕ : 着目点における土のせん断抵抗角(度(度))

K_{ac1} : 掘削面以浅での着目点における粘性土の主働側圧係数

K_{ac2} : 掘削面以深での着目点における粘性土の主働側圧係数

$\sum \gamma h$: 着目点における地盤の全土かぶり圧 (kN/m²(tf/m²))

$\sum \gamma h_1$: 掘削面以浅での着目点における地盤の全土かぶり圧
(kN/m²(tf/m²))

$\sum \gamma h_2$: 掘削面以深での着目点における掘削面からの地盤の全土かぶり圧 (kN/m²(tf/m²))

ただし、地表面より上に水位がある場合は、地表面より上の水の重量を含める。

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量 (kN/m³(tf/m³))

h : 着目点までの各層の層厚 (m(m))

h_1 : 粘性土地盤における掘削面以浅の各層の層厚 (m(m))

h_2 : 粘性土地盤における掘削面以深の着目点までの各層の層

厚 (m(m))

q : 地表面での上載荷重 (kN/m²(tf/m²))

p_{w1} : 着目点における間隙水圧 (kN/m²(tf/m²))

c : 着目点における土の粘着力 (kN/m²(tf/m²))

表 5-1-10 主働側圧係数 (粘性土)

N値	K_{ac1}		K_{ac2}
	推定式	最小値	
$N \geq 8$	$0.5 - 0.01 H$	0.3	0.5
$4 \leq N < 8$	$0.6 - 0.01 H$	0.4	0.6
$2 \leq N < 4$	$0.7 - 0.025 H$	0.5	0.7
$N < 2$	$0.8 - 0.025 H$	0.6	0.8

ここに、H : 各掘削深さ (m(m))

(解 説)

主働側圧も静止側圧と同様に、砂質土については土圧と水圧を分離した側圧式を、粘性土については土圧と水圧を一体とした側圧式を用いるものとした。

(3) 掘削面側受働側圧

土留め壁の変位に抵抗する受働側圧は式(5-1-10)により算出する。

$$p_p = K_p(\Sigma \gamma h - p_{w2}) + 2c \sqrt{K_p} + p_{w2} \dots\dots\dots (5-1-10)$$

ここに、 p_p : 受働側圧 (kN/m²(tf/m²))

K_p : 着目点における地盤の受働土圧係数

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin \phi}{\cos \delta}} \right]^2}$$

ϕ : 着目点における土のせん断抵抗角(度(度))

δ : 土留め壁と地盤との摩擦角(度(度))で、 $\delta = \phi/3$ とする。

$\Sigma \gamma h$: 着目点における地盤の全土かぶり圧 (kN/m²(tf/m²))

ただし、地表面より上に水位がある場合は、地表面より上の水の重量を含む。

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量 (kN/m³(tf/m³))

h : 着目点までの各層の層厚 (m(m))

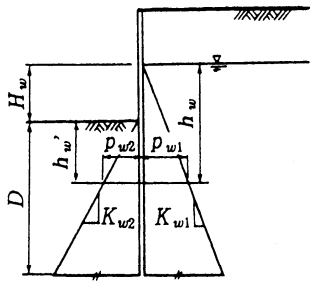
p_{w2} : 着目点における間隙水圧 (kN/m²(tf/m²))

ただし、粘性土においては $p_{w2} = 0$ とする。

c : 着目点における土の粘着力 (kN/m²(tf/m²))

(4) 水 圧

水圧は、現地の調査に基づき設定することを基本とする。ただし、水圧の状況が不明確な場合には、以下のように設定してよい。

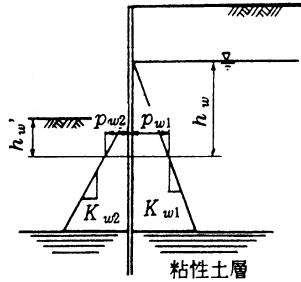


$$i = \frac{H_w}{H_w + 2D}$$

$$K_{w1} = 1 - i \quad p_{w1} = K_{w1} \gamma_w h_w$$

$$K_{w2} = 1 + i \quad p_{w2} = K_{w2} \gamma_w h_w'$$

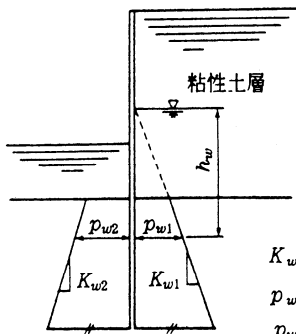
図 5-1-10 砂質土地盤の水圧



$$K_{w1} = K_{w2} = 1.0 \quad p_{w1} = K_{w1} \gamma_w h_w$$

$$p_{w2} = K_{w2} \gamma_w h_w'$$

図 5-1-11 下層地盤に粘性土層がある場合

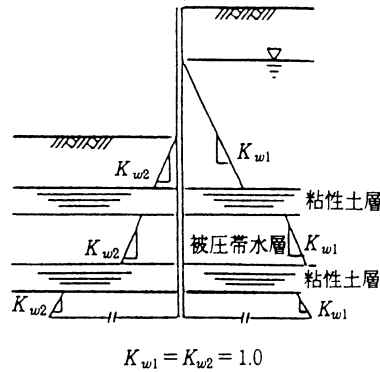


$$K_{w1} = K_{w2} = 1.0$$

$$p_{w1} = K_{w1} \gamma_w h_w$$

$$p_{w2} = p_{w1}$$

図 5-1-12 上層地盤に粘性土層がある場合



$$K_{w1} = K_{w2} = 1.0$$

図 5-1-13 互層地盤の場合

(解 説)

砂質土地盤における間隙水圧は、土留め壁先端が透水層の場合には背面側より掘削面側へ地下水が浸透し、土留め壁の下端において背面側と掘削面側で水圧が等しくなると考えられることから、図 5-1-10 によることとしてよい。

また、図 5-1-11 および図 5-1-12 に示すように、下層地盤もしくは上層地盤に粘性土層がある場合の水圧係数 K_w (K_{w1} , K_{w2}) は $K_{w1} = K_{w2} = 1.0$ としてよい。

互層の場合の水圧は、一般的に図 5-1-13 のような水圧分布が考えられる。

(7) 温度変化

切ばりには、温度変化によって生ずる軸力増加 150kN (15tf) を考慮する。

(解 説)

- 1) 仮設構造物の切ばり反力は、気温1℃上昇するのに11~12.5 kN (1.1~1.25tf) 程度増加するとの報告もある。しかし、夏冬の温度差による軸力増加は地盤のクリープによって吸収されると考えられるので、設計に考慮する必要はない。
- 2) 切ばりを兼ねる腹起し部材には、これを考慮する。
- 3) 覆工板がある場合にはこれを無視してよい。

1-5 許容応力度

(1) 許容応力度の設定

ここで規定した許容応力度は、仮設構造物であることを考慮して、道路橋示方書等に規定されている常時の許容応力度を1.5倍した値を標準値として示したものである。したがって、構造物の重要度、荷重条件、設置期間、交通条件等によっては、この値を低減するのがよい。

また、国道などのように交通量が非常に多い迂回路用仮橋の設計においては、許容応力度を25%割増すことが一般的であるが、交通状況供用期間等を考慮し、かつ上記の条件を十分検討した上で定める。

(2) 鋼材の許容応力度

1) 構造用鋼材

一般構造用圧延鋼材 (SS400) および溶接構造用圧延鋼材 (SM490) の許容応力度は、「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編」の許容応力度を基準とし、これを50%割増したものである。これ以外の鋼種については「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編」に準拠し、同様に割増すものとする。

表5-1-11 鋼材の許容応力度

種 類		(N/mm ² (kgf/cm ²))	
		SS 400	SM 490
軸方向引張 (純断面)		210 (2,100)	280 (2,850)
軸方向圧縮 (総断面)		$\ell/r \leq 18(20)$ 210(2,100) $18 < \ell/r \leq 92(20 < \ell/r \leq 93)$ $[140 - 0.82(\ell/r - 18)] \times 1.5$ $([1,400 - 8.4(\ell/r - 20)] \times 1.5)$ $92(93) < \ell/r$ $\left[\frac{1,200,000}{6,700 + (\ell/r)^2} \right] \times 1.5$ $\left(\left[\frac{12,000,000}{6,700 + (\ell/r)^2} \right] \times 1.5 \right)$ ℓ : 部材の座屈長さ (mm (cm)) r : 断面二次半径 (mm (cm))	$\ell/r \leq 16(15)$ 280(2,850) $16 < \ell/r \leq 79(15 < \ell/r \leq 80)$ $[185 - 1.2(\ell/r - 16)] \times 1.5$ $([1,900 - 13(\ell/r - 15)] \times 1.5)$ $79(80) < \ell/r$ $\left[\frac{1,200,000}{5,000 + (\ell/r)^2} \right] \times 1.5$ $\left(\left[\frac{12,000,000}{5,000 + (\ell/r)^2} \right] \times 1.5 \right)$ ℓ : 部材の座屈長さ (mm (cm)) r : 断面二次半径 (mm (cm))
曲 げ	引張縁 (総断面)	210 (2,100)	280 (2,850)
	圧縮縁 (総断面)	$\ell/b \leq 4.5$ 210(2,100) $4.5 < \ell/b \leq 30$ $[140 - 2.4(\ell/b - 4.5)] \times 1.5$ $([1,400 - 24(\ell/b - 4.5)] \times 1.5)$ ℓ : フランジの固定点間距離 (mm (cm)) b : フランジ幅 (mm (cm))	$\ell/b \leq 4.0$ 280(2,850) $4.0 < \ell/b \leq 30$ $[185 - 3.8(\ell/b - 4.0)] \times 1.5$ $([1,900 - 38(\ell/b - 4.0)] \times 1.5)$ ℓ : フランジの固定点間距離 (mm (cm)) b : フランジ幅 (mm (cm))
せん断 (総断面)		120 (1,200)	160 (1,650)
支 圧		315 (3,150)	420 (4,200)

工場溶接部は母材と同じ値を用い、現場溶接部は施工条件を考慮して80%とする。

注) 純断面: 欠損部を考慮 総断面: 欠損部は考慮しない

土木工事
仮設設計
がトブック(Ⅱ)
7.2.2(2)

道路土工
仮設構造
物工指針
2-6-2

2) 鋼矢板

鋼矢板の許容応力度は、表 5-1-12 の値とする。

表 5-1-12 鋼矢板の許容応力度

(N/mm² (kgf/cm²))

		S Y 295	S Y 390	軽量鋼矢板		
母材部	曲げ引張	270 (2, 700)	355 (3, 600)	210 (2, 100)		
	曲げ圧縮	270 (2, 700)	355 (3, 600)	210 (2, 100)		
溶接部	良好な施工条件での溶接	突合せ溶接	引張	215 (2, 200)	285 (2, 900)	165 (1, 700)
			圧縮	215 (2, 200)	285 (2, 900)	165 (1, 700)
	現場建込み溶接	突合せ溶接	引張	135 (1, 400)	180 (1, 800)	110 (1, 100)
			圧縮	135 (1, 400)	180 (1, 800)	110 (1, 100)
	すみ肉溶接	せん断	工場溶接部	125 (1, 300)	165 (1, 700)	100 (1, 000)
			現場溶接部	80 (800)	100 (1, 000)	60 (600)

現場溶接部の許容応力度のうち、建込み前に矢板を横にして下向き姿勢で良好な施工条件で溶接が可能な場合は、許容応力度を母材の 80%程度とした。現場建込み溶接とは、先行する矢板を打込んでからそれに接続する矢板を鉛直に建込んだ状態で継手を溶接するもので、変形等の影響が考えられるため、現場溶接部の許容応力度を母材の 50%程度とした。

3) 鋼管矢板

鋼管矢板 (S K Y 400、S K Y 490) の許容応力度は表 5-1-13 の値とする。

表 5-1-13 鋼管矢板の許容応力度

(N/mm² (kgf/cm²))

		S K Y 400	S K Y 490
母材部	引張	210 (2, 100)	280 (2, 850)
	圧縮	210 (2, 100)	280 (2, 850)
	せん断	120 (1, 200)	160 (1, 650)
溶接部		工場溶接部は母材と同じ値を用い、現場溶接部は施工条件を考慮してその 80%とする。	

4) P C 鋼材

土留めアンカーに用いる P C 鋼材の許容引張力は、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」((社)地盤工学会)に準じ、テンドンの極限荷重の 65% またはテンドンの降伏荷重の 80%のうちいずれか小さい値とする。

5) 鉄筋

鉄筋の許容応力度は直径 51mm 以下の鉄筋に対して表 5-1-14 の値とする。

表 5-1-14 鉄筋の許容応力度 (N/mm² (kgf/cm²))

鉄筋の種類	R S 235	S D 295 A S D 295 B	S D 345
引 張	210 (2, 100)	270 (2, 700)	300 (3, 000)
圧 縮	210 (2, 100)	270 (2, 700)	300 (3, 000)

6) ボルト

普通ボルトおよび高力ボルトの許容応力度は表 5-1-15 の値とする。

表 5-1-15 ボルトの許容応力度 (N/mm² (kgf/cm²))

ボルトの種類	応力の種類	許容応力度	備 考
普通ボルト	せん断	135 (1, 350)	S S 400 相当
	支 圧	315 (3, 150)	
高力ボルト (F 10T)	せん断	285 (2, 850)	母材が S S 400 の場合
	支 圧	355 (3, 600)	

(3) 軸方向圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける部材

軸方向圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける部材は、応力度の照査のほか、安定に対する検討が必要である。

道路土工
仮設構造
物工指針
2-6-3

(解 説)

H形鋼 (S S 400) の場合「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編」の規定に準じ、式 (5-1-11) および式 (5-1-12) により安定の照査を行うものとする。

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy} \left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{eay}}\right)} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao} \left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}}\right)} \leq 1 \dots\dots\dots (5-1-11)$$

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{\left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{ecy}}\right)} + \frac{\sigma_{bcz}}{\left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{eaz}}\right)} \leq \sigma_{cal} \dots\dots\dots (5-1-12)$$

ここに、 σ_c : 照査する断面に作用する軸方向力による圧縮応力度 (N/mm² (kgf/cm²))

σ_{bcy} 、 σ_{bcz} : それぞれ強軸および弱軸まわりに作用する曲げモーメントによる曲げ圧縮応力度 (N/mm² (kgf/cm²))

σ_{caz} : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度 (N/mm² (kgf/cm²))
で、表 5-1-11 を用いる。ただし、 $b' \leq 13.1t'$ とする。

σ_{bagy} : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度 (N/mm² (kgf/cm²)) で、表 5-1-11 を用いる。ただし、 $2Ac \geq Aw$ とする。

(Ac : 圧縮フランジの総断面積 (cm²)、 Aw : ウェブの総断面積 (cm²) 図 5-1-14 参照)

σ_{bao} : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値で、
210N/mm²(2,100kgf/cm²)とする。

Σ_{cal} : 圧縮応力を受ける自由突出板の局部座屈に対する許容
応力度で、210N/mm²(2,100kgf/cm²)とする。ただし、
 $b' \leq 13.1t'$ とする。

σ_{eay} 、 σ_{eaz} : それぞれ強軸および弱軸まわりのオイラー座屈応力度
(N/mm²(kgf/cm²))

$$\sigma_{eay} = 1,200,000 \sqrt{\left(\frac{L'}{r_y}\right)^2} \left[\sigma_{eay} = 12,000,000 \sqrt{\left(\frac{L'}{r_y}\right)^2} \right]$$

$$\sigma_{eaz} = 1,200,000 \sqrt{\left(\frac{L'}{r_z}\right)^2} \left[\sigma_{eaz} = 12,000,000 \sqrt{\left(\frac{L'}{r_z}\right)^2} \right]$$

L' : 材料両端の支店条件より定まる有効座屈長(mm(cm))

で、強軸および弱軸でそれぞれ考慮する。

r_y 、 r_z : それぞれ強軸および弱軸まわりの断面二次半径(mm(cm))

b' 、 t' : 図5-1-14参照。

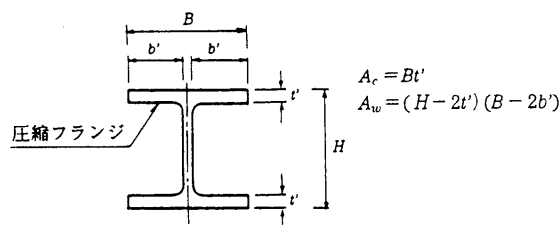


図5-1-14 b' 、 t' のとり方

(4) コンクリートの許容応力度

1) 気中コンクリート

大気中で施工する鉄筋コンクリート部材の許容応力度は表5-1-16の値とする。

表5-1-16 大気中で施工するコンクリートの許容応力度

(N/mm²(kgf/cm²))

応力度の種類		コンクリートの設計基準強度 (σ_{ck})			
		21 (210)	24 (240)	27 (270)	30 (300)
許容圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	10.5 (105)	12.0 (120)	13.5 (135)	15.0 (150)
	軸圧縮応力度	8.0 (80)	9.5 (95)	11.0 (110)	12.5 (125)
許容せん断応力度	コンクリートのみでせん断力を負担する場合(Ta1)	0.33 (3.3)	0.35 (3.5)	0.36 (3.6)	0.38 (3.8)
	斜め引張鉄筋を協同してせん断力を負担する場合(Ta2)	2.40 (24.0)	2.55 (25.5)	2.70 (27.0)	2.85 (28.5)
許容付着応力度	丸鋼	1.05 (10.5)	1.20 (12.0)	1.27 (12.7)	1.35 (13.5)
	異形棒鋼	2.10 (21.0)	2.40 (24.0)	2.55 (25.5)	2.70 (27.0)

道路土工
仮設構造
物工指針
2-6-4

(解 説)

コンクリートのみでせん断力を負担する場合の許容せん断応力度 t_{a1} は、部材断面の有効高の影響、引張主鉄筋比の影響、および軸方向圧縮力の影響を考慮して補正する。この補正の考え方については、「道路橋示方書・同解説IV下部構造編」に準じるものとする。

2) 水中コンクリート

地中連続壁のように水中で施工するコンクリートの許容応力度は表5-1-17の値とする。

表5-1-17 泥水置換工法によるコンクリートの許容応力度

($\text{N}/\text{mm}^2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$)

コンクリートの呼び強度		30(300)	35(350)	40(400)
水中コンクリートの設計基準強度(σ_{ck})		24(240)	27(270)	30(300)
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	12.0(120)	13.5(135)	15.0(150)
	軸圧縮応力度	9.5(95)	11.0(110)	12.5(125)
せん断応力度	コンクリートのみでせん断力を負担する場合(T_{a1})	0.35(3.5)	0.36(3.6)	0.38(3.8)
	斜め引張鉄筋を共同してせん断力を負担する場合(T_{a2})	2.55(25.5)	2.70(27)	2.85(28.5)
付着応力度(異形棒鋼)		1.8(18)	1.9(19)	2.1(21)

(解 説)

コンクリートの配合は単位セメント量 $350 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以上、水セメント比 55%以下、スランプ 15~21 cm とし、標準養生の供試体の材令 28 日における圧縮強度は $30 \text{ N}/\text{mm}^2(300 \text{ kgf}/\text{cm}^2)$ 以上とする。

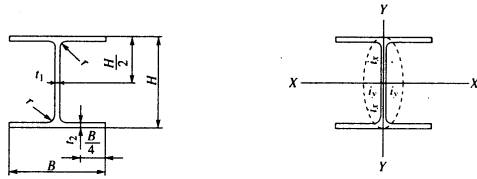
なお、鉄筋かご挿入後、ベントナイト溶液の濃度が 10% をこえる場合には、別途検討しなければならない。

1-6 材 料

土留めの材料としては、設計諸元を満足するものとし、かつ入手が容易なものを使用するのを原則とする。

(参考資料-1) 仮設用鋼材の断面性能表

(1) H形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



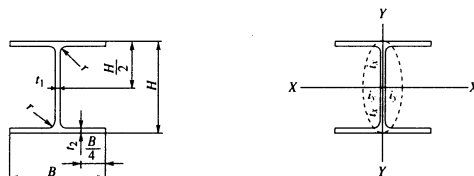
(広幅系列)

(JIS G 3192-1994) より抜粋

呼称寸法 [高さ×辺]	標準断面寸法mm				断面積 cm ²	単位質量 kg/m	断面二次 モーメント cm ⁴		断面二次 半径 cm		断面係数 cm ³	
	H×B	t ₁	t ₂	r			I _x	I _y	i _x	i _y	Z _x	Z _y
100×100	100×100	6	8	8	21.59	16.9	378	134	4.18	2.49	75.6	26.7
125×125	125×125	6.5	9	8	30.00	23.6	839	293	5.29	3.13	134	46.9
150×150	150×150	7	10	8	39.65	31.1	1,620	563	6.40	3.77	216	75.1
175×175	175×175	7.5	11	13	51.42	40.4	2,900	984	7.50	4.37	331	112
200×200	※200×200	8	12	13	63.53	49.9	4,720	1,600	8.62	5.02	472	160
250×250	※250×250	9	14	13	91.43	71.8	10,700	3,650	10.8	6.32	860	292
300×300	※300×300	10	15	13	118.4	93.0	20,200	6,750	13.1	7.55	1,350	450
350×350	※350×350	12	19	13	171.9	135	39,800	13,600	15.2	8.89	2,280	776
400×400	・400×400	13	21	22	218.7	172	66,600	22,400	17.5	10.1	3,330	1,120
	・414×405	18	28	22	295.4	232	92,800	31,000	17.7	10.2	4,480	1,530
	・428×407	20	35	22	360.7	283	119,000	39,400	18.2	10.4	5,570	1,930
	・458×417	30	50	22	528.6	415	187,000	60,500	18.8	10.7	8,170	2,900
	・498×432	45	70	22	770.1	605	298,000	94,400	19.7	11.1	12,000	4,370
JIS規格外品												
500×500	・502×475	25	25	26	356.3	280	157,000	44,700	21.0	11.2	6,270	1,880
	・500×500	25	25	26	368.3	289	163,000	52,200	21.0	11.9	6,520	2,090

- (注) 1. 上記の材料は主に使用されているものを示す。
 2. ※印はリース材として扱われているものを示す。
 3. ・印の寸法は、はん(汎)用品でないものを示す。

(2) H形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



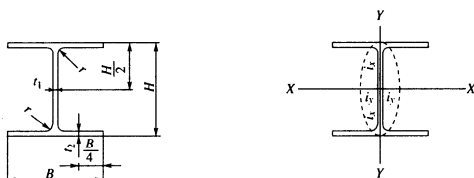
(中幅系列)

(JIS G 3192-1994) より抜粋

呼称寸法 〔高さ×辺〕	標準断面寸法mm				断面積 cm ²	単位質量 kg/m	断面二次 モーメント cm ⁴		断面二次 半径 cm		断面係数 cm ³	
	H×B	t ₁	t ₂	r			I _x	I _y	i _x	i _y	Z _x	Z _y
150×100	※148×100	6	9	8	26.35	20.7	1,000	150	6.17	2.39	135	30.1
200×150	194×150	6	9	8	38.11	29.9	2,630	507	8.30	3.65	271	67.6
250×175	244×175	7	11	13	55.49	43.6	6,040	984	10.4	4.21	495	112
300×200	294×200	8	12	13	71.05	55.8	11,100	1,600	12.5	4.75	756	160
350×250	340×250	9	14	13	99.53	78.1	21,200	3,650	14.6	6.05	1,250	292
400×300	390×300	10	16	13	133.2	105	37,900	7,200	16.9	7.35	1,940	480
450×300	440×300	11	18	13	153.9	121	54,700	8,110	18.9	7.26	2,490	540
500×300	488×300	11	18	13	159.2	125	68,900	8,110	20.8	7.14	2,820	540
600×300	588×300	12	20	13	187.2	147	114,000	9,010	24.7	6.94	3,890	601
	※594×302	14	23	13	217.1	170	134,000	10,600	24.8	6.98	4,500	700
700×300	※700×300	13	24	18	231.5	182	197,000	10,800	29.2	6.83	5,640	721
800×300	800×300	14	26	18	263.5	207	286,000	11,700	33.0	6.67	7,160	781
900×300	・890×299	15	23	18	266.9	210	339,000	10,300	35.6	6.20	7,610	687
	900×300	16	28	18	305.8	240	404,000	12,600	36.4	6.43	8,990	842
JIS規格外品												
	・918×303	19	37	28	391.3	307	542,000	17,200	37.2	6.63	11,800	1,140

- (注) 1. 上記の材料は主に使用されているものを示す。
 2. ※印はリース材として扱われているものを示す。ただし、地域によっては保有していないものもある。
 3. ・印の寸法は、はん(汎)用品でないものを示す。

(3) H形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



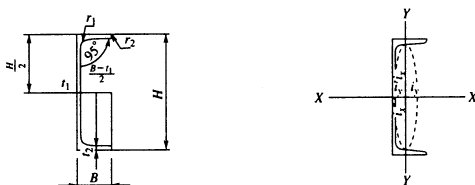
(細幅系列)

(JIS G 3192-1994) より抜粋

呼称寸法 〔高さ×辺〕	標準断面寸法mm				断面積 cm ²	単位質量 kg/m	断面二次 モーメント cm ⁴		断面二次 半径 cm		断面係数 cm ³	
	H×B	t ₁	t ₂	r			I _x	I _y	i _x	i _y	Z _x	Z _y
100×50	100×50	5	7	8	11.85	9.30	187	14.8	3.98	1.12	37.5	5.91
150×75	150×75	5	7	8	17.85	14.0	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
175×90	175×90	5	8	8	22.90	18.0	1,210	97.5	7.26	2.06	138	21.7
200×100	200×100	5.5	8	8	26.67	20.9	1,810	134	8.23	2.24	181	26.7
250×125	250×125	6	9	8	36.97	29.0	3,960	294	10.4	2.82	317	47.0
300×150	300×150	6.5	9	13	46.78	36.7	7,210	508	12.4	3.29	481	67.7
350×175	350×175	7	11	13	62.91	49.4	13,500	984	14.6	3.96	771	112
400×200	400×200	8	13	13	83.37	65.4	23,500	1,740	16.8	4.56	1,170	174
450×200	450×200	9	14	13	95.43	74.9	32,900	1,870	18.6	4.43	1,460	187
500×200	500×200	10	16	13	112.2	88.2	46,800	2,140	20.4	4.36	1,870	214
600×200	600×200	11	17	13	131.7	103	75,600	2,270	24.0	4.16	2,520	227

- (注) 1. 上記の材料は主に使用されているものを示す。

(4) 溝形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性

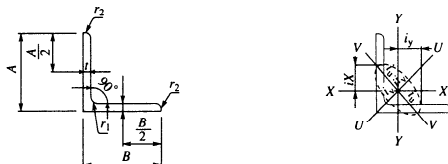


(JIS G 3192-1994) より抜粋

標準断面寸法mm					断面積 cm ²	単位質量 kg/m	断面二次モーメント cm ⁴		断面二次半径 cm		断面係数 cm ³	
H×B	t ₁	t ₂	r ₁	r ₂			I _x	I _y	i _x	i _y	Z _x	Z _y
150×75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	861	117	6.03	2.22	115	22.4
150×75	9	12.5	15	7.5	30.59	24.0	1,050	147	5.86	2.19	140	28.3
180×75	7	10.5	11	5.5	27.20	21.4	1,380	131	7.12	2.19	153	24.3
200×80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	1,950	168	7.88	2.32	195	29.1
200×90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	2,490	277	8.02	2.68	249	44.2
250×90	9	13	14	7	44.07	34.6	4,180	294	9.74	2.58	334	44.5
250×90	11	14.5	17	8.5	51.17	40.2	4,680	329	9.56	2.54	374	49.9
300×90	9	13	14	7	48.57	38.1	6,440	309	11.5	2.52	429	45.7
300×90	10	15.5	19	9.5	55.74	43.8	7,410	360	11.5	2.54	494	54.1
300×90	12	16	19	9.5	61.90	48.6	7,870	379	11.3	2.48	525	56.4
380×100	10.5	16	18	9	69.39	54.5	14,500	535	14.5	2.78	763	70.5
380×100	13	16.5	18	9	78.96	62.0	15,600	565	14.1	2.67	823	73.6
380×100	13	20	24	12	85.71	67.3	17,600	655	14.3	2.76	926	87.8

(注) 1. 上記の材料は、本指針での最小断面以上の部材を示す。
2. ・印の寸法は、はん(汎)用品でないものを示す。

(5) 等辺山形鋼の標準断面寸法とその断面積、単位質量、断面特性



(JIS G 3192-1994) より抜粋

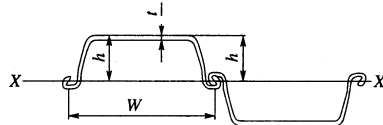
標準断面寸法mm				断面積 cm ²	単位質量 kg/m	断面二次モーメント cm ⁴			断面二次半径 cm			断面係数 cm ³
A×B	t	r ₁	r ₂			I _x =I _y	最大 I _u	最小 I _v	i _x =i _y	最大 i _u	最小 i _v		Z_{x}=Z_{y}
100×100	10	10	7	19.00	14.9	175	278	72.0	3.04	3.83	1.95	24.4
100×100	13	10	7	24.31	19.1	220	348	91.1	3.00	3.78	1.94	31.1
120×120	8	12	5	18.76	14.7	258	410	106	3.71	4.67	2.38	29.5
130×130	9	12	6	22.74	17.9	366	583	150	4.01	5.06	2.57	38.7
130×130	12	12	8.5	29.76	23.4	△67	743	192	3.96	5.00	2.54	49.9
130×130	15	12	8.5	36.75	28.8	568	902	234	3.93	4.95	2.53	61.5
150×150	12	14	7	34.77	27.3	740	1,180	304	4.61	5.82	2.96	68.1
150×150	15	14	10	42.74	33.6	888	1,410	365	4.56	5.75	2.92	82.6
150×150	19	14	10	53.38	41.9	1,090	1,730	451	4.52	5.69	2.91	103
175×175	12	15	11	40.52	31.8	1,170	1,860	480	5.38	6.78	3.44	91.8
175×175	15	15	11	50.21	39.4	1,440	2,290	589	5.35	6.75	3.42	114
200×200	15	17	12	57.75	45.3	2,180	3,470	891	6.14	7.75	3.93	150
200×200	20	17	12	76.00	59.7	2,820	4,490	1,160	6.09	7.68	3.90	197
200×200	25	17	12	93.75	73.6	3,420	5,420	1,410	6.04	7.61	3.88	242
250×250	25	24	12	119.4	93.7	6,950	11,000	2,860	7.63	9.62	4.90	388
250×250	35	24	18	162.6	128	9,110	14,400	3,790	7.49	9.42	4.83	519

(注) 1. 上記の材料は、本指針での最小断面以上の部材を示す。
2. ・印の寸法は、はん(汎)用品でないものを示す。

(6) U型鋼矢板の形状および断面性能

寸法	寸法			質量		断面積		表面積		断面二次モーメント		断面係数	
	w mm	h mm	t mm	1枚 当り kg/m	壁幅 1m 当り kg/m ²	1枚 当り cm ²	壁幅 1m 当り cm ² /m	1枚 当り m ² /m	壁幅 1m 当り m ² /m ²	1枚 当り cm ⁴	壁幅 1m 当り cm ⁴ /m	1枚 当り cm ³	壁幅 1m 当り cm ³ /m
Ⅱ型	400	100	10.5	48.0	120	61.18	153.0	1.33	1.66	1,240	8,740	152	874
Ⅲ型	400	125	13.0	60.0	150	76.42	191.0	1.44	1.80	2,220	16,800	223	1,340
	400	130	13.0	60.0	150	76.40	191.0	1.45	1.81	2,320	17,400	232	1,340
Ⅳ型	400	170	15.5	76.1	190	96.99	242.5	1.61	2.01	4,670	38,600	362	2,270
V _L 型	500	200	24.3	105.0	210	133.8	267.6	1.75	1.75	7,960	63,000	520	3,150

(注) 1. 上記の種類はリース材として扱われているもののみを示す。
2. 上記以外のものは市場性を考慮して使用する。

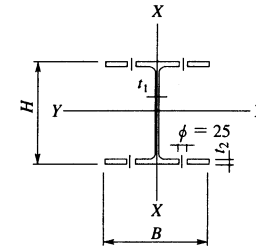


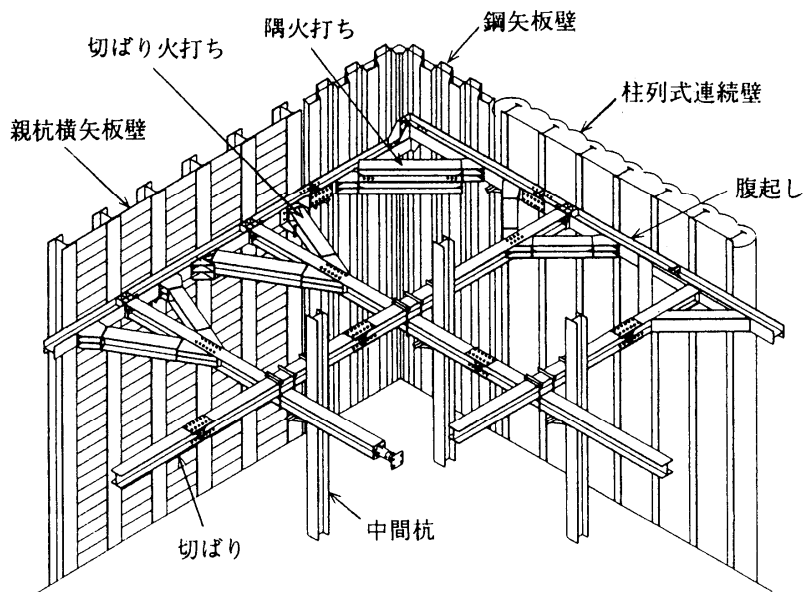
(7) リース加工製品の断面性能

(JIS G 3192-1990)の加工製品									
寸法	単位質量 kg/m	断面積 cm ²	断面二次モーメント		断面二次半径		断面係数		
			I_x (cm ⁴)	I_y (cm ⁴)	i_x (cm)	i_y (cm)	z_x (cm ³)	z_y (cm ³)	
H-200×200×8×12	55	51.53	3,660	919	8.43	4.22	366	92	
H-250×250×9×14	80	78.18	8,850	2,860	10.60	6.05	708	229	
H-300×300×10×15	100	104.80	17,300	5,900	12.90	7.51	1,150	394	
H-350×350×12×19	150	154.90	35,000	12,500	15.10	8.99	2,000	716	
H-400×400×13×21	200	197.70	59,000	20,300	17.30	10.10	2,950	1,010	

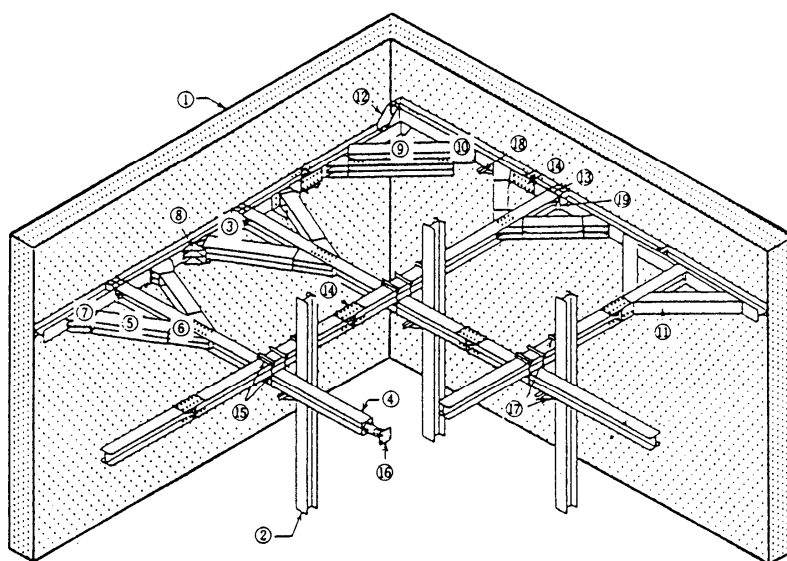
(JIS規格外品)の加工製品									
寸法	単位質量 kg/m	断面積 cm ²	断面二次モーメント		断面二次半径		断面係数		
			I_x (cm ⁴)	I_y (cm ⁴)	i_x (cm)	i_y (cm)	z_x (cm ³)	z_y (cm ³)	
H-500×500×25×25	300	330.80	142,000	45,300	20.70	11.70	5,670	1,810	
H-502×475×25×25	300	331.30	143,000	42,200	20.80	11.30	5,700	1,780	

(注) 1. 孔の径および位置により断面性能が異なるものもある。
2. 上記の材料は、地域によっては保有していないものもある。



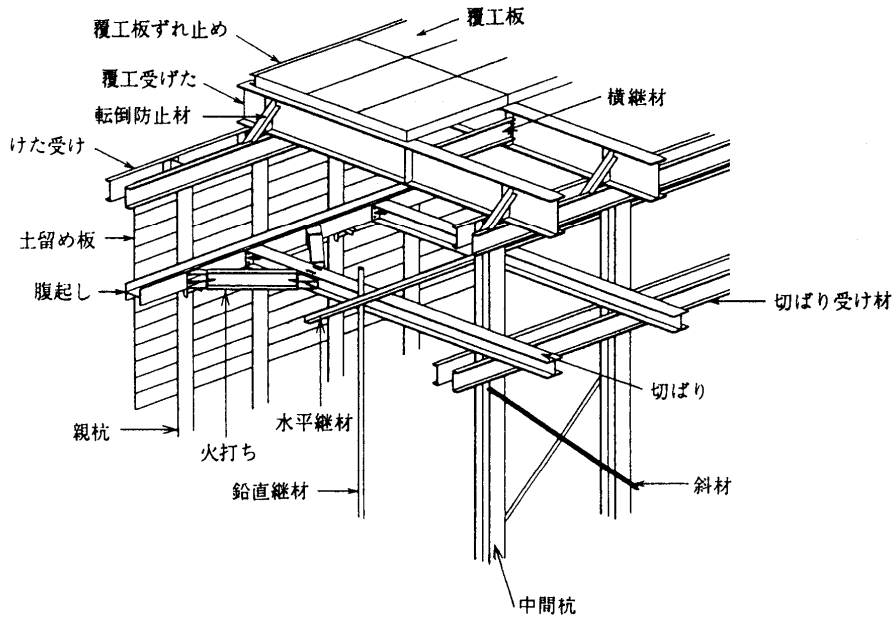


土留め名称図

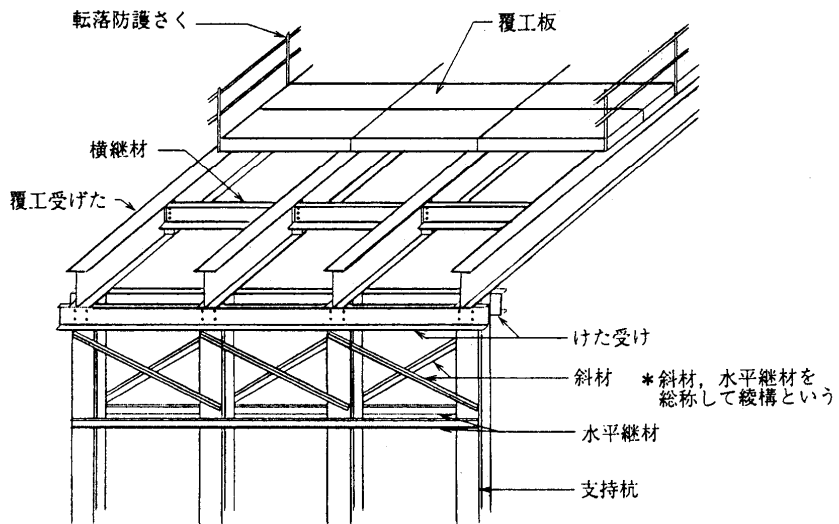


- | | |
|-----------------|------------------|
| ① 土留め壁 | ⑪ 火打ちブロック |
| ② 中間杭 | ⑫ 隅部ピース |
| ③ 腹起し | ⑬ 腹起し補強金物 |
| ④ 切ばり | ⑭ ジョイントプレート |
| ⑤ 火打ち(切ばり火打ち) | ⑮ 交差部金物・ボルト |
| ⑥ 火打ち受けピース 30° | ⑯ ジャッキ |
| ⑦ 火打ち受けピース 40° | ⑰ 切ばり受け(押え)ブラケット |
| ⑧ コンクリート受け火打ち金物 | ⑱ 腹起しブラケット |
| ⑨ 火打ち(隅火打ち) | |
| ⑩ 火打ち受けピース 45° | |

支保工の名称図



路面覆工名称図



仮橋名称図

第2節 二重締切り工法（切ばり式）

2-1 定義

河川、湖沼、海中の中に橋脚等を改造するさいの仮締切として鋼矢板を二重に締切って止水性と剛性を大きくし、その内側（掘削側）に腹起し、切ばりを設置して水圧、土圧に抵抗する工法をいう。

2-2 選定の基準

1. 河川内等で水深が深いとき。
2. 掘削規模が大きいとき。
3. 施工箇所の制約条件など河川管理者から条件を付されたとき。

（解説）

昭和45年8月17日付け建設省事務次官通達によると「深い水中の仮締切工には一重締切工法を採用しないこと」となっている。

一重締切工法は船舶の衝突、水流、波浪偏圧に対する抵抗力が弱く、矢板のかみ合せが不十分となるおそれがあるので深い水中の仮締切工は二重締切工法を採用しなければならない。しかし河川等の使用条件などから、二重締切の設置ができない場合があるので河川管理者等と充分協議して決めるものとする。

過去に水面から最終掘削面までの深さが16m程度でかつ、軟弱地盤のところは一重締切を施工したところ事故を起こした例がある。二重締切で特異な使われ方をした例として泥土の堆積した池を道路が横断するとき二重締切を施工し擁壁の築造および泥土を置き換えて地盤改良する通路に利用したものがある。

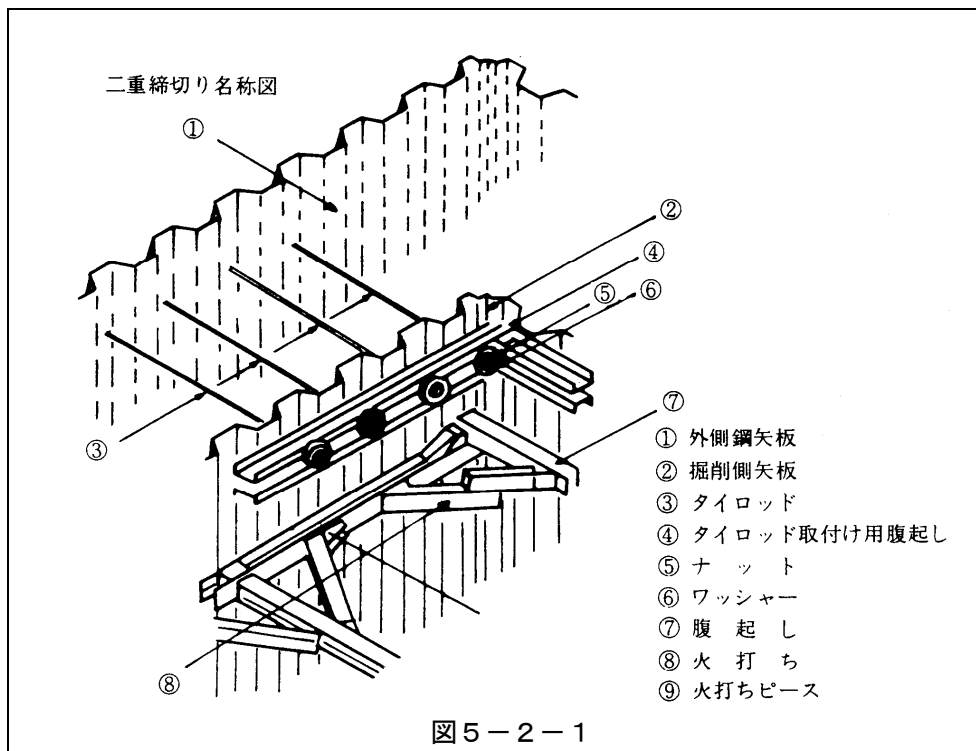
なお、締切部に基岩がある場合に二重締切工を施工することがあるが、本マニュアルの適用外とする。

2-3 仮設鋼材の許容応力度および鋼矢板の断面係数

1. 仮設鋼材のうち、鋼矢板の許容応力度は $4-6 \cdot (1)$ および断面係は $4-6 \cdot (3)$ による。
2. 鋼矢板以外の仮設鋼材の許容応力度は $1-5 \cdot (1)$ による。
3. タイロッド(S S400)の許容応力度は $141\text{N/mm}^2(1440\text{kgf/cm}^2)$ …径40mm以下とする。

道路土工
参考資料-7
タイロッドの
許容引張応力度

2-4 各部の名称



2-5 設計法の区分

二重締切の鋼矢板根入れ長、断面計算などの設計は次の2通りに分けて行なう。

1. 二重締切の掘削側鋼矢板切ばり・腹起しなどは、中詰土砂天端を地盤とする一重締切りに準じて設計する。
2. 二重締切りの外側鋼矢板およびタイロッド、腹起しなどは、2-7に規定する方法により設計する。

(解説)

掘削側は一重締切りに準じ、外側については鋼矢板岸壁と同様な考え方にして下図のように中詰土砂の土圧が両鋼矢板背面に作用するものとして設計する。

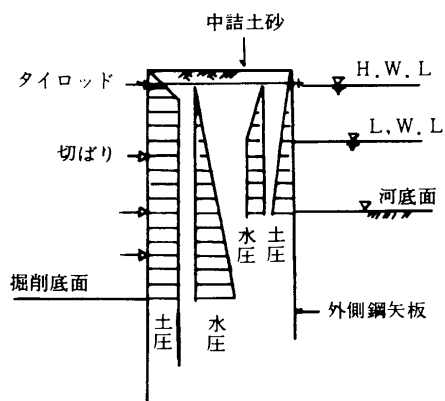


図5-2-2

2-6 二重締切りの幅

二重締切りの内外鋼矢板の中心線は最小2mを原則とする。

(解 説)

河川の利用状況や管理上の理由などで制約を受ける場合は、実状に応じて幅を決定しなければならない。

なお、中詰土砂の上を一般の通路として使用する場合は、過載荷重 1tf/m² を載荷する。

又、工事用通路として使用する場合は、重機と積載荷重（吊上げ荷重）を使用状況に応じて算出し、荷重とする。

2-7 外側鋼矢板、タイロッドおよび腹起しの設計

(1) 外側鋼矢板に作用する土圧および水圧

中詰土砂および河底面より下方の土による土圧は主働・受働土圧ともにランキン・レザールの計算式による。
壁体中の水圧を考慮する。

(解 説)

鋼矢板の断面計算も根入れ長の計算も、ランキン・レザールの土圧を用いて行ない、土留めや一重締切の断面計算に用いた土圧は考えないことにした。これは、二重締切りの外側鋼矢板は、切ばり

の軸力の測定値を整理してえられた断面計算用の土圧を用いることは、不都合であると考えられるため、他の基準をも参考にして、このように定めたのである。

壁体中の水圧は下式とする。

$$P = \frac{W}{2} \left(\frac{2}{3} h \right)^2$$

P：壁体中の水圧(tf/m)

W：水の単位堆積重量(tf/m³)

h：外水高(m)

壁体内の中詰土砂は壁体の剛性を増す目的と、鋼矢板に作用する土圧をできるだけ軽減する目的のために良質な砂質土を用いることにする。

従って設計に用いる土質定数は

1-3の砂質土の単位体積重量、内部摩擦角(φ)は35度程度を用いて設計する。

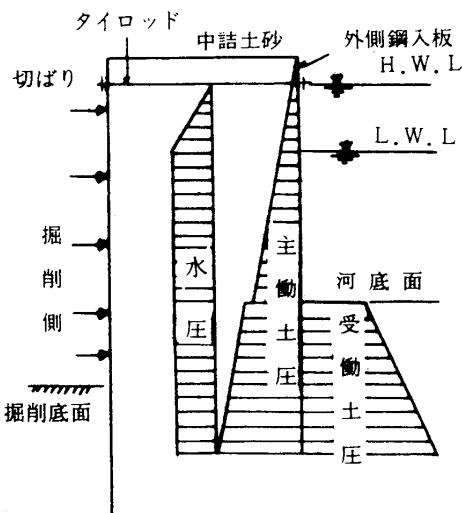


図5-2-3

(2) 外側鋼矢板のつり合い深さ

タイロッド取付点において外側鋼矢板に作用するそれより下方の主働土圧、および水圧による作用モーメントと受働土圧による抵抗モーメントがつり合う状態になるときの河底面以下の深さを、外側鋼矢板のつり合い深さとする。

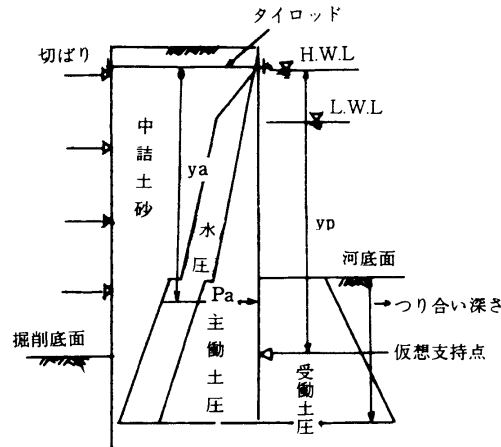


図5-2-4

(3) 外側鋼矢板の仮想支持点

外側鋼矢板の仮想支持点は2-7・(3)により求めるものとする。

(4) 外側鋼矢板の根入れ長の計算

外側鋼矢板の根入れ長は4-7・(2)で求めたつり合い深さの1.2倍とする。ただし、最終掘削底面下に少なくとも3mは根入れさせなければならない。

(5) 外側鋼矢板の断面計算

外側鋼矢板の断面は、2-7・(1) (外側鋼矢板に作用する土圧および水圧) に示した荷重分布を用い、タイロッド取付点と仮想支持点とを支間とする単純ばりとして計算する。

(6) タイロッドの断面設計

タイロッドの断面は、河底面より上の中詰土砂の土圧と水圧の和の1/2を引張力として作用させて計算する。

(解 説)

外側鋼矢板に作用する中詰土砂によって土圧と水圧は、タイロッドと鋼矢板根入部の受働土圧とによって支持されるが、その割合は土圧の三角形分布を考えると後者によるものの方が大きい。したがって、安全側であることと計算の簡略化を考慮して河底面より上の全作用の 1/2 をタイロッドでとることとした。

(7) タイロッドの水平間隔と取付け

タイロッドの水平間隔は内外鋼矢板 1 枚当りの幅を考慮して定めるとともに、1 段配置を標準とする。

(解 説)

タイロッドの水平間隔は、内外鋼矢板の幅の倍数で間隔を決めるが、概ね 1.6～2.0m の間隔がよい。

取付け高さは、外面矢板の応力を小さくするためにできるだけ低く取付けるのがよいが、止水性も考慮に入れて決める必要がある。

また、2 段以上の配置をしても引張力が下方のタイロッドに大きく作用して上のタイロッドは有効に働かないので 1 段に配置すること。

(8) タイロッドの材質と断面

タイロッドの材質は S S 400、最小径は 28 mm を原則とし、断面積はネジ部を考慮した有効断面積とする。

(9) タイロッド取付用腹起しの計算

腹起しの最大曲げモーメントは次式で計算する。

$$M = \frac{TL}{10}$$

ここに M : 腹起しの最大曲げモーメント ((tf. m) kN・m)

T : タイロッドの張力 ((tf. m) kN・m)

L : タイロッドの取付間隔 (m)

2-8 締切りの天端高

河川などにおける締切りの天端高は平水位 + 1.0m を標準とする。

(解 説)

この数値は、感潮河川にあつては朔望平均満潮位 + 1.0m、その他の河川にあつては平水位 + 1.0m としたものであるが、これは渇水期に施工することを前提に考えたものである。従つて渇水期以外に施工する場合は河相、過去の水位および築造する構造物の重要度に応じて決めなければならない。

この他、河川の管理上や利用上の条件で決められる場合はこれによる。

第3節 二重締切り工法（自立式）

3-1 定義

河川堤防の開削（部分開削を含む）をともなう工事で、鋼矢板を二重に締切って止水性と剛性を大きくし、鋼矢板は自立させる工法をいう。

（解説）

出水期（融雪出水等のある地方ではその期間を含む）においては河川堤防の開削を行なわないものとする。ただし、施工期間等から止むを得ないと認められる場合は治水上十分な安全を確保し実施するものとする。

二重締切り（自立式）は、H26年度に水管理・国土保全局治水課が制定した。「仮締切設置基準(案)」によることにし、以下これについて述べる。

3-2 選定の基準

河川堤防にかかわる締切りは、下記の各号の一つに該当する場合に設置するものとする。

1. 河川堤防を全面的に開削する場合。
2. 河川堤防を部分開削するものうち、堤防の機能が相当に低下する場合
※堤防の機能が相当に低下する場合とは、設計対象水位に対して必要な堤防断面が確保されていない場合をいう。

（解説）

河川堤防の開削によって洪水又は高潮被害の発生する危険が無い場合は除く。

3-3 締切りの構造

(1) 設計対象水位

設計対象水位は出水期においては計画高水位、非出水期にあつては非出水期間の既往最高水位もしくは過去の最大流量を仮締切設置後の河積で流下させるための水位のうちいずれか高い水位とする。

仮締切設置基準
(案) (H26. 12)

(2) 平面形状

仮締切りの平面形状は流水の状況、流下能力等に出来るだけ支障をおよぼさないものとする。

仮締切設置基準
(案) (H26. 12)

(3) 高さ

仮締切りの高さは出水期にあつては既設堤防高以上とする。非出水期にあつては設計対象水位+余裕高（河川管理施設等構造令第20条に定めるもの）以上とし、背後地の状況、出水時の応急対策等を考慮して決定するものとする。※ここでいう出水時の応急対策とは、台風接近時などに河川水位の上昇に備え、仮締切の上に土のうを設置するなどの対策をいう。

仮締切設置基準
(案) (H26.12)

(解説)

既設堤防高がこれより小なる場合は、既設堤防高とすることができる。
又、小河川等において既往流量資料のとぼしい河川であつては、近隣の降雨資料等を勘案し、十分安全な高さではなければならない。
「河川管理施設等構造令」第20条の高さは次のとおりである。

(高さ)

第20条 堤防（計画高水流量を定めない湖沼の堤防を除く。）の高さは、計画高水流量に応じ、計画高水位に次の表の下欄に掲げる値を加えた値以上とするものとする。

表5-3-1

項	1	2	3	4	5	6
計画高水流量 (単位 1 秒間につき立方メートル)	200 未満	200 以上 500 未満	500 以上 2,000 未満	2,000 以上 5,000 未満	5,000 以上 10,000 未満	10,000 以上
計画高水位に加える値 (単位 メートル)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

河川管理施設等構造令
3章第20条

ただし、堤防に隣接する堤内の土地の地盤高（以下「堤内地盤高」という。）が計画高水位より高く、かつ、地形の状況等により治水上の支障がないと認められる区間にあつては、この限りでない。

2. 前項の堤防のうち計画高水流量を定める湖沼又は高潮区間の堤防の高さは、同項の規定によるほか、湖沼の堤防にあつては計画高水位に、高潮区間の堤防にあつては計画高潮位に、それぞれ波浪の影響を考慮して必要と認められる値を加えた値を下回らないものとする。
3. 計画高水流量を定めない湖沼の堤防の高さは、計画高水位（高潮区間にあつては計画高潮位、次項において同じ。）に波浪の影響を考慮して必要と認められる値を加えた値以上とするものとする。
4. 胸壁を有する堤防の胸壁を除いた部分の高さは、計画高水位以上とするものとする。

(4) 取付位置

堤防開削天端（ $a - a'$ ）より仮締切内側迄の長さ（ B ）は既設堤防天端幅（ A_1 ）又は、仮締切堤の天端幅（ A_2 ）のいずれか大きい方以上とする。

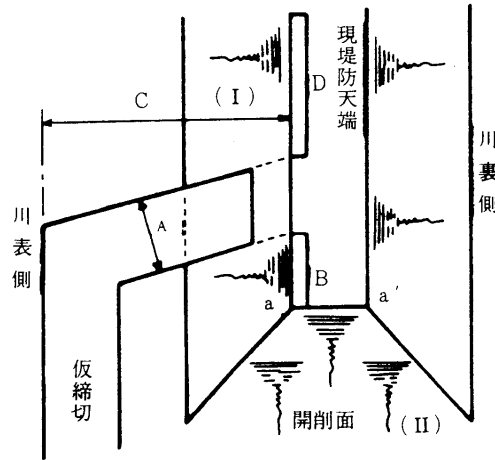


図5-3-1

補強について

1. 川表側の仮締切全面の河床および仮締切取付部の上流（I）概ね $D = 2A_2$ の長さの法面は設計対象水位以上の高さ迄鉄線蛇籠等で補強するものとする。
2. 仮締切りを川裏に設置する場合には、堤防開削部の法面（II）は設計対象水位以上の高さ迄鉄線蛇籠等により補強するものとする。

仮締切設置基準

(案) (H26.12)

(5) 天端幅

大河川にあつては5 m程度、その他河川にあつては3 m程度以上とするものとし、安定計算により決定する。

仮締切設置基準

(案) (H26.12)

(6) タイ材の取付位置

鋼矢板二重締切は、原則として一段または二段のタイ材で矢板を連結させるものとする。タイ材を計画高水位以下に設ける場合は、堤外側の矢板に対し防水対策を、堤内側の矢板に対しては中詰土の流出防止対策を考慮しなければならない。

鋼矢板二重式工法仮締切設計マニュアル (H13.5)

3-4 鋼矢板二重式仮締切の設計

仮締切堤に用いる鋼矢板二重式工法の設計は、「鋼矢板二重式工法仮締切設計マニュアル」に準ずるものとする。

(解説)

鋼矢板二重式仮締切設計マニュアルでの設計の流れは、図5-3-2に示すとおりである。

鋼矢板二重式
工法仮締切設計マニュアル
(H13.5)

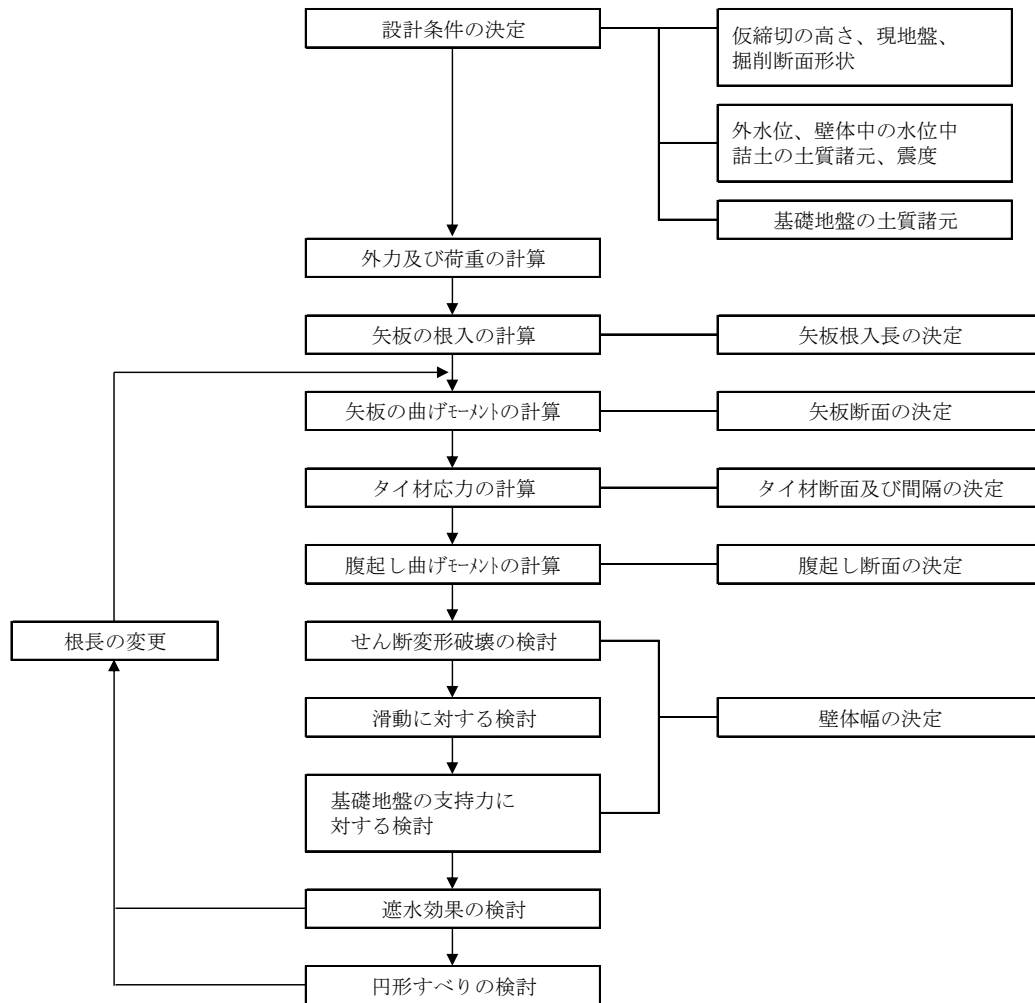


図5-3-2

第4節 路面覆工 土木指針では、路面覆工・仮栈橋の設計と一本化されている。

4-1 定義

開削工事において、施工期間中路面を一般交通に供するため、仮の路面として覆工板を用いる工法をいう。

(解説)

路面覆工の目的は

- (1) 地下工事の安全性確保
- (2) 路上の車輛の走行および歩行者の安全確保

4-2 各部の名称

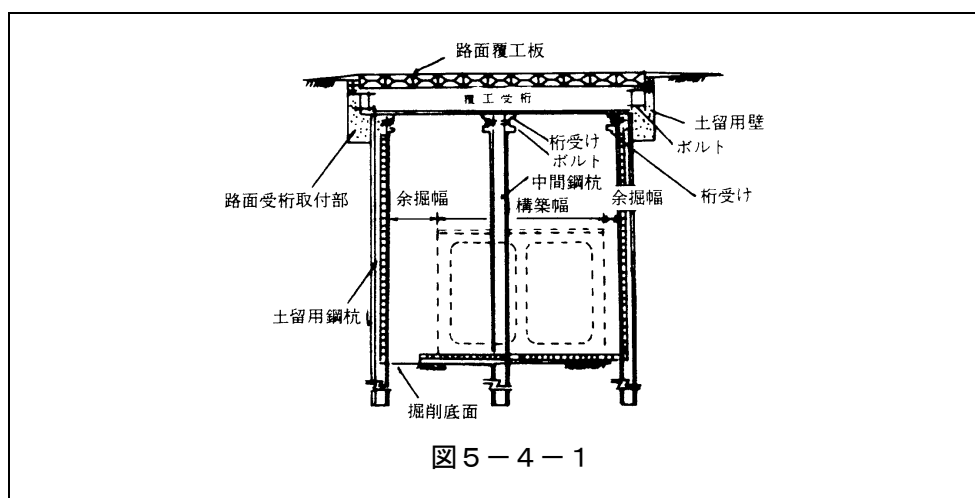


図5-4-1

(解説)

路面覆工・仮栈橋に使用する鋼材は、使用実績および市場性を考慮して決定しなければならない。

表5-4-1に示す部材を最小断面の目安とし、これ以上の断面性能を有する部材を使用するのがよい。

道路土工
仮設構造
物工指針
2-11-3

表5-4-1 部材の最小断面

覆工受けた	H-250×250×9×14
横継材	[-300×90×9×13
けた受け	[-250×90×9×13
斜材・水平継材	L-100×100×10
杭	H-300×300×10×15

覆工板は一般に、市場に流通している2次製品が使用されており、長さ2mのものが多く使用されているが、近年、切ばり水平間隔と覆工受けた間隔を合致させ、掘削作業を容易にさせる目的等のため、長さ3mのものも使用されるようになっている。

市場に流通している覆工板は、いずれも長辺を支間として使用するよう
に設計されているため、短辺が支間となるような使用をしてはならない。

4-3 荷重

「1-4 荷重」によるものとする。

道路土工
仮設構造
物工指針
2-11-5(1)

4-4 覆工受桁

(1) 覆工受桁の計算

覆工受桁は、死荷重および活荷重を載荷させ、単純ばりとして計算する。

(解 説)

活荷重の載荷方法は「1-4 荷重」による。

(2) 覆工受桁のたわみ

覆工受桁の活荷重（衝撃を含まない）によるたわみは $L/400$ （ L は支間）
以下、かつ、2.5 cm以下でなければならない。

道路土工
仮設構造
物工指針
2-11-5(2)

(解 説)

たわみは次式によって計算する。

覆工受けたに載荷される活荷重が一個の場合

$$\delta = \frac{P_o L^3}{48EI}$$

活荷重が複数個載荷される場合、もしくは分布荷重が載荷される場合。

$$\delta = \frac{5W_o L^4}{384EI}$$

ここに、 δ ：たわみ (m (cm))

P_o ：覆工受けたに作用する衝撃を含まない集中荷重 (kN (kgf))

L ：支間長 (m (cm))

E ：使用部材のヤング係数 (kN/m² (kgf/cm²))

I ：使用部材の断面二次モーメント (m⁴(cm⁴))

W_o ：等値等分布荷重 (kN/m (kgf/m))

$$W_o = \frac{8M_{lmax}}{L^2}$$

M_{lmax} ：衝撃を含まない活荷重による最大曲げモーメント

(kN・(kgf・cm))

(3) 地下埋設物と覆工受桁

地下埋設物の吊桁と覆工受桁とは、兼ねてはならない。

(解 説)

覆工受桁は、活荷重の通過によって常にたわみ、振動を受けている。このような覆工受桁に地下埋設物を吊り仮受けすることは、非常に危険であるので、絶対に避けねばならない。

(4) 覆工受桁の補強

覆工受桁が、勾配2.5%以上の路面に、勾配直角方向に設置されるときは、覆工受桁の補強を行なうのがよい。

(解 説)

覆工受桁は通常、フランジ幅に比べて桁高の大きいI断面桁が使用されるが、これが勾配のある路面に、勾配方向に直角に設置される場合は覆工受桁は傾斜するので、不安な状態となりやすい。

(5) 桁上受けの計算

- (1) けた受けは覆工受けた反力および死荷重に対し、十分な強度と剛性を有していなければならない。
- (2) けた受けは覆工受けた等、けたの最大反力を集中荷重、また、けた受け自重を分布荷重とし、杭あるいは土留め壁との取り受部を支点とする単純ばりとして設計する。
- (3) 覆工受けた反力は、けた受けの断面力が最大となるように载荷して計算する。

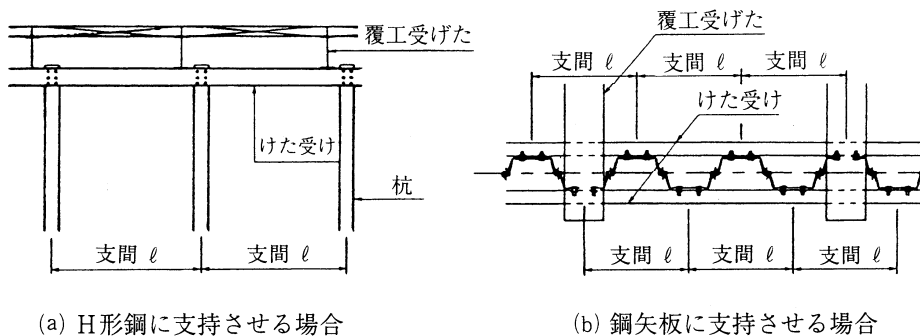


図5-4-2 けた受けの支間

(6) ボルトの設計

(1) けた受けと杭を接合するボルトは、けた受けの最大反力に対し十分な強度を有していなければならない。

(2) ボルトの必要本数は次式で計算してよい。

$$n = \frac{R}{S_a}$$
$$S_a = \tau_a A$$

ここに、 n ：ボルトの必要本数（本）

R ：けた受けの最大反力（N(kgf)）

S_a ：ボルト1本当たりの許容せん断力(N(kgf)）

τ_a ：ボルトの許容せん断応力度（N/mm²(kgf/cm²)）

A ：高力ボルトの場合は公称径（呼び径）から求めた断面積
普通ボルトの場合はねじ部の有効断面積（mm²(cm²)）

(解 説)

けた受けに溝型鋼を用いる場合のように、活荷重による鉛直荷重に対し、ボルトのせん断で抵抗するような場合は、高力ボルトを使用することが望ましい。

第5節 仮 橋

5-1 定 義

一般交通及び作業場として、一時的な使用に供するために建設される橋梁を仮橋という

(解 説)

河川に架設する場合は、渇水期を対象とする。

5-2 仮橋の分類

使用目的により下記のように分類する。

1. 工事用仮橋
2. 一般供用仮橋

(解 説)

工事用仮橋……工事用車両や建設機械等の通行や作業に供する工事専用の仮橋および締切り内の作業台。

一般供用仮橋…一般車両、歩行者の通行および工事用車両の通行に供するもの。

5-3 設計のための事前調査

設計に先立ち1-2、設計のための事前調査及び河相、その他これに類する調査を行なうのが望ましい。

(解 説)

河相、その他これに類する調査とは

- (1) 洪水期、非洪水期の判定
- (2) 過去10年間程度の水位
- (3) ダム、河川構造物の有無

5-4 荷 重

(1) 荷重の種類

仮橋の設計にあたっては、以下の荷重を考慮する。

1. 死 荷 重
2. 活 荷 重
3. 土 圧
4. 衝 撃
5. 地震の影響
6. その他の水平荷重

(解 説)

1～3の荷重については1～4による。

(2) 衝 撃

工事中仮橋の衝撃係数は、支間に関係なく 0.3 とするが、一般供用の場合には次式により衝撃係数を求めるものとする。

$$i = \frac{20}{50+L} \quad L : \text{支間 (m)}$$

(解 説)

「道路橋示方書・同解説 I 共通編」では衝撃係数を $i = 20 / (50 + L)$ と規定しており、スパン $L = 4 \sim 15\text{m}$ とすると $i = 0.31 \sim 0.37$ となる。 $i = 0.3$ とする場合と、 $i = 0.31 \sim 0.37$ とする場合では、モーメントにして約 2～5%の差であり影響を与えず、仮設構造物のスパンが限定されているので定数で与えてもさしつかえないと考えられる。したがって衝撃係数は $i = 0.3$ とした。

ただし、一般供用の場合には、「道路橋示方書・同解説 I 共通編」に規定されている式により衝撃係数を求めることにした。

(3) 地 震

地震の震度は「道路橋示方書 V 耐震設計編」によること。
工事中仮橋については、地震荷重を考慮しなくてよい。

(解 説)

地震時水平力の作用位置は主桁上フランジの上面とする。

(4) その他水平荷重

地震荷重以外の水平荷重には次のようなものが挙げられ、必要に応じて以下の諸荷重を組合せても求めるものとする。

- (1) 施工精度から生じる鉛直荷重の傾斜方向の分力
- (2) 波圧、流水圧
- (3) 衝突荷重

(解 説)

(1) 施工精度から生じる鉛直荷重の傾斜方向の分力

現場合わせて施工条件の悪い仮橋の場合は、一般の橋梁に比べ施工精度が劣るものと考えられ、これによって鉛直荷重の傾斜方向分力が生じるので、考慮する必要がある。

(2) 波圧、流水圧

波圧、流水圧は、特別にこれらが大きいと判断される場合には、これらに耐えるように設計し、洗掘に対する配慮も必要である。波圧、流水圧の考え方については「道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編」によることとする。

(3) 衝突荷重

衝突荷重は、衝突が予想される船舶、車輛の大きさ、衝突荷重、角度などを十分検討して決定することが必要である。

5-5 許容応力度

許容応力度については、「1-5 許容応力度」によるものとする。

5-6 設計基本事項

(1) 仮橋各部の名称

仮橋の名称は、図5-5-1のとおりとする。

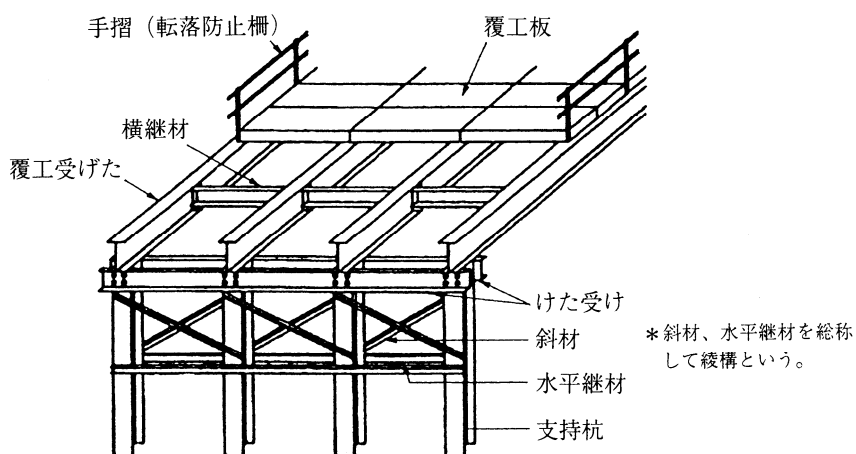


図5-5-1 仮橋名称図

(解 説)

仮橋の構造は、図5-5-1に示すとおりで、覆工板を覆工受けた（主けた、主にI形鋼及びH形鋼）で受け、その荷重をけた受けで支持杭に伝達する構造である。

土工工事
仮設計画
ガトブック(Ⅱ)
7.1.2.(1)

(2) 幅員と桁および杭の間隔

標準幅員

工 事 用 幅員 4 m を標準とする。ただし、下記の条件の場合は幅員 6 m とする。

1. 対面交通の確保を必要とする場合
2. クレーン類が仮橋上で作業を行う場合

一般供用 関係機関と協議により決定する。

主桁及び杭の間隔は 2 m を標準とする。

(解 説)

一般供用の場合、歩車道は、ガードレール等で分離することが望ましい。

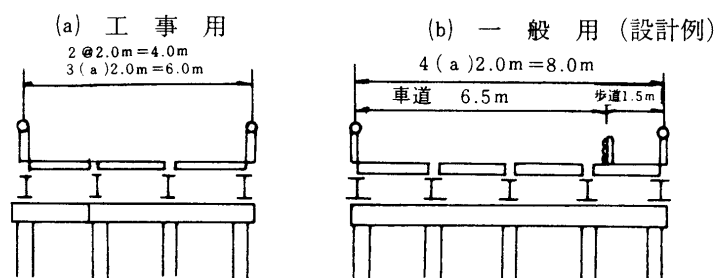


図 5 - 5 - 2

(3) 標準支間

支間、6 m を標準とする。

(解 説)

支間は 6 m を標準としたが、河川管理者と協議して決定する。

(4) 最大勾配

勾配は最大 6 % を標準とする。

(解 説)

管理者等の条件により、勾配が 6 % をこえる場合は、綾構などで橋軸方向の補強をすることが望ましい。

締切りに隣接する部分では、工事の作業性や安全性を考慮して水平を保つ必要がある。

(5) 桁下高さ

桁下高さは、原則として、工事期間中の既往最高水位より、50 cm 以上高くする。

(解 説)

利用上の条件、設置期間等を十分考慮して決定することが望ましい。
ただし、河川管理者において基準が定められている場合はその基準によるものとする。

5-7 使用部材

(1) 鋼 材

仮橋に使用する鋼材は、使用実績および市場性を考慮して決定する。

(解 説)

鋼材に作用する荷重は必ずしも明確ではなく、このため仮橋の構造全体に大きな変形を生じ、部材に座屈等の破損を招くおそれもあり、応力度からは断面に余裕があっても、経済性を重要視しすぎた断面の使用は避けるべきである。したがって表5-4-1に示す部材を最小断面の目安とし、これ以上の断面性能を有する部材を使用するのがよい。

(2) 覆工板

覆工板は、市場に流通している2次製品を使用する。

(解 説)

覆工板は一般に、市場に流通している2次製品が使用されている。これら流通している覆工板には数種類のものがあるが、載荷される荷重に対し十分な強度と剛性を有していなければならない。これら2次製品の覆工板は長さ2mのものが多く使用されているが、近年、切ばり水平間隔と覆工受けた間隔を合致させ、掘削作業を容易にさせる目的等のため、長さ3mのものも使用されるようになってきた、選定にあたっては、設置場所の状況や設置期間、施工性等を検討し、安全性を十分確認した上で使用しなければならない。市場に流通している覆工板は、いずれも長辺を支間として使用するよう設計されているため、短辺が支間となるような使用をしてはならない。長さ3m以下のものの単位面積当たりの重量は表5-5-1の値を使用してよい。

また、斜げた、埋設物等の原因で、現場加工あるいは工場加工の覆工板を使用する場合は、強度および剛性を確認するとともに、表面摩擦、安定性、耐久性等についても検討する必要がある。

道路土工
仮設構造
土工指針
2-11-3(2)

表 5-5-1 覆工板の重量

種 類	単位面積当たりの重量	
	長さ 2 m	長さ 3 m
鋼 製	2.0kN/m ² (200kgf/m ²)	2.0kN/m ² (200kgf/m ²)
鋼 製 (アスファルト舗装付)	2.5kN/m ² (250kgf/m ²)	2.6kN/m ² (260kgf/m ²)
鋼・コンクリート剛性	2.8kN/m ² (280kgf/m ²)	3.3kN/m ² (330kgf/m ²)

5-8 覆工受けたの設計

(1) 設計一般

覆工受けたは、死荷重および活荷重を載荷させ、単純ばりとして設計する。

(解 説)

覆工受けたは載荷される荷重に対して、十分な強性と剛性を有していなければならない。計算に用いる支間長は図 5-5-3 に示すように、けた受け材が溝形鋼で杭の片側のみに取り付ける場合は、溝型鋼取付け点とし、溝型鋼を両側に取り付ける場合もしくはけた受け材にH形鋼を用いる場合は、杭中心を支点として求める。

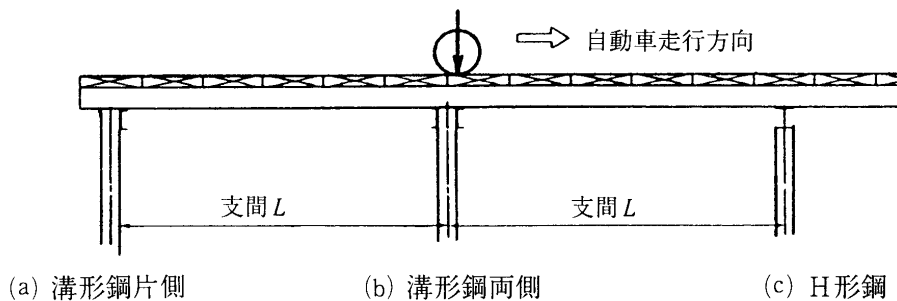


図 5-5-3 覆工受けたの支間長

(2) 応力の計算

死荷重および活荷重により計算された断面力は、それぞれの最大値の合計を設計に用いる断面力とする。

(解 説)

覆工受けたの支間が長い場合は、許容曲げ圧縮応力度が小さくなるため、必要に応じ圧縮フランジ固定のため隣接する覆工受けた相互を横継材で連結し、フランジ固定点間距離を短縮する。

道路土工
仮設構造
土工指針
2-11-5

道路土工
仮設構造
土工指針
2-11-5(1)

5-9 たわみ

道路土工
仮設構造
土工指針
2-11-5(2)

覆工受けたの活荷重によるたわみは $L/400$ (L は支間) 以下で、かつ 25mm 以下でなければならない。このとき活荷重に衝撃は含まなくてもよい。

(解 説)

覆工受けたに載荷されている活荷重が一個の場合、たわみは式(5-5-1)によって計算する。活荷重が複数個載荷される場合、もしくは分布荷重が載荷される場合は、式(5-5-2)、式(5-5-3)によって計算してよい。

$$\delta = \frac{P_o L^3}{48 E I} \dots\dots\dots (5-5-1)$$

$$\delta = \frac{5 W_o L^4}{384 E I} \dots\dots\dots (5-5-2)$$

ここに、 δ : たわみ (m (cm))

P_o : 覆工受けたに作用する衝撃を含まない集中荷重 (kN (kgf))

L : 支間長 (m (cm))

E : 使用部材のヤング係数 (kN/m² (kgf/cm²))

I : 使用部材の断面二次モーメント (m⁴ (cm⁴))

W_o : 等値等分布荷重 (kN/m (kgf/m))

$$W_o = \frac{8 M_{Lm \ a \ x}}{L^2} \dots\dots\dots (5-5-3)$$

$M_{Lm \ a \ x}$: 衝撃を含まない活荷重による最大曲げモーメント
(kN・m (kgf・cm))

5-10 けた受けの設計

道路土工
仮設構造
土工指針
2-11-6

けた受けは覆工受けた反力および死荷重に対し、十分な強度と剛性を有していなければならない。けた受けは、覆工受けた等、けたの最大反力を集中荷重、また、けた受け自重を分布荷重とし、くいあるいは土留め壁との取付け部を支点とする単純ばりとして設計するのがよい。

(解 説)

けた受けの支間は、図5-5-4に示すように、同一けた受けがボルトで接合されている杭の中心間隔とし、覆工受けた反力は、けた受けの断面力が最大となるように載荷して計算する。

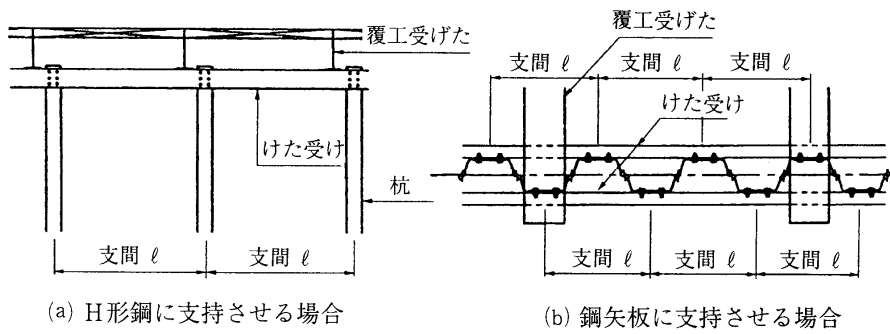


図5-5-4 けた受けの支間

一般にけた受けの支間は2～3m程度と小さく、杭中心と覆工受けた中心が近いので、せん断力が支配的な応力となる。このためけた受けの設計では、たわみの計算は行わなくてよいが、埋設物があるなどの理由で、杭間隔が大きくなる場合、またはけた受けの支間中央付近に覆工受けたが取り付けられる場合は、たわみに対する照査も行わなければならない。この時のたわみの制限値は、覆工受けたと同様とする。

また、杭がH形鋼でけた受け材に溝形鋼を使用する場合、けた受け材の継手部は、原則として杭の中心付近とし、図5-5-5に示すような補強を行う。

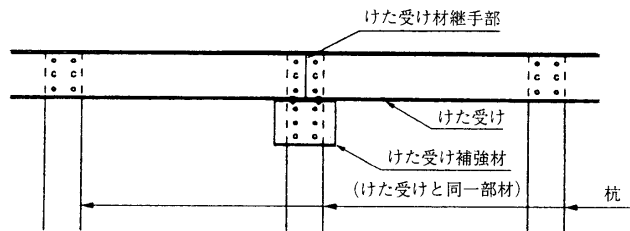


図5-5-5 けた受け材継手部の補強

5-11 ボルトの設計

けた受けとくいを接合するボルトは、けた受けの最大反力に対し十分な強度を有していなければならない。

(解説)

ボルトの必要本数は式(5-5-4)、式(5-5-5)で計算してよい。
 なお、けた受けに溝形鋼を用いる場合のように、活荷重による鉛直荷重に対し、ボルトのせん断で抵抗するような場合は、高力ボルトを使用することが望ましい。

$$n = \frac{R}{S_a} \dots\dots\dots (5-5-4)$$

$$S_a = \tau_a A \dots\dots\dots (5-5-5)$$

道路土工
 仮設構造
 物工指針
 2-11-7

- ここに、n：ボルトの必要本数（本）
 R：けた受けの最大反力（N(kgf)）
 Sa：ボルト1本当たりの許容せん断力(N(kgf)）
 τ_a ：ボルトの許容せん断応力度(N/mm²(kgf/cm²))
 A：高力ボルトの場合は公称径(呼び径)から求めた断面積、
 普通ボルトの場合はねじ部の有効断面積(mm²(cm²))

5-12 傾材・水平継材の設計

- (1) 斜材・水平継材はくい列の各くいに水平荷重を分担させ、かつくい頭の回転を拘束する部材および構造でなければならない。仮橋では橋軸直角方向には、斜材・水平材を取り付けることを原則とする。
- (2) 覆工受けたは支点上でけた受けに結合し、支点上の相互の主げたは橋軸方向に連絡しておくことが望ましい。

道路土工
 仮設構造
 物指針
 2-11-8

(解 説)

(1) について

1) 水平継材

水平継材は圧縮材として設計し、応力度は式(5-5-6)で計算してよい。

$$\sigma_c = \frac{H}{nA} \dots\dots\dots (5-5-6)$$

- ここに、 σ_c ：水平継材に発生する圧縮応力度(N/mm²(kgf/cm²))
 H：杭列に作用する水平荷重(N/(kgf))で、表5-5-2による。
 n：水平継材の本数(通常杭の両面に取り付けるため
 n=2)
 A：水平継材1本の断面積(mm²(cm²))

表5-5-2 水平荷重

活荷重の種類	T荷重の場合	建設用重機荷重の場合
杭列に作用する水平荷重	全活荷重×0.1	活荷重×0.15 ^{注1)}
注 1) 覆工受けたの支間が建設用重機のクローラー接地長と比べ短い場合や、建設用重機を2台以上考慮する場合等のように、著しく不合理と考えられる場合は、(着目する杭列に作用する全活荷重による反力)×0.15としてよい。		

2) 斜材

斜材は圧縮材として設計し、応力度は式(5-5-7)で計算してよい。

これまで斜材は引張材として設計されてきた。しかし、式(5-5

－ 7) は簡略化した計算のため、安全側を考慮して本マニュアルでは斜材は圧縮材として設計することとし、より部材の安全性を高め、さらに仮橋の剛性を高めることにより過度の動揺を防ぐようにした。

ただし、くいの間隔が大きくなった場合、式(5-5-7)により圧縮材で設計すると部材断面が大きくなり施工性が劣化することがある。この場合は、フレーム計算等で詳細に荷重を算出し、斜材の座屈を許容する設計(引張材としての設計)を行ってもよい。

$$\sigma_c = \frac{H}{n A \cos \alpha} \dots\dots\dots (5-5-7)$$

ここに、 σ_c : 斜材に発生する圧縮応力度(N/mm²(kgf/cm²))

H : 杭列に作用する水平荷重(N(kgf))で、表5-5-2による

n : 斜材の組数(図5-5-6の場合はn=3)

A : 斜材1本の断面積(mm²(cm²))

α : 水平荷重作用方向に対する斜材のなす角度(度(度))
で、図5-5-6による。

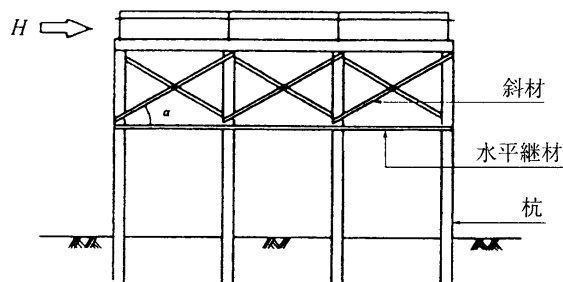


図5-5-6 斜材・水平継材の設計

(2) について

橋軸方向の剛性は、軸直角方向に比べてかなり低いと考えられるので、少しでも剛性を高めるために主桁の下フランジは、横桁にボルトまたは溶接で止めるのが一般的である。また、橋軸方向の主桁は、軸方向のずれを少なくするために添接板を用い、ボルトまたは溶接により接続しておくことが望ましい。

主桁を橋軸方向に連結することによって生ずる温度変化の影響は基礎ぐいに負荷させるものとする。

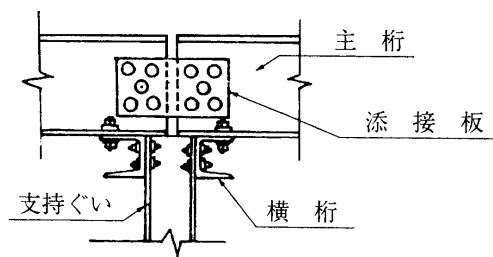


図5-5-7

5-13 高欄

高欄は下記のものを使用するのが一般的である。

工 事 用……………パイプ組立式

一般供用……………ガードレール

(解 説)

工事用高欄としてのパイプは、ガス管 50A 程度のものを使用するのが良い。

5-14 床版

床版は、一般に覆工板を使用するものとする。

5-15 杭の設計

(1) 杭の支持力

杭はけた受の最大反力に対し十分な支持力を有していなければならない。杭許容支持力は「道路土工仮設構造物工指針 2-9-2 土留め壁および中間杭の支持力」により計算する。

表 5-5-3 安全率

	常 時	地震時
一般供用の場合	3	2
工事用の場合	2	—

(解 説)

一般供用の場合の安全率は「道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編」に規定されている値とした。工事用の場合、仮設構造物であることを考慮して定めた値である。

(2) 杭本体の設計

1) 軸方向押込力に対する設計

押込力に対しては座屈を考慮して取扱うものとする。

(解 説)

座屈を考慮する場合の座屈長は地盤面から水平つなぎ材の中心線までとする。ただし、全長が地中に埋込まれたくいでは座屈の影響を考慮しなくてもよい。

道路土工
仮物構造
物工指針
2-11-9(1)

2) 水平荷重に対する設計

通常、路面覆工に使用される杭は、土留め壁による地盤反力等が十分期待できるため、水平荷重に対する検討は行わなくてよい。仮栈橋の支持杭では、地盤が軟弱な場合や、杭の突出長が長い場合等には、水平荷重に対する検討を行う必要がある。通常、仮栈橋の支持杭の水平荷重に対する検討は、橋軸方向（走行方向）には多数の杭が覆工受けたにより連結されており、乗入れ部は土による拘束が大きいいため、危険断面となる橋軸直角方向（相工直角方向）の杭列に対して行えばよい。

水平荷重により、支持ぐいに発生する曲げモーメントは、くい本体を弾性床土上の梁として求める。

1本の支持杭に作用する水平荷重は式（5-5-8）により算出してよい。

$$H_o = \frac{H}{n} \dots\dots\dots (5-5-8)$$

ここに、 H_o : 1本の杭に作用する水平荷重 (kN(tf))

H : 杭列に作用する水平荷重 (kN(tf))

(表5-5-2参照)

n : 杭列の杭本数 (図5-5-8の場合 $n=4$)

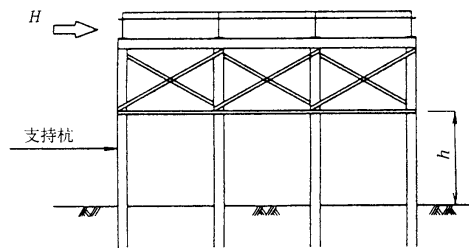


図5-5-8 杭に作用する水平荷重

水平荷重により、支持杭に発生する曲げモーメントは、 $\beta L \geq 2.5$ (β : 杭の特性値 (m^{-1})、 L : 杭長 (m)) の場合、半無制限長の杭として計算してよい。通常、綾構を設けることを原則として、杭頭の回転を拘束された杭とし、式（5-5-9）、式（5-5-10）で計算してよい。

$$M_o = \frac{1 + \beta h}{2 \beta} H_o \dots\dots\dots (5-5-9)$$

$$M_m = \frac{H_o}{2 \beta} \sqrt{1 + (\beta h)^2} \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{\beta h}\right) \dots\dots (5-5-10)$$

ここに、 M_o : 杭頭曲げモーメント (kN・m(tf・m))

M_m : 地中部最大曲げモーメント (kN・m(tf・m))

β : 杭の特性値 (m^{-1})

h : 杭の突出長 (m) (図 5-5-8 参照)
 (ただし、ここで用いる逆三角形関数の単位 (rad) である。)

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H D}{4 E I}}$$

β : 杭の特性値 ($\text{m}^{-1}(\text{cm}^{-1})$)
 k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m^3 (kgf/cm³))
 D : 杭の幅 (m) (cm)
 E : 杭のヤング係数 (kN/m^2 (kgf/cm²))
 I : 杭の断面二次モーメント (m^4 (cm⁴))

$$R_H = R_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4} \dots\dots\dots (5-5-11)$$

$$\left[R_H = R_{H0} \left(\frac{B_H}{30} \right)^{-3/4} \right]$$

R_{H0} : 直径 30 cm の剛体円板による平板載荷試験の値に
 相当する水平方向地盤反力係数 (kN/m^3 (kgf/cm³))
 B_H : 杭の換算載荷幅 (m) (cm)

$$R_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \dots\dots\dots (5-5-12)$$

$$\left[R_{H0} = \frac{1}{30} \alpha E_0 \right]$$

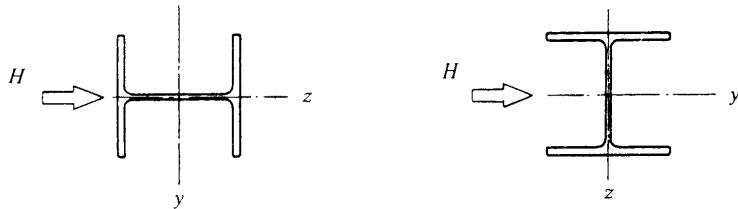
α : 表 5-5-4 に示す係数
 E_0 : 地盤の変形係数 (kN/m^2 (kgf/cm²))

表 5-5-4 E_0 と α

次の試験方法による変形係数 E_0 (kN/m^2 (kgf/cm ²))	α
ボーリング孔内で測定した変形係数	4
供試体の一軸または三軸圧縮試験から求めた変形係数	4
標準貫入試験の N 値より $E_0 = 2,800 N$ (28 N) で求めた変形係数	1

$$B_H = \sqrt{\frac{D}{\beta}} \dots\dots\dots (5-5-13)$$

このとき用いる杭の断面二次モーメントは 図 5-5-9 のように、フランジに直角に水平荷重が作用する場合は強軸方向の断面二次モーメント (I_y) を、ウェブに直角に作用する場合は弱軸方向の断面二次モーメント (I_z) を用いることに注意しなければならない。



(a) フランジに直角に荷重が作用する場合 (b) ウェブに直角に荷重が作用する場合

図 5-5-9 H形鋼杭と荷重方向

やむを得ず綾構を設けない場合は、杭頭の回転を拘束されない杭とし式(5-5-14)により杭に発生する曲げモーメントを求めるとともに、式(5-5-15)により杭頭の変位を求め、栈橋の変位についての検討も行う必要がある。

$$M_m = \frac{H_0}{2\beta} \sqrt{(1 + 2\beta h)^2 + 1} \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1 + 2\beta h}\right) \dots\dots\dots (5-5-14)$$

$$\delta = \frac{(1 + \beta h)^3 + 1/2}{3EI\beta^3} H_0 \dots\dots\dots (5-5-15)$$

(3) 部材断面の検討

仮栈橋に用いる支持杭は、鉛直荷重による軸力と水平荷重によるモーメントが同時に作用する部材として、「1-5(3) 軸方向圧縮と曲げモーメントが同時に受ける部材」により設計することを原則とする。このときの座屈長は、一般に橋軸直角方向が弱軸となるため、図5-5-10の L_1 、 L_2 のうち大きい値とするが、栈橋高さが高い場合、橋軸方向の座屈が卓越することがある。このような場合は座屈長を $L_1 + L_2$ として橋軸方向(杭全体)の座屈に対する照査も必要となる。

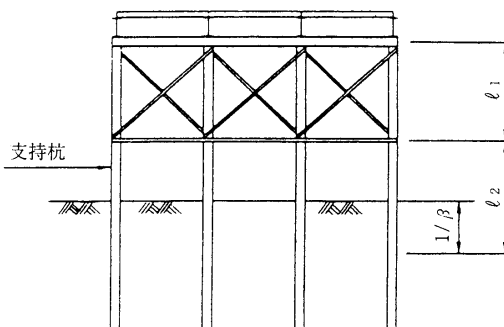


図 5-5-10 杭の座屈長

5-16 橋台の設計

橋台の設計については、現地の地形、地質環境の条件に適応した構造を選択することが望ましい。