

コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き（案）

【施工編（監督・検査）】

【本編中の記載凡例】

正体記載：「①共通仕様書等の内容を分かりやすく示したもの」

斜体記載：「②共通仕様書等の内容を一部超えた箇所」

中国地方整備局 中国技術事務所

令和4年3月

はじめに(案)

国民生活やあらゆる社会経済活動は、インフラによって支えられています。これらのインフラのうち、高度成長期以降に集中的に整備されたインフラが今後一斉に高齢化することが懸念されています。近年では、緊急的に整備された箇所や、立地環境の厳しい場所などにおいて、一部の施設で老朽化による変状が散見しはじめており、今後も老朽化が進んでいく状況にあります。

中国地方においてもこの傾向が見られており、コンクリート構造物の損傷として「ひび割れ」、「かぶりコンクリートの剥離・鉄筋露出」等が多く見られています。

インフラの大半を占めるコンクリート構造物は、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の建設プロセスにより構築されています。損傷の要因は、特定の建設プロセスに限定したものではなく、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)までの一連の建設プロセスの中で複合的に関与しているものと考えられます。このため、今後、コンクリート構造物を新設する場合は、これらの損傷要因から抽出した課題を解決し、コンクリート構造物の品質を確保・向上させることで、所定の耐久性を得ることが必要です。

これらの課題を解決するためには、コンクリート構造物の設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)に関わる基本的かつ重要な事項について、各建設プロセスにおける技術者が十分理解し、相互に連携して、コンクリート構造物を構築することが重要です。

そこで、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の各建設プロセスの専門家で構成するアドバイザーから意見を伺い、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)までの個別かつ一連の建設プロセスを包括した統合的な技術的留意点(ポイント)を作成しました。なお、この技術的留意点(ポイント)は中国地整管内の初期欠陥事例及びアンケート結果で得られた鉄筋腐食防止の観点から、主に 3 つの項目(ひび割れ抑制対策、かぶり厚確保、充填不良対策)でまとめたものです。さらに、三者会議の実施内容の明示やチェックリストの作成により、各技術者の責任の分担の明確化を図りました。これを設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の各建設プロセスに関わる技術者の方々が、十分理解され、ご活用頂くことにより、新設コンクリート構造物の品質確保・向上ひいては長寿命化につながることを期待するものです。

手引き(案)の内容は、「①共通仕様書等の内容を分かりやすく示したもの」と「②共通仕様書等の内容を一部超えたもの」で構成され、これらの割合は各編で異なります。特に、温度ひび割れ抑制対策は、「②共通仕様書等の内容を一部超えたもの」に関連する内容を示しています。本編は、「①共通仕様書等の内容を分かりやすく示したもの」と「②共通仕様書等の内容を一部超えたもの(かぶりコンクリートの品質確保・向上)」です。「②共通仕様書等の内容を一部超えた箇所」は、斜体で記載しています。

なお、監督・検査においては、土木工事監督技術基準(案)及び地方整備局工事技術検査要領等に基づき実施されていますが、本手引き(案)はこれらの内容を妨げるものではありません。本手引き(案)は、設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)に携わる技術者が連携するために、新たな視点で取りまとめたものであるため、必要に応じて参考にしてください。

コンクリート構造物の品質確保・向上の手引き（案）
【施工編（監督・検査）】

＜目次＞

1. 基本原則（施工〔監督・検査〕段階）	1
2. 一般	3
3. レーザーミストコンクリートの受入れ検査	5
4. コンクリート工の検査	7
5. 鉄筋工の検査	9
6. 型枠工支保工および構造物の検査	11
7. 表面状態（ひび割れ）の検査	13
8. かぶり厚の検査	15
9. 表面状態（充填不良）の検査	17
10. 物質透過抵抗性の評価	19
11. 合格と判定されない場合の措置	23
12. 検査記録	25
チェックリスト【施工編（監督・検査）】	26
【参考文献】	27
巻末資料	1

対象構造物と用語の定義

対象構造物：

新設の橋梁やその他の鉄筋・無筋コンクリート構造物
(PC や舗装、ダムなどの特殊なコンクリート構造物を除く)

品質：

設計、材料、施工、維持管理(巡回・巡視)の各建設プロセスまたは全体における、コンクリート及び構造物の特性。その特性や集まりが要求性能を満たす程度。

ISO9001: 本来備わっている特性の集まりが、要求事項を満たす程度¹⁾

耐久性：

構造物が予定供用期間にわたり安全性、使用性および復旧性を保持する性能。²⁾

不具合：

竣工までにコンクリート構造物のある部位、または箇所が所定の性能や機能を満たしていないこと、あるいはその状態。³⁾

初期欠陥：

施工時に生じた変状のうち、有害となる可能性のあるひび割れや豆板、コールドジョイント、砂すじなどの変状。かぶり不足やPC グラウト充填不足などを含む。²⁾

物質透過抵抗性：

物質(コンクリートに対する腐食因子等)の透過しにくさ。⁴⁾

1. 基本原則(施工〔監督・検査〕段階) ポイント

- 品質向上、耐久性向上対策の目的とその効果を理解
- 監督、検査の目的及び内容を明確化
- 監督、検査結果を確実に記録
- 不合格と判定された場合の措置について確実に記録

解説

1. 監督・検査の位置づけ、役割

①コンクリート構造物の品質向上・耐久性向上を図るためには、施工が適切に実施される必要がある。コンクリート工事の品質を確保するために、工事施工状況を監督し、適正かつ能率的な施工が行われているか検査することが重要である。

仮に、監督及び検査が不十分で、コンクリート構造物にひび割れやかぶり厚不足、充填不良等の初期欠陥が発生すると、コンクリート構造物の耐久性が損なわれる場合がある。

したがって、監督・検査段階においては、コンクリート構造物に求められる性能を発揮するために、所定の品質及び耐久性を確保されているか把握し、評価することが必要である。

2. 連携すべき事項

- ①監督・検査の内容
(目的、項目、内容等)
- ②監督・検査の結果
(記録、判定結果等)
- ③不合格と判定された場合の措置の内容
(不合格判定後の対応方針、措置の記録等)

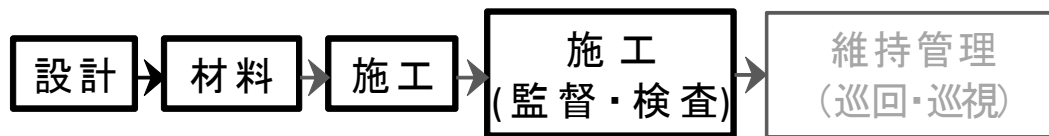
3. 連携方法

①監督・検査を実施する者は、設計者、施工者が品質向上・耐久性向上のために、対象構造物に対して、どのような技術的対策を行ったのか、その目的と効果を十分理解したうえで、監督・検査を行うことが重要である。

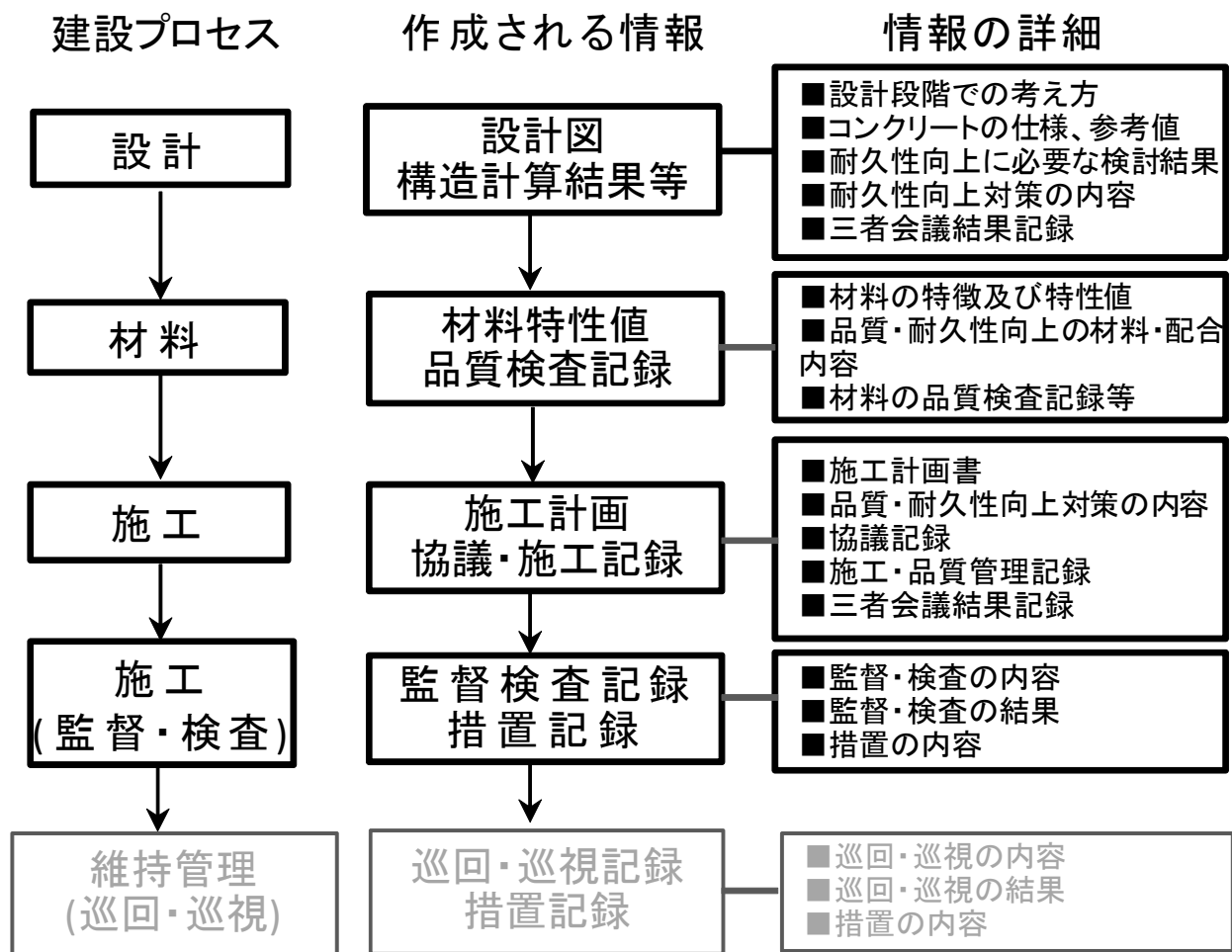
- ・品質向上、耐久性向上対策の目的、期待している効果を理解する
- ・監督、検査の目的及び内容を明確にする
- ・監督、検査結果を確実に記録する
- ・不合格と判定された場合の措置について確実に記録する

参考

【参考】1 建設プロセスの流れ（施工[監督・検査]）



【参考】2 連携すべき事項（施工[監督・検査]）



※本手引き（案）において「維持管理(巡回・巡視)」は供用開始後、定期巡回（道路）や目的別巡視（河川）で初期欠陥を発見し、措置を行うことを指す。

2. 一般 ポイント

- 監督は契約履行の確保のために工事施工状況を確認する行為
- 検査は工事实施状況の適否を判断し、的確性を技術評価する行為
- 検査は発注者の責任において実施
- 客観的な判定が可能な手法を適用
- 検査不合格の場合、部分的な手直し等の措置が必要な場合もある

解説

1. 監督

- ①監督は、契約の履行の確保のために、工事施工状況の確認及び把握を行うものである。
「土木工事監督技術基準（案）」に基づき実施する。

2. 検査について（給付の検査と技術検査）

- ①給付の検査は、会計法に基づき、契約図書と対比してその実施状況の適否を判断するものである。
また、技術検査は、品確法に基づき、工事实施状況の的確性について技術評価を行うものである。技術検査は、「地方整備局工事技術検査要領」に基づいて実施する。

3. コンクリート構造物の品質向上のための検査

- ①コンクリート構造物が、当初設定された要求性能を満足し、竣工した構造物が受取り可能かどうかを工事の発注者が責任をもって判定するための行為である。
②検査の責任者は、発注者またはその代理人とし、技術的経験がある者が実施する。

4. 検査の方法

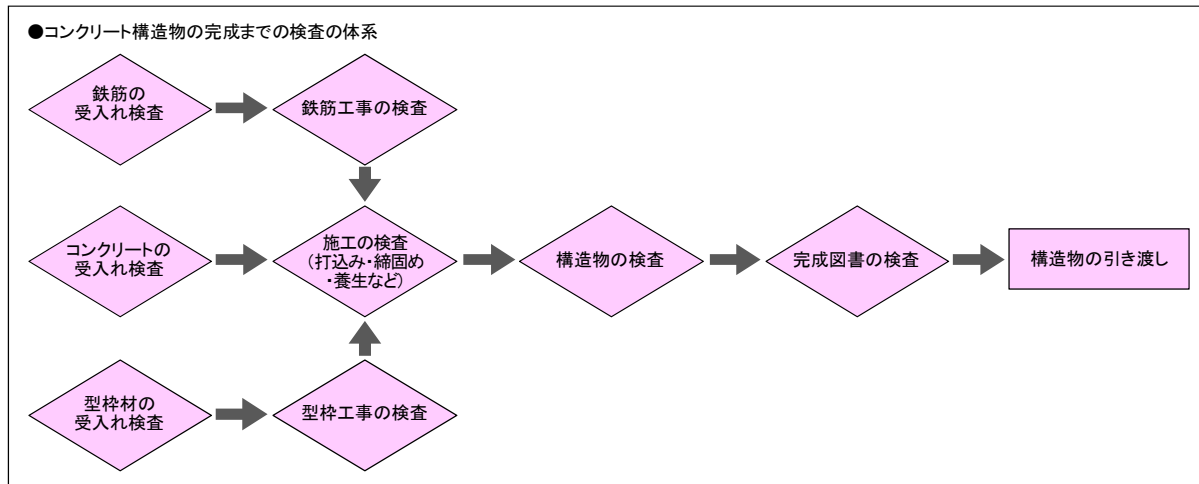
- ①客観的な判定が可能な方法で検査する。検査方法や判定基準は JIS または土木学会規準等に定められた方法を標準とする。
②監督職員のためのチェックポイント（コンクリート編）を必要に応じて参考とすることができる。

5. 検査結果の対応

- ①検査の結果、合格と判定されない場合は、部材、構造物が所定の性能を満足するように適切な措置を講じる。
②不合格の場合の対応は、種々考えられる。途中での部分的な手直しで対応できる場合もあるが、最終段階での手直しや場合によっては補強等の措置が必要な場合もある。

参考

【参考】1 コンクリート構造物完成までの検査体系の例⁵⁾



【参考】2 コンクリート構造物の性能の確保に必要な検査体系⁵⁾

検査対象項目		該当箇所	受入れ コン クリ ート 材 料 の	コン クリ ート 製 造・ 設 備	レ ディー ミ ク ス ト の 受 入 れ	補 強 材 の 受 入 れ	施工の検査			コンクリート構造物の検査			
							コン クリ ート	鉄 筋	型 枠・ 支 保	表 面 状 態	位 置 お よ び 形 状 部 材 の 寸 法	コ ン ク リ ート 中 の コ ン ク リ ート	構 造 物 の か ぶり
製造	コンクリート材料		○										
	コンクリートの製造設備・製造工程			○									
	現場までの運搬				○								
レディーミクストコンクリート					○							(△)	
補強材						○							
施工	現場内での運搬						○			○		(△)	
	打込み						○			○		(△)	
	締固め						○			○		(△)	
	表面仕上げ						○			○			
	養生						○			○		(△)	
	継ぎ目						○			○			
	鉄筋							○					(○)
	型枠・支保								○		○		(○)

○：検査可能、(○)：必要に応じて検査する(検査可能)、(△)：必要に応じて検査する(一部に限り検査可能)

(注)土木学会「2012年制定コンクリート標準示方書[施工編：検査標準]」を基に作成

【参考】3 コンクリートの検査の具体例⁵⁾

分類	検査の方法	頻度	生コンの受入れ検査	施工の検査
簡易な検査	書類調査や目視	すべてのロット	・製造時間と運搬時間 ・コンクリートの量 ・コンクリートの色 ・粗骨材の最大寸法 ・スランプや粘り(目視による検査)	・生コンの受入れ体制 ・荷卸し状況 ・ポンプ圧送状況 ・打込みおよび締固め作業や体制 ・仕上げ作業や時間 ・養生状態や期間
詳細な検査	規格に定められた試験方法	定められたロット	・スランプ、空気量、コンクリートの温度 ・単位容積質量 ・単位水量 ・水セメント比(配合計画表の検査)	・施工計画書 ・施工の実際とその記録(工事記録とデータ記録) ・施工の不備に対する処置記録 ・各種の試験データの確認

3. レディーミクストコンクリートの受入れ検査ポイント

- 受入れ側の責任のもとに実施し検査の結果を構造物の発注者が確認
- レディーミクストコンクリートの受入れ検査は、荷卸し時に実施
- JIS や土木学会規準に基づいて検査を実施
- 所定の性能を確保できないコンクリートは使用しない

解説

1. 実施者

①レディーミクストコンクリートの受入れ検査は、受入れ側の責任のもとに実施し、検査の結果を構造物の発注者が確認する。

2. 実施時期

①レディーミクストコンクリートの受入れ検査は、荷卸し時に行う。

3. 検査項目

- ①レディーミクストコンクリートの検査は、JIS や土木学会規準に基づいて行う。
- ②2017 年コンクリート標準示方書[施工編]P203 表 5.1.1 の項目以外でも、事前に指定された項目に関して検査を実施する。

4. 検査結果の対応

- ①検査の結果、所定の性能を確保できないと判定されたコンクリートはこれを用いてはならない。
- ②万一打ち込んだコンクリートが所要の品質を有していないことが確認された場合は、構造物中のコンクリートについて直接検査しなければならない。

参考

【参考】1 コンクリート施工中における主なチェック内容⁵⁾

発生時期	障害の種類	主なチェック内容	備考
運搬	早すぎるスランプの低下	混和剤の種類と量	現場の打込み計画に合わせた運搬計画が必要。渋滞や事故なども想定に入れる必要がある
	交通渋滞	道路状況	
	故障	供給計画やポンプ車、生コン車	
	予想以上の待機	打込み計画	
打込み	ポンプ配管の閉塞	ポンプ車の能力	コンクリートの品質変化に対して余裕のある計画とする。計画どおりに運ばないことを想定して準備する
	材料分離	試し練りや配合表	
	コールドジョイント	許容打重ね時間間隔	
	型枠の変形	型枠や支保工の剛性	
締固め	不十分な締固め	内部バイブレータの能力や台数、要員	内部バイブレータの使用目的やかけ方、かける位置を明確にし、作業員に徹底する
	浮き水の巻き込み	排水の方法と排水装置	
	骨材の沈降	締固め時間と間隔	
仕上げ	型枠表面のあばた	打上がり速度	仕上げが夜間に及ぶことも想定して準備する
	沈下ひび割れ	打回し計画	
打継ぎ	打継ぎ不良	打継ぎ面の処理方法	打継ぎ目が漏水や劣化の原因とならないように計算する
	打継ぎからの漏水	止水板の種類や位置、設置方法	
養生	強度不足	湿潤養生の期間	養生は温度と湿潤期間で管理し、脱型は強度で管理する

(注)土木学会「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)」を基に作成

【参考】2 スランプの標準値の例(荷卸し時は12cmとしてもよい)

構造物の種類			スランプ(cm)	
			普通コンクリート	高性能AE減水剤を使ったコンクリート
無筋コンクリート構造物	寸法、形状	普通な場合	5～12	—
		大きい場合	5～8	—
鉄筋コンクリート構造物(RC)	寸法、形状	普通な場合	8～12	12～18
		小さい、複雑な場合	—	15～18
	配筋	普通な場合※	8～12	12～18
		過密配筋	—	15～18

※鉄筋間の最小の空気が100～200mmで、鉄筋量が100～200kg/m³程度の状況を指す

(注)「—」: 構造物の種類によって、使わない方が望ましいもの

流動化剤を使ったコンクリートのスランプは、高性能AE減水剤を使ったコンクリートと同じにしてよい

【参考】3 スランプ試験結果の特徴の例

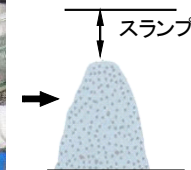
変形の例	打設や締固めなどのしやすさに影響するコンクリートの性質	
	変形や流動に対する抵抗性	材料分離に対する抵抗性
	△	○
	△	△



〔スランプ試験〕



高さ30cmを2～3秒で引き上げる



○: 大きい、△: 小さい

一般的に、変形や流動に対する抵抗性が小さく、材料分離に対する抵抗性が大きいコンクリートが良い

スランプの値が同じコンクリートでも性質は異なる

4. コンクリート工の検査ポイント

- 施工に関わる各項目が施工計画書通りであるか確認
- 運搬、打込み、養生の検査が不合格の場合は、各種設備の再整備を行い、必要に応じて施工計画を見直す

解説

1. 運搬・打込みの検査

- ① コンクリートの運搬および打込みの検査は、運搬および打込みに必要な設備の種類、型式、能力、台数および人員配置、現場までの運搬経路、現場内での運搬、打込み区画、打継目の位置、打込み順序、打込み速度等の運搬、打込みの方法が、施工計画書どおりであることを確認する。
- ② 圧送に関しては、用いるコンクリートや配管条件に対して機械の能力が十分であることを確認する。

2. 養生の検査

- ① 養生設備および人員配置ならびに養生方法は、湿潤養生、温度制御養生、有害な作用に対する保護等が、施工計画書どおりに実施されていることを確認する。
- ② 養生の検査では、定められた条件に適合した養生が適正な期間行われていることを確認する。

3. 検査結果の対応

- ① 検査の結果、施工時に運搬、打込みあるいは養生が適切でないと判定された場合は、設備、人員の配置、方法を改善する等、所要の目的を達成しうるように適切な処置をとる。コンクリートの打込みが完了している場合は、構造物のコンクリートを直接検査する等、必要に応じて適切な処置をとらなければならない。
- ② 運搬、打込み、養生の検査が不合格の場合は、各種設備および施工計画の不備があると考えられ、各種設備の再整備を行い、必要に応じて施工計画を見直す。

参考

【参考】1 コンクリート工事の各作業段階で注意すべき項目の例⁵⁾

工程	注意すべき項目
運搬・受入れ	運搬装置、打込み設備、作業人員数、受入れ検査項目など
場内運搬	運搬方法、コンクリートの供給能力、ポンプ車の予備など
打込み	打込み位置、打込み高さ、打重ね時間間隔、打込み終了時間など
締固め	バイブレータ挿入深さ、間隔、時間、横移動、鉄筋との接触など
仕上げ	ブリーディング水の除去、仕上げ時期、仕上げ方法など
養生	養生方法、使用材料、養生期間、温度管理など
打継ぎ	打継ぎ位置、処理方法など
鉄筋工事	組立・加工精度、曲げ加工方法、結束線による鉄筋固定など
型枠および支保工	開口・扉の位置、強度計算結果、型枠・支保工の取り外し時期など
温度ひび割れ対策	使用材料、施工方法、ひび割れ誘発目地の設置、温度応力解析と現場条件、温度測定・モニタリングなど
その他	現場巡視、品質確認、チェック項目など

【参考】2 コンクリート施工時の品質管理と検査の例⁵⁾

項目	品質管理	検査
コンクリートの性能	コンクリートの施工性能の管理 (スランプやスランプローなど) 硬化コンクリートの性能の管理 (単位水量や水セメント比の管理、強度特性など)	配合計画書の検査 荷卸し時のコンクリートの検査 硬化コンクリートの検査
コンクリートの施工	鉄筋	鉄筋の加工、組立作業の管理(数量、位置、継ぎ手、空き、固定度など)
	型枠、支保工	型枠、支保工の組立管理(型枠組立精度、堅固度など)
	運搬と打込み	生コン供給の時間管理 ポンプやその他の運搬、打込み機械の整備、準備、管理、打込み速度の管理
	締固め	振動機の整備、準備、管理 均等で十分な締固め作業が行われているかの管理
	仕上げ	仕上げ時期の管理、仕上げ装置の整備、準備、管理
	養生	湿潤養生方法とその期間の管理
構造物の性能	仕上がり状態	出来形検査 目視検査 非破壊検査
	耐久性能	コンクリートの品質の管理、施工の管理、完成後の構造物のかぶりの性能、かぶり厚の確保

5. 鉄筋工の検査ポイント

- 鉄筋の加工・組立は設計図書に基づき所定の精度であるか検査
- 判定基準の許容誤差は、構造物の種類や重要度を考慮
- 鉄筋の加工・組立が適当でない場合、適切に修正。曲げ戻し不可
- 鉄筋継手が所要の性能を有していることを検査
（鉄筋定着・継手指針参照）

解説

1. 鉄筋の加工および組立の検査

- ①鉄筋の加工・組立に関わる事項について設計図書に基づき所定の精度でつくられているかを検査する
- ②判定基準の許容誤差は、構造物の種類や重要度を考慮して定める。

2. 検査結果の対応

- ①鉄筋の加工および組立が適当でないと判定された場合は、鉄筋の加工および組立を修正する。
- ②鉄筋の加工および組立が適当でないと判定された場合は、適切に修正しなければならない。
ただし、曲げ戻しを行わない。

3. 鉄筋の継ぎ手の検査

- ①鉄筋の継手は、「鉄筋定着・継手指針」により、所要の性能を有していることを検査する。

4. 検査結果の対応

- ①検査の結果、鉄筋の継手が適当でないと判定された場合は、所要の目的を達しうるように措置を講じる。

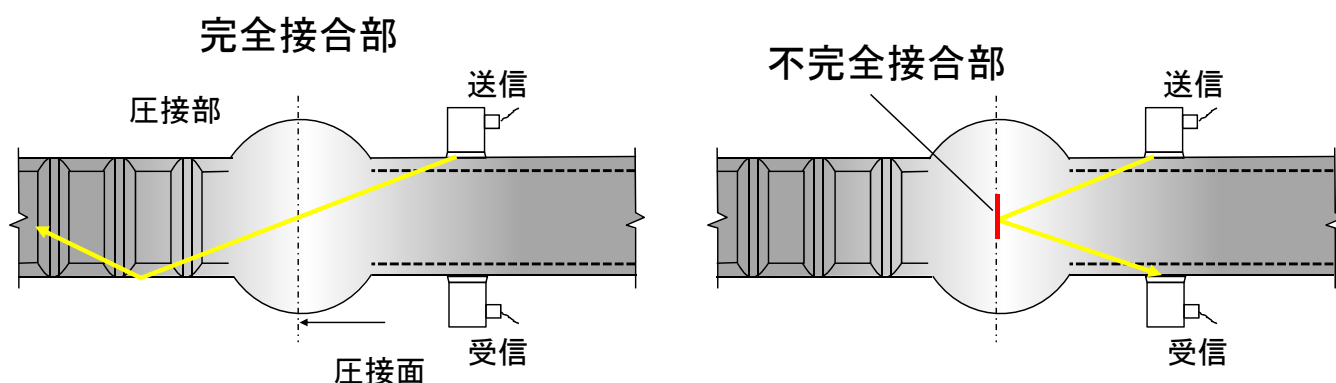
参考

【参考】1 鉄筋加工、組立の検査状況の例



【参考】2 鉄筋継手部の検査状況の例

●超音波探傷法によるガス圧接継手部の欠陥有無の判定イメージ



- ・継手部の接合が完全な場合は、送信した超音波が継手部を透過し、受信器で受信されない。
- ・継手部の接合が不完全な場合は、送信した超音波が継手部で反射し、受信器で受信される。

【参考】3 継手の種類と検査方法の例 ⁴⁾

継手の種類	継手工法の種類	検査方法
ガス圧接継手	手動ガス圧接	外観検査と超音波探傷検査
	自動ガス圧接	外観検査と圧接施工記録の照合
	熱間押抜ガス圧接	外観検査
溶接継手	※	外観検査と超音波探傷検査（引張試験による検査を併用）
機械式継手	ねじ節鉄筋継手	外観検査と超音波測定検査
	モルタル充填継手	外観検査と超音波測定検査
	端部ねじ加工継手	外観検査
	鋼管圧着継手	外観検査と超音波測定検査

※溶接継手は、裏当て材の種類やガスシールドの方法等により様々な工法が開発されている。

6. 型枠工支保工および構造物の検査ポイント

- 型枠および支保工は十分な強度、安全性、施工精度を有することを検査
- 出来形と表面状態の検査は、全ての構造物で実施することが基本
- かぶり厚の検査は、かぶり厚に余裕の少ない部材に対して実施
- 検査不合格の場合、原因を究明し、性能を確保する措置を実施

解説

1. 型枠工および支保工の検査

- ① 型枠および支保工は、コンクリートの打込み前および打込み中に作用する荷重の中で最も不利な組合せに対して、十分な強度と安全性を有するものでなければならない。
- ② 型枠工および支保工の施工精度は、所定の位置に所要の形状、寸法の構造物が得られる精度とする。
- ③ 型枠と鉄筋間のかぶり厚について検査を行い確認する。

2. 構造物の検査

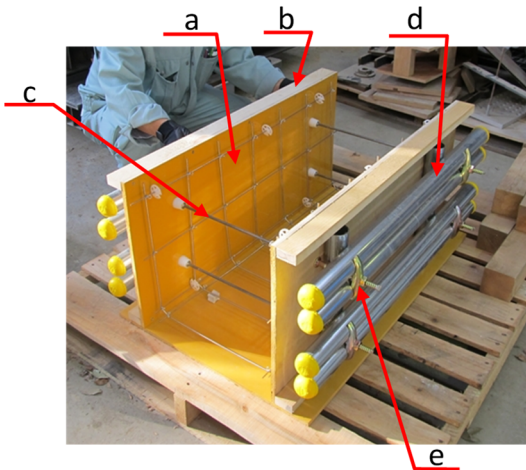
- ① 出来形と表面状態の検査に関しては、全ての構造物で実施する。
- ② かぶりの検査に関しては、かぶり厚に余裕の少ない構造物（部材）に対して実施する。

3. 検査結果の対応

- ① 検査に不合格となった場合、原因を究明し、適切な補修や補強を行うことにより、構造物としての性能を確保する措置を講じる。

参考

【参考】1 型枠のイメージの例



木製型枠のイメージ図

- a セキ板:コンクリートをせき止める
- b 栈木(さんぎ):セキ板を補強する
- c セパレータ:型枠の間隔を保持する
- d 鋼管(ばた材)
- e フォームタイ:セパレータを鋼管に緊結する

【参考】2 型枠検査の例（橋台（パラペット））



【参考】3 コンクリート部材の位置および形状寸法の検査の例



7. 表面状態(ひび割れ)の検査ポイント

- 表面状態の検査は、補修、手直し等の措置を施す前に実施
- ひび割れ幅の許容値は、日本コンクリート工学会「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針」を参考（一般にはひび割れ幅 0.2mm 未満）
- 温度ひび割れの検査時期は、構造物内の温度変化を考慮して実施

解説

1. 表面状態の検査

- ①表面状態は構造物の耐久性に影響を与えるため重要な検査項目である。
- ②表面状態の検査は補修等の措置を施す前に実施する。
- ③表面状態の検査は目視を基本とする。

2. 表面状態の検査の項目

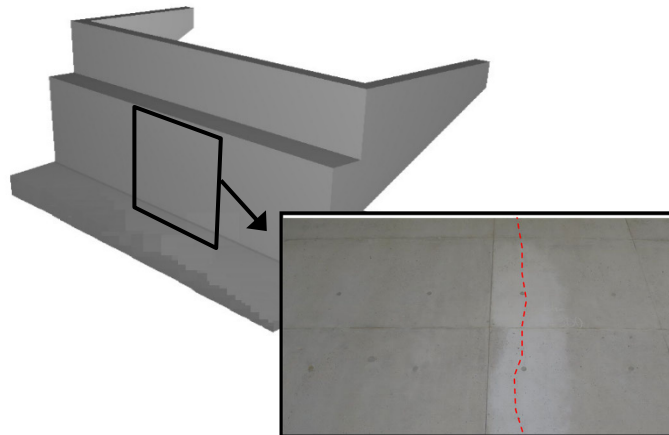
- ①ひび割れ幅の許容値は、日本コンクリート工学会「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針」に示されている「補修の要否に関するひび割れ幅の限度」を参考にする。
（一般には、ひび割れ幅 0.2mm 未満を目安とする）
なお、ひび割れ幅の許容値は、ひび割れの進行性の有無や供用環境（塩害環境の厳しさ等）を考慮して決定する。
- ②温度ひび割れの検査時期は、構造物内の温度変化を考慮して決める。
- ③表面状態の検査は 2017 年コンクリート標準示方書[施工編] P216 表 8.3.1 を参考とする。

3. 検査結果の対応

- ①表面に不具合が発見された場合には所定の性能を満足するための処置を行う。

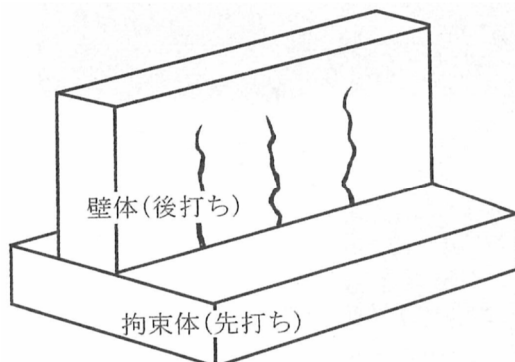
参考

【参考】1 温度ひび割れ発生例

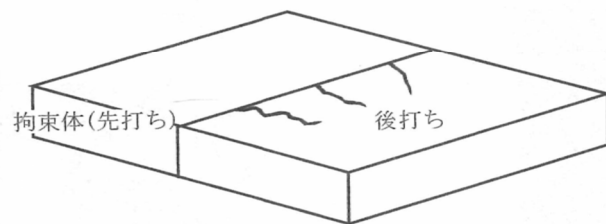


橋台全面中央に生じたひび割れ

【参考】2 温度ひび割れのパターン



下端の拘束された壁（壁厚50cm以上）
（擁壁・カルバートなど）⁶⁾



縁端を拘束されたスラブ
（スラブ厚80cm以上）⁶⁾

【参考】3 表面状態の検査の例⁴⁾

項目	試験方法	判定基準
露出面の状態	目視	露出面が平坦であり、欠けた箇所、鉄筋の露出、かぶり不足の兆候、コールドジョイント、豆板、砂すじ等の初期欠陥が認められず、外観が正常であること
ひび割れ	目視およびクラックスケールによる測定	ひび割れ幅が、あらかじめ定めた許容ひび割れ幅以下であること
空洞、浮き	打音	異音が生じないこと
打継目の状態	目視	打継目において、新旧コンクリートの一体性が保たれていると判断されること

8. かぶり厚の検査ポイント

- 塩害環境にある構造物、かぶりコンクリートの剥落で第三者被害の懸念のある構造物等に対して実施
- 電磁誘導法、電磁波法、放射線透過法等の非破壊試験によってかぶり厚の値を測定
- 非破壊試験によりかぶり厚を測定する場合の判定基準の適用にあたっては、測定器の精度を考慮

解説

1. かぶり厚の検査

- ①コンクリートの硬化後にかぶり厚の検査が必要と判断された構造物または部材では、非破壊試験により所定のかぶり厚が確保されていることを確認しなければならない。
- ②かぶり厚の検査は、塩害環境にある構造物、かぶり厚コンクリートの剥落で第三者被害の懸念のある構造物等に対して実施する。

2. 非破壊試験による検査

- ①かぶり厚の検査は非破壊試験による。
- ②電磁誘導法、電磁波法、放射線透過法等の非破壊試験によってかぶり厚の値を測定する。
- ③非破壊試験によりかぶり厚を測定する場合の判定基準の適用にあたっては、測定器の精度も十分に考慮する。

3. 検査結果の対応

- ①検査により当初設定したかぶり厚が満足していない場合には、所定の性能を満足するための処置を行う。

参考

【参考】1 非破壊検査の適用範囲

中国技術事務所にて実施した鉄筋探査機器の精度検証実験より、以下のことが確認された。

■電磁誘導法

国交省の要領⁷⁾によれば、鉄筋間隔に応じて、かぶり厚が100mmまでの測定ができることが求められているが（青枠）、中国技術事務所の実験によると、鉄筋間隔が狭く、かぶり厚も小さい場合でも適用できる場合があることが確認されている（黒枠）。

■電磁波レーダ法

国交省の要領⁷⁾によれば、鉄筋間隔に応じて、かぶり厚が200mmまでの測定ができることが求められているが（青枠）、中国技術事務所の実験によると、かぶり厚の1.5倍の鉄筋間隔があると、かぶり厚を精度良く測定できることが確認されている（黒枠）。

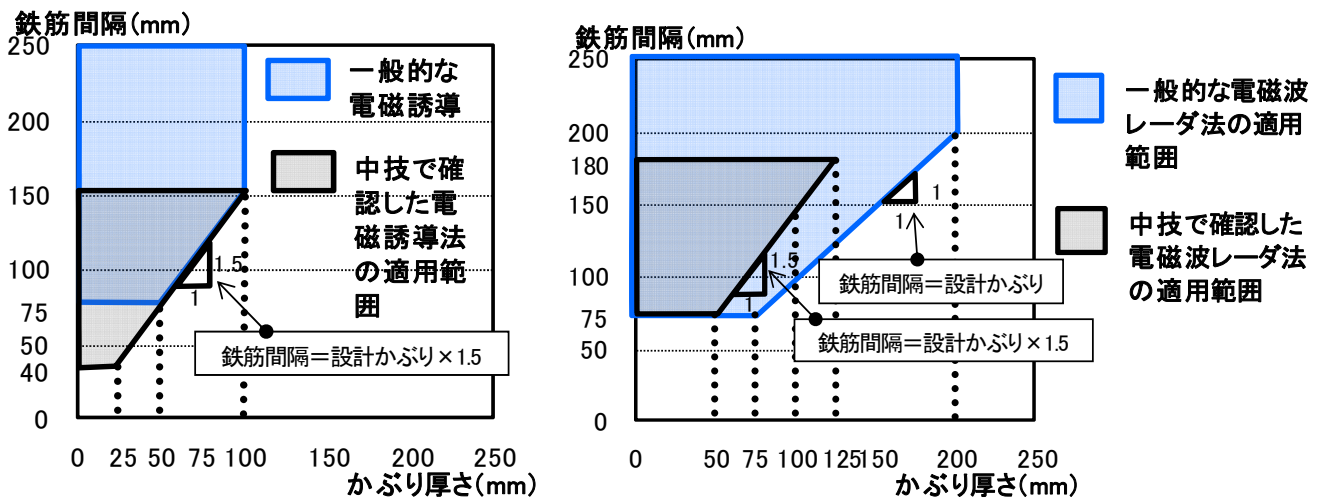


図 電磁誘導法の適用範囲（左）、レーダ法の適用範囲（右）

【参考】2 コンクリート構造物のかぶり厚の検査の例⁷⁾

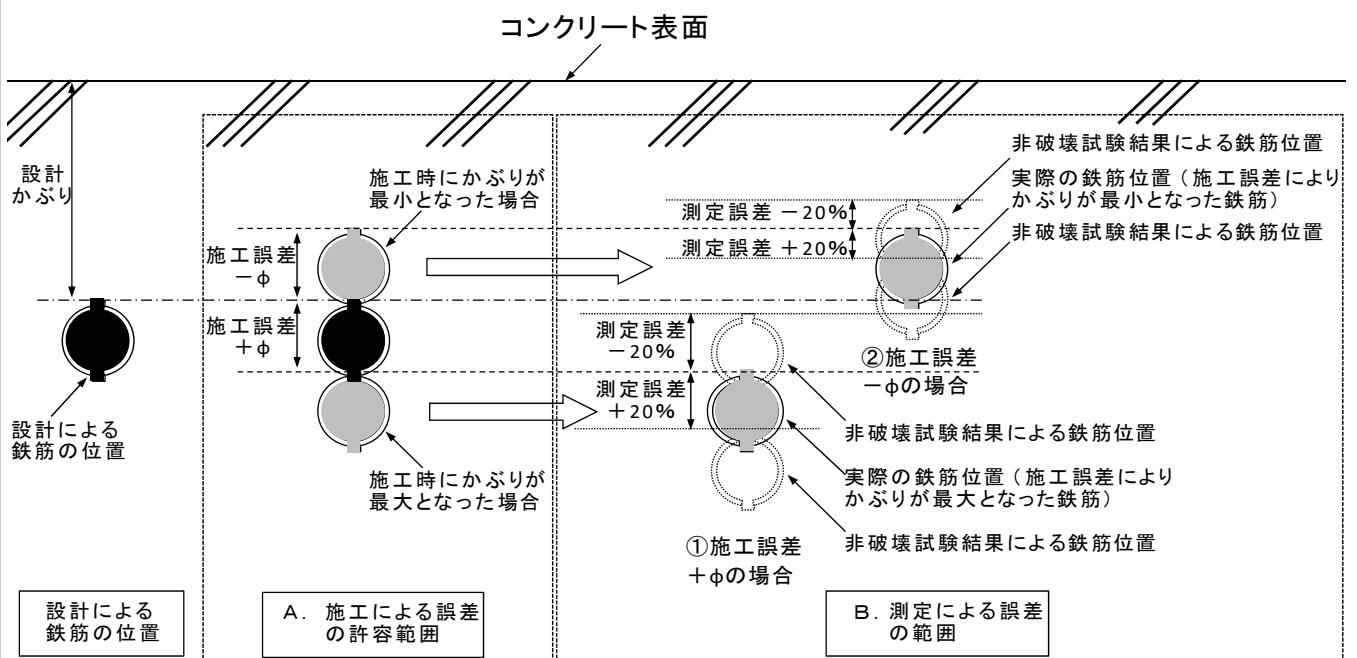


図 非破壊検査によるかぶり厚測定（施工誤差と測定誤差の関係）

注）施工誤差 $\pm\phi$ 、非破壊試験の測定誤差 $\pm 20\%$ とした場合の例として示した。

9. 表面状態(充填不良)の検査ポイント

- 表面状態の検査は、補修、手直し等の措置を施す前に実施
- 充填不良の検査は、日本コンクリート工学会「コンクリートのひびわれ調査、補修・補強指針」を参考(ひび割れ以外の調査)
- 充填不良の検査は、材料や施工条件を考慮して実施

解説

1. 表面状態の検査

- ①表面状態は構造物の耐久性に影響を与えるため重要な検査項目である。
- ②表面状態の検査は補修等の措置を施す前に実施する。
- ③表面状態の検査は目視を基本とする。
- ④充填不良の検査は、日本コンクリート工学会「コンクリートのひびわれ調査、補修・補強指針」(b.ひび割れ以外の調査)等の調査方法を参考にする。

2. 表面状態の検査の項目

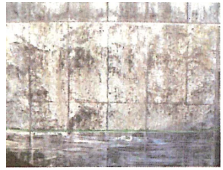
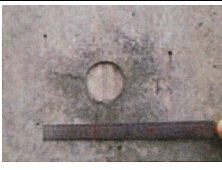
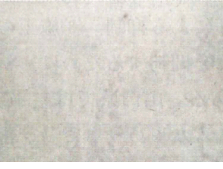
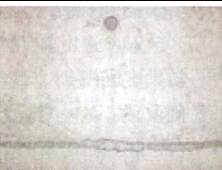
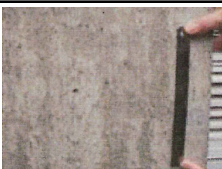
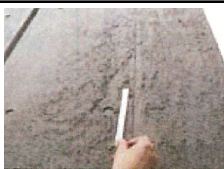
- ①「表面の色つや」は、構造物表面全体に対する部分的な色むらの状態を把握する。
- ②「沈みひび割れ」は、プラスチック製コーン（セパレータ跡）近傍のひび割れの状態を把握する。
- ③「表面気泡」は、コンクリートを打込んだ際に混入した空気が、締固めをしても抜けずコンクリート中に残り、表面に5～10mmの穴（気泡）として存在している状態を把握する。
- ④「打重ね線」は、先に打込んだコンクリートと後から打込んだコンクリートとの境界線の状態（明瞭さ）を把握する。
- ⑤「型枠継目のノロ漏れ」は、型枠の継目からセメントペーストが漏れて生じた箇所に細骨材（砂）が残り、これが露出している状態を把握する。
- ⑥「砂すじ」は、型枠とコンクリートの境界で、コンクリート中の水分が分離して上に流れ出し、細骨材（砂）が縞状に露出する状態を把握する。

3. 検査結果の対応

- ①表面に不具合が発見された場合には所定の性能を満足するための処置を行う。

参考

【参考】1 充填不良に関する表面状態の例³⁾

項目	基準	一般的に「良」とされる範囲				不適合
		4点	3点	2点	1点	-
表面の色つや		 ・色が均一で、全体的に色の変化がない	 ・部分的な色むらがある	 ・部分的に剥離剤が攪拌されたような色むらが発生している	 ・2点の状態よりも劣る	構造物の管理者から不適合と判定される状態で補修を要するもの
沈みひび割れ		 ・Pコン近傍にも沈みひび割れがない	 ・目視調査範囲のPコンのおおむね1/5以上に沈みひび割れが発生 ・Pコン直径の3倍以上の長さのひずみひび割れが発生	 ・目視調査範囲のPコンのおおむね1/2以上に沈みひび割れが発生 ・Pコン直径の5倍以上の長さの沈みひび割れが発生	 ・2点の状態よりも劣る	
表面気泡		 ・気泡がほとんどない (目安: おおむね50個以下/㎡)	 ・5mm以下の気泡が認められる (目安: おおむね50個以下/㎡)	 ・10mm以下の気泡が認められる (目安: おおむね50個以下/㎡)	 ・2点の状態よりも劣る	
打重ね線		 ・近接では打重ね線が認められるものの、約10m離れた遠方からは認められない	 ・約10m離れた遠方から、打重ね線が認められる	 ・約10m離れた遠方から、打重ね線がはっきり認められる	 ・2点の状態よりも劣る	
型枠継目のノロ漏れ		 ・調査対象範囲にノロ漏れがほとんど認められない	 ・調査対象範囲のおおむね1/10以上にノロ漏れが認められる	 ・調査対象範囲のおおむね1/3以上にノロ漏れが認められる	 ・2点の状態よりも劣る	
砂すじ		 ・調査対象範囲に砂すじがほとんど認められない	 ・調査対象範囲のおおむね1/10以上に砂すじが認められる	 ・調査対象範囲のおおむね1/3以上に砂すじが認められる	 ・2点の状態よりも劣る	

豆板については、「なし」を4点、「ある」を不適合と評価する。

- ・「4点」：最高品質、「3点」：平均的な品質、「2点」：所定の要求性能は満足するものの、現状の材料・施工を見直す必要のある品質、「1点」：「2点」の状態より劣る品質
- ・一般に「良」とされる4～1点の状態を対象として、より品質の高いものを施工の工夫で目指すことを目的としている。

10. 物質透過抵抗性の評価 ポイント

- 塩害環境にある構造物、かぶりコンクリートの剥落で第三者被害の懸念のある構造物等に対して実施
- 表層透気試験、表面吸水試験、散水試験等の非破壊試験によって、かぶりコンクリートにおける物質透過抵抗性に関する値を測定
- 非破壊試験によって測定した物質透過抵抗性の評価にあたっては、含水状態の影響や測定器の精度を考慮

解説

1. かぶりコンクリートの物質透過抵抗性の評価

- ①かぶりコンクリートの物質透過抵抗性の評価をあらかじめ計画した、または、コンクリートの硬化後に評価が必要と判断された構造物または部材では、非破壊試験により標準以上の物質透過抵抗性が確保されていることを確認しなければならない。
- ②かぶりコンクリートの物質透過抵抗性の評価は、塩害環境にある構造物、かぶりコンクリートの剥落で第三者被害の懸念のある構造物等に対して実施する。

2. 非破壊試験による評価

- ①かぶりコンクリートの物質透過抵抗性の評価は非破壊試験による。
- ②表層透気試験、表面吸水試験、散水試験等の非破壊試験によって、かぶりコンクリートの物質透過抵抗性に関する値を測定する。
- ③非破壊試験によって測定した物質透過抵抗性の評価にあたっては、測定時のコンクリートの含水状態の影響や測定器の精度も十分に考慮する。

3. 評価結果への対応

- ①非破壊試験による測定により、かぶりコンクリートの物質透過性が標準よりも著しく劣ると判断された場合には、採取コアなどによる追加分析を行ったうえで、必要があれば所定の性能を満足させるための処置を行う。

参考

【参考】1 かぶりの物質透過抵抗性に関する非破壊試験の例

➤ 空気の透過抵抗性を測定する試験の例

■表層透気試験（トレント法）

コンクリート構造物の表面に取り付けた二層構造のチャンバー内を減圧し、コンクリート表層部の透気性を測定する試験である。コンクリートが緻密であれば、測定される表層透気係数 (kT) は小さくなる。測定方法として関連する国内の規格としてはNDIS3436（表層透気試験）がある。評価基準は下表⁹⁾の5段階評価における「一般」を満たす、 $1.0 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 以下を標準の目安とするのがよい。

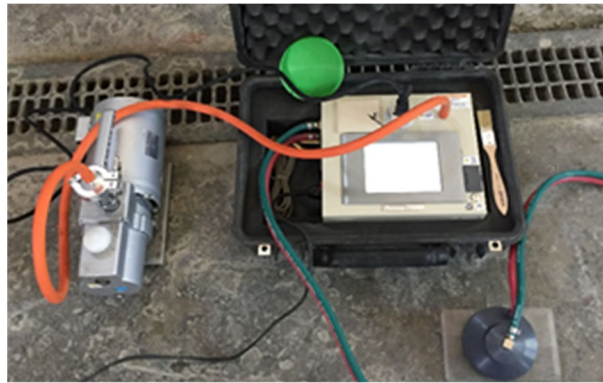


図 表層透気試験機器

表 表層透気係数によるグレーディングの目安⁹⁾

表層透気係数	優	良	一般	劣	極劣
$kT(\times 10^{-16} \text{m}^2)$	0.001 ~ 0.01	0.01 ~ 0.1	0.1 ~ 1	1 ~ 10	10 ~ 100

参考

➤ 水の透過抵抗性を測定する試験の例

■表面吸水試験（SWAT 法）

コンクリート構造物の表面に取り付けたカップから水を吸水させ、吸水速度を評価する試験である。コンクリートが緻密であれば、測定される吸水速度は小さくなる。劣化に直接に影響する水の影響を評価できる手法である。評価基準は下表¹⁰⁾の3段階評価における「一般」を満たす、 $0.5 \text{ ml/m}^2/\text{s}$ 以下を標準の目安とするのがよい。



図 表面吸水試験機器

表 表面吸水速度によるグレーディングの目安¹⁰⁾

注水完了から 600 秒時点での吸水速度	良	一般	劣
$p600(\text{ml/m}^2/\text{s})$	$0.0 \sim 0.25$	$0.25 \sim 0.50$	$0.50 \sim$

■散水試験（鉄道総研 A 法）

コンクリート構造物の表面に手動スプレーで少量かつ一定の水を繰り返し吹きかけ、流水までの散水回数からコンクリート構造物の緻密さを評価する試験である。コンクリート構造物が緻密なほど流水までの回数は少ない。作業人員やコストが少なく、簡易的な手法である（巻末資料参照）。



図 散水試験機器

参考

表 かぶりの物質透過抵抗性に関する各非破壊試験の特徴一覧

試験名	表層透気試験(トレント法)	表面吸水試験(SWAT 法)	散水試験(鉄道総研 A 法)
規格	スイス規格 SIA262/1-E、NDIS3436 (表層透気試験)	—	—
NETIS 登録	QS-150029-VE	—	—
調達	購入、レンタル	購入	購入
試験機器	・規格参照	・研究論文、メーカー取扱説明 書参照	・要領※、研究論文参照
測定条件	・規格参照	・研究論文、メーカー取扱説明 書参照	・要領※参照
測定値	透気性:表層透気係数	吸水性:表面吸水速度	吸水性:散水回数・総噴霧量
評価基準等	・5段階評価における「一般」 ・必要に応じて、既往の研究より耐 久性に関わる指標に変換し評価	・3段階評価における「一般」	・各測定時期における散水回数 ・不合格の場合は表層透気試験 (トレント法)等により可否は判定

※散水試験の測定要領は巻末に示す

かぶりの物質透過抵抗性（表層品質）に関する各非破壊試験の測定値は、中性化速度係数や塩化物イオンの見かけの拡散係数などと高い相関があることが、国内外の研究論文¹²⁾で報告されている。測定時のコンクリートの材齢や含水状態、コンクリート構造物を供用する環境条件などの影響を考慮する必要はあるものの、非破壊試験の測定値を耐久性評価に活用することも可能となりつつある。

【参考】2 物質透過抵抗性の測定における含水状態の影響

空気や水の移動はコンクリート中の空隙の含水状態に大きく依存し、同じ細孔構造のコンクリートであっても、たとえば雨水によって含水率が高くなると、測定される透気係数や吸水速度は大きく低下するので注意が必要である。

11. 合格と判定されない場合の措置ポイント

- 合格と判定されない場合は適切な対策を講じ構造物の性能を確保
- 措置を講じる場合は維持管理(巡回・巡視)段階で不都合が生じないように配慮
- 補修等の対策で要求性能を満足することができない場合、適切な措置を実施

解説

1. 合格と判定されない場合の処置

①コンクリート構造物の検査の結果、合格と判定されない場合は、必要により構造物の詳細調査を行い、部材および構造物が所定の性能を満足するように適切な対策を行う。

2. 措置を講じる場合の留意事項

①措置を講じる際は、維持管理(巡回・巡視)段階において不都合が生じないように留意しなければならない。

②検査で合格と判定されなかった場合の措置と留意点について以下に示す。

・コンクリート部材の位置および形状寸法の検査で合格と判定されなかった場合

コンクリートのはつりと再施工、コンクリートの打足し等が行われることが多い。構造物の性能に与える影響と設定した許容誤差の意味合いを十分理解し、耐久性への影響を考慮して対策を検討する。

・表面状態の検査で合格と判定されなかった場合

直ちに補修が必要と判断してこれを行う場合と、詳細調査を行って補修等の要否を判定する場合があるため、要求性能を満足しているか否かを考慮する。

・構造物中のコンクリートの検査で合格と判定されなかった場合

総合的な判断から合格と判定されなかった場合には、部材または構造物の載荷試験を行って構造物の性能を確認する。

・かぶり厚の検査で合格と判定されなかった場合

耐久性に及ぼす影響を考慮した上で、鋼材を保護する性能を確保しなければならない。

・部材または構造物の載荷試験で合格と判定されなかった場合

部材または構造物の安全性、使用性等に疑いのある場合には、補修、補強、撤去及び再施工等を比較検討し、適切な措置を講じる。

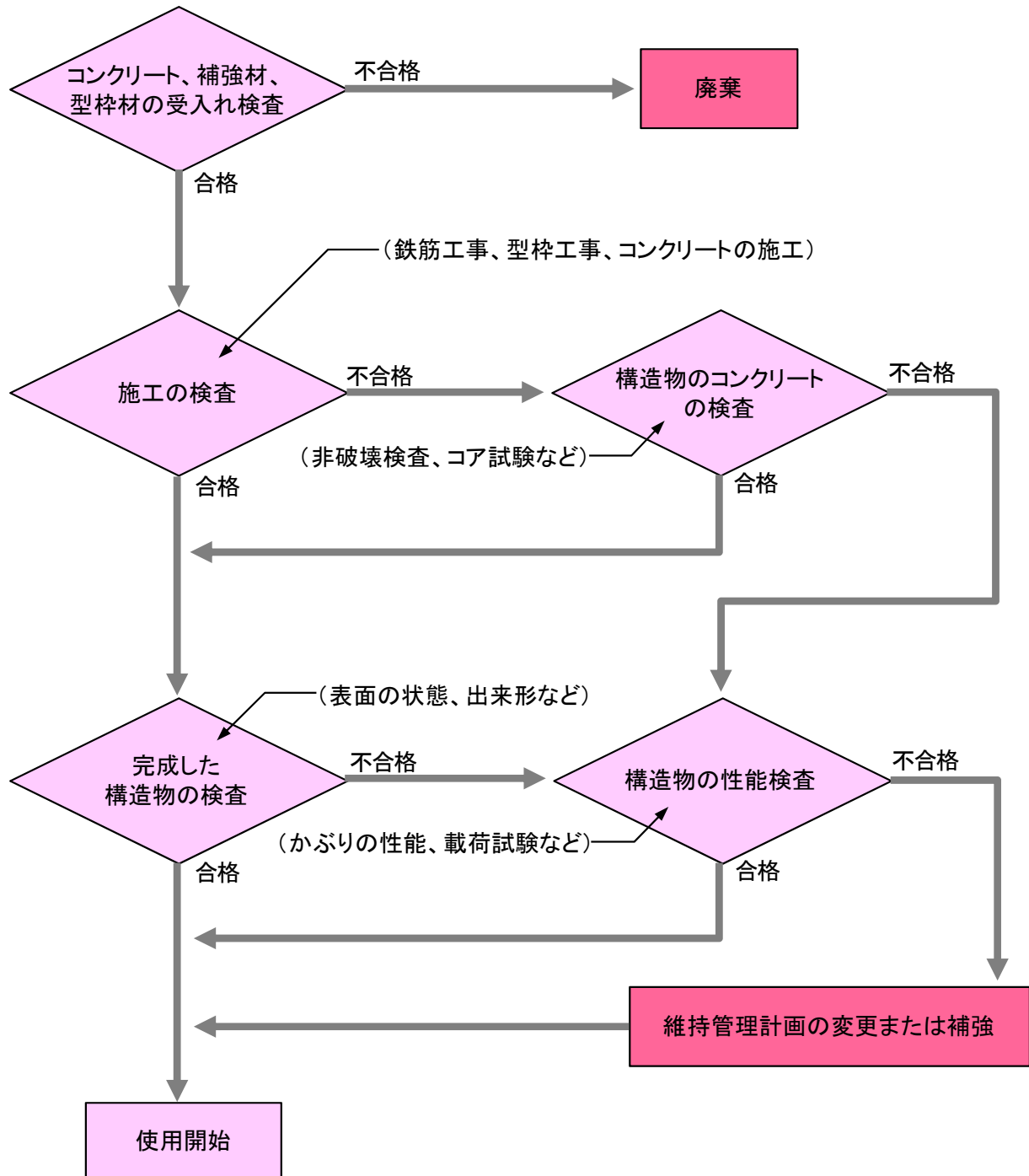
3. 措置後の構造物の受取り

①合格と判定されない構造物に対して措置を講じ、構造物の受取りがなされる場合には、必要に応じ、実施された措置を維持管理(巡回・巡視)計画に反映させる。

参考

【参考】1 検査が合格と判定されない場合の措置の例⁵⁾

●検査が不合格な場合の対応例



12.検査記録 ポイント

- 検査結果は、検査記録として整理し、保管
- 検査の結果、補修や手直し等の措置を講じた場合には、その原因や補修の位置、範囲、使用材料についても検査記録として保管
- 温度測定結果やひび割れ調査結果は検査結果と併せて記録し、維持管理(巡回・巡視)に活用

解説

1. 検査記録の重要性

- ①検査結果は構造物の維持管理における諸点検の初期値となる。
- ②検査結果は、維持管理における構造物の初期状態の把握、点検・調査計画の立案、変状の進行・原因分析等の資料として重要なものである。
- ③検査結果は、施工記録と一緒に保管する。

2. 記録として保管すべき事項

- ①検査記録の保管は、これらの情報の整理・活用が確実にできるように、保管すべき内容を選定する。特に検査に不合格になった項目と対策について選定する。
- ②保管すべき重要な項目の例を以下に示す。
 - ・骨材の試験成績表
 - ・生コンの配合（水セメント比、単位水量、単位セメント量、セメントの種類等）に関する資料
 - ・施工検査における不具合内容とその対処方法
 - ・構造物の検査結果
位置・形状、表面状態、かぶり厚、コンクリートの検査結果、その他特筆事項

3. その他

- ①上記保管すべき事項以外で、コンクリートの温度測定結果や、ひび割れ調査結果については、ひび割れ幅が許容値内であっても、ひび割れ幅や長さ、発生位置について記録し、維持管理(巡回・巡視)に役立てることが望ましい。

チェックリスト【施工編（監督・検査）】

・チェック項目を実施できなかった場合は「その理由」を、また、チェック項目を実施したが問題があった場合は「今後の対応」を、備考欄に簡潔にコメントすること

コンクリート構造物の品質確保・向上のチェック項目（参考）		
【施工編（監督・検査）】		1/1
施工編（監督・検査）		
手引き(案)の目次	項目	備考
1 基本原則（施工[監督・検査]段階）	・品質向上、耐久性向上対策の目的、期待している効果を理解したか	
	・監督、検査の目的及び内容を明確にしたか	
	・監督、検査結果は確実に記録したか	
	・不合格と判定された場合の措置について確実に記録したか	
2 一般	・検査の責任者は、発注者またはその代理人となっているか	
	・客観的な判定が可能な手法を用いているか	
	・不合格の場合、部分的な手直し等の措置を検討し、実施したか	
3 レディーミストコンクリートの受入れ検査	・受入れ側の責任のもとに実施し検査の結果を構造物の発注者が確認したか	
	・レディーミストコンクリートの受入れ検査を荷卸し時に実施したか	
	・JISや土木学会規準に基づいて検査を実施したか	
	・所定の性能を確保できないコンクリートを使用していないか	
4 コンクリート工の検査	・施工に関わる各項目が施工計画書通りであるかを確認したか	
	・運搬、打込み、養生の検査が不合格の場合は、各種設備の再整備を行い、必要に応じて施工計画を見直したか	
5 鉄筋工の検査	・鉄筋の加工・組立は設計図書に基づき所定の精度であることを確認したか	
	・判定基準の許容誤差は、構造物の種類や重要度を考慮したか	
	・鉄筋の加工・組立が適当でない場合、適切に修正したか（曲戻し不可）	
	・鉄筋継手が所要の性能を有していることを検査したか	
6 型枠工支保工および構造物の検査	・型枠および支保工が十分な強度、安全性、施工精度を有することを確認したか	
	・出来形と表面状態の検査を実施したか（全ての構造物で実施することが基本）	
	・かぶり厚に余裕の少ない部材に対してかぶり厚の検査を実施したか	
	・検査不合格の場合、原因を究明し、性能を確保する措置を実施したか	
7 表面状態（ひび割れ）の検査	・表面状態の検査は、補修、手直し等の措置を施す前に実施したか	
	・ひび割れ幅の許容値は、日本コンクリート工学会「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針」を参考に設定したか（一般にはひび割れ幅0.2mm未満）	
	・温度ひび割れの検査時期は、構造物内の温度変化を考慮して実施したか	
8 かぶり厚の検査	・塩害環境にある構造物、かぶりコンクリートの剥落で第三者被害の懸念のある構造物等に対して実施したか	
	・電磁誘導法、電磁波反射法、放射線透過法等の非破壊試験によってかぶり厚の値を測定したか	
	・非破壊試験によりかぶり厚を測定する場合の判定基準の適用にあたっては、測定器の精度を考慮したか	
9 表面状態（充填不良）の検査	・表面状態の検査は、補修、手直し等の措置を施す前に実施したか	
	・充填不良の検査は、日本コンクリート工学会「コンクリートのひびわれ調査、補修・補強指針」（ひび割れ以外の調査）を参考にしたか	
	・充填不良の検査は、材料や施工条件を考慮して実施したか	
10 物質透過抵抗性の評価	・塩害環境にある構造物、かぶりコンクリートの剥落で第三者被害の懸念のある構造物等に対して実施したか	
	・表層透気試験、表面吸水試験、散水試験等の非破壊試験によって、かぶりコンクリートにおける物質透過抵抗性に関する値を測定したか	
	・非破壊試験によって測定した物質透過抵抗性の評価にあたっては、含水状態の影響や測定器の精度を考慮したか	
11 合格と判定されない場合の措置	・合格と判定されない場合は適切な対策を講じ構造物の性能を確保したか	
	・措置を講じる場合は維持管理（巡回・巡視）段階で不都合が生じないように配慮したか	
	・補修等の対策で要求性能を満足することができない場合、適切な措置を実施したか	
12 検査記録	・検査結果は、検査記録として整理し、保管したか	
	・検査の結果、補修や手直し等の措置を講じた場合には、その原因や補修の位置、範囲、使用材料についても検査記録として保管したか	
	・温度測定結果やひび割れ調査結果は検査結果と併せて記録し、維持管理（巡回・巡視）に活用したか	

※本項目は、土木工事監督技術基準（案）及び地方整備局工事技術検査要領等の内容を妨げるものではなく、必要に応じて参考にすることが望ましい。

【施工編（監督・検査）】

【参考文献】

- 1) 日本規格協会、ISO 9000 品質マネジメントシステムに関する規格
- 2) 土木学会、2018 年制定 コンクリート標準示方書[維持管理編] (H30. 10)
- 3) 日本コンクリート工学会、コンクリート基本技術調査委員会 不具合補修 WG 報告書 (H24. 8)
- 4) 土木学会、2017 年制定 コンクリート標準示方書[施工編] (H30. 3)
- 5) 日経 BP 社、現場で役立つコンクリート名人養成講座 (H20. 10)
- 6) 日本コンクリート工学会、コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針-2013-(H25. 4)
- 7) 国土交通省、「非破壊試験によるコンクリート構造物中の配筋状態及びかぶり測定要領」 (H24. 3)
- 8) コンクリート工学会 Vol. 52 No. 11 テクニカルレポート
「目視調査に基づくコンクリート構造物の表層品質評価手法の実績と調査結果を反映した表層品質向上技術」 (H26. 11)
- 9) R. J. Torrent and G. Frenzer, A method for the rapid determination of the coefficient of permeability of the covercrete, Proceedings of the International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE), pp. 985-992, 1995.
- 10) 東北地方整備局、コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）（2021 年改訂版） (R3. 6)
- 11) 半井健一郎、中国地方整備局中国技術事務所 委託研究「新設コンクリート構造物の表層品質確保及び定量的な品質確認・評価手法」 (R3. 3)
- 12) 土木学会、構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会（JSCE335 委員会）第二期成果報告書およびシンポジウム講演概要集 (H24. 7)

【問合せ先】

国土交通省 中国地方整備局 中国技術事務所 品質調査課
TEL: 082-822-2340（代表） FAX : 082-823-9706

巻末資料

散水試験による新設の構造体コンクリートの表層品質測定要領（案） ＜暫定版 2022/3/22※＞

1. はじめに

本要領は、散水試験による新設の構造体コンクリートの表層品質測定の詳細を示すものである。なお、散水試験とは、（公財）鉄道総合技術研究所により開発された「散水試験 A 法」あるいは「散水試験」に準ずるものである。

2. 適用範囲

この要領は、新設の構造体コンクリートの鉛直面における表層品質を散水試験により測定する方法に適用する。

3. 用語および定義

3.1 散水

散水試験によりコンクリートの鉛直面における表層品質を測定することを目的として、コンクリート表面に一定量の水を散布（噴霧）すること。

3.2 散水量

散水試験で使用する装置によって、コンクリート表面の一定の領域に付与される水量。

3.3 流下（水の流下）

散水試験で鉛直なコンクリート表面に散布された水が、散水された領域の下縁から下方に一定の距離まで到達する、あるいは一定の距離を超過するまで流れた状態のこと。

3.4 流下時散水回数

水の流下が発生するまでに要した散水の繰返し回数。単位は回。

4. 試験法の原理と手順の概要

散水試験は、コンクリート表層部の吸水性を非破壊試験により測定し、かぶりコンクリートの物質移動抵抗性に関する品質を評価するものである。少量の水の散水を同一の箇所に対して一定の時間間隔で繰返し行い、噴霧した水がコンクリートに吸収されずに流下するまでの散水回数を測定するものである。散水の繰返しの時間間隔は 60 秒である。

5. 測定装置

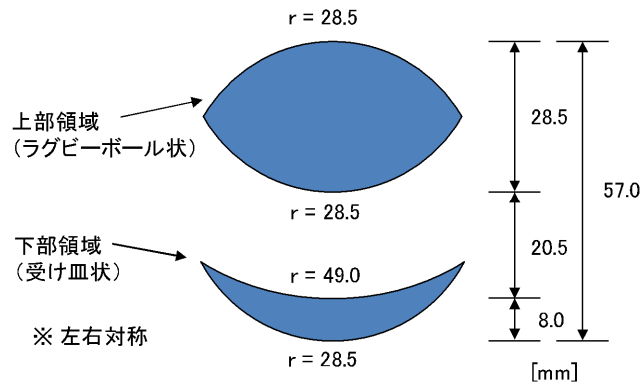
5.1 散水試験装置

コンクリート表面に対して常に一定の距離から、図 1 に示すような形状での散水を行うことが可能であり、かつ上部の領域（ラグビーボール状）に対する散水量が装置の操作 1 回当たり 0.03 ～ 0.12 g 程度のものであること。

使用前に、図 2 および図 3 に示す方法により散水性能の点検を行うこと。また、図 1 に示す上部領域への散水量 W_I を計量し、記録しておくこと。散水量は 5 回の計量データの平均値によるものとし、計量には 0.001g 以下の単位で計量が可能な電子天秤等を用いること。厚みのあるウェスのような吸水材に散水するとよい。なお、装置を頻繁に使用する場合には、日常は目視点検をし、3 か月に 1 回の計量を行えばよい。

使用する水の水温は常温（ $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 程度）とする。水質に関しては、上水道水を使用する。蒸留水や精製水など上水道水よりも不純物の少ない水は使用してもよい。

※本測定要領は暫定版です。



寸法の許容誤差について

左記の寸法は噴霧する平面から平行に約5mm離れた位置にある平面上における寸法とし、その許容誤差は±0.5mmとする。

噴霧領域を制御する方法

左図の噴霧領域と同等の開口部を有した板等を用いる。噴霧領域の輪郭となる部位においては、板等と噴霧する面との間に3mm以上の空間を確保すること。

図1 散水形状

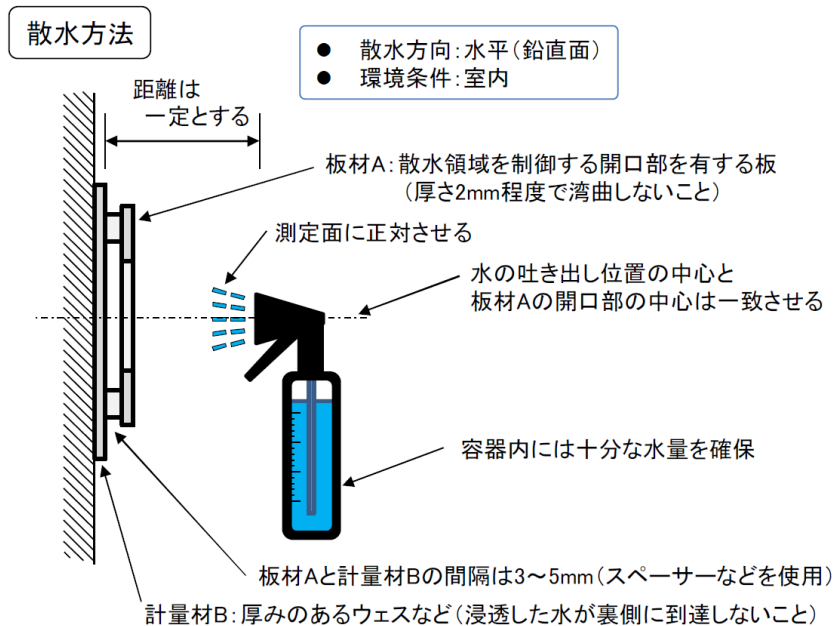


図2 散水試験装置の散水性能の点検方法（解説図 A）

散水性能が適切な場合

散水性能が不合格となる例

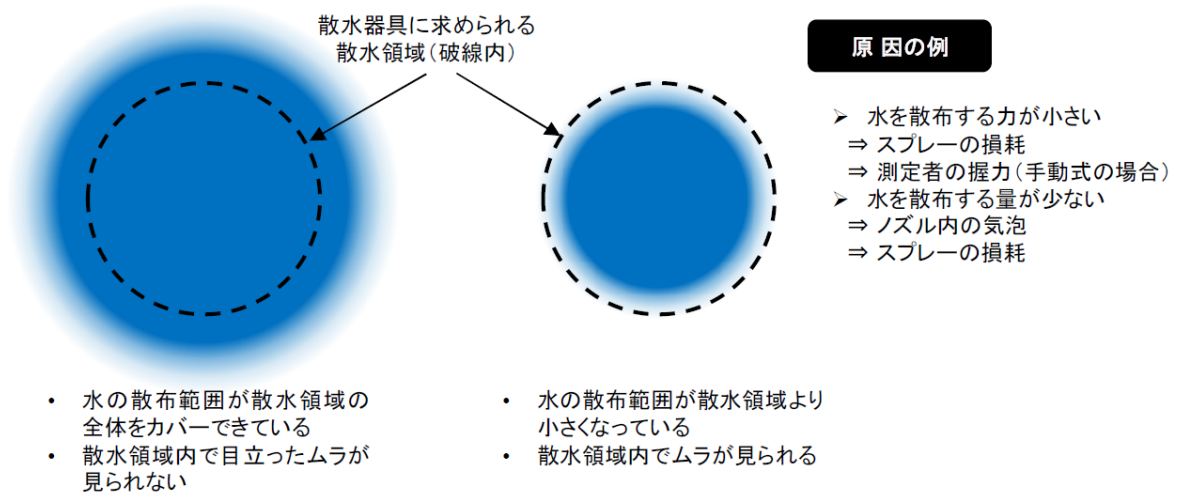
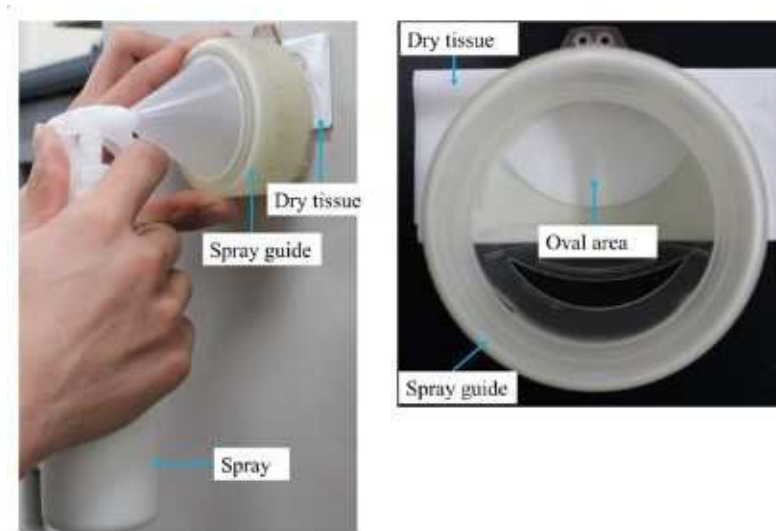


図3 散水試験装置の散水性能の点検方法（解説図 B）

◆散水のコツ

- ・レバーを強めに一気に握り、「シュッ」と噴霧すること
- ・「シューッ」とゆっくり散水すると、散水量が増えたり偏ったりしてしまうので避ける
- ・開始前に 1～2 回、空中に向かって少量の水を噴霧（空打ち）すること



参考写真1 散水性能の点検の様子

5.2 温度計

外気温、コンクリートの表面温度、散水試験装置内の水の温度を $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 程度の精度で計測できるもの。直射日光が当たらない箇所においては、外気温とコンクリート表面温度はほぼ同等であるものと見なして置き換えてよい。

5.3 タイマー

1 秒以下の単位で経過時間を計測できるもの。

5.4 含水率計

コンクリート表面の電気特性に基づいて 0.1%単位で含水率を計測できるもの。

6. 測定方法

6.1 測定の条件

(1) 実施時期

脱型後 1 日～28 日程度とする。

脱型後にシート養生などを行った場合、養生終了後 1 日～28 日程度とする。

(2) コンクリート表面温度

コンクリートの表面温度が 5°C 以上であること。直射日光が当たらない箇所においては、コンクリート表面温度は外気温と同等と見なしてよい。

(3) 水温および水質

散水に使用する水の温度が常温 ($20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 程度) であること。水質に関しては、上水道水を使用する。蒸留水や精製水など上水道水よりも不純物の少ない水は使用してもよい。

(4) 天候

測定箇所は降雨が直接掛からない場所で選定することを原則とする。やむを得ず降雨が直接掛かる場所で測定を行う場合は、測定時の条件としてその旨を記録すること。なお、降雨以外の要因による水掛かりについても同様の扱いとする。

(5) 日射

測定箇所は直射日光が当たらない場所で選定することを原則とする。やむを得ず直射日光が当たる場所で測定を行う場合は、測定時の条件としてその旨を記録すること。

6.2 測定位置および測定数

(1) 測定位置

測定位置の選定においては、以下を考慮する。

- (ア) 部材の端部、コンクリートの打ち重ね部や打ち継ぎ部から 50mm 以内の領域は測定対象としない。
- (イ) ブリーディングによる品質変動を考慮し、コンクリートの打込み高さの中央付近 (1/3 程度) から選定するのがよい。
- (ウ) 測定前に、油分や水分等の付着していないウェスやスポンジでコンクリート表面のホコリ等を除去する。
- (エ) 水の流下を妨げる物理的な要因（コンクリート表面の段差や凹凸、気泡、ひび割れなど）に配慮すること。すなわち、測定の対象はコンクリートそのものの品質とし、ひび割れや表面気泡等の影響が少ない箇所での測定を行うこと。
- (オ) コンクリート表面が一般的な合板型枠による仕上がり表面と比較して粗い場合は、平滑にしてから測定する。
- (カ) 測定位置にはマーキングをし、同一の位置での二重測定を避けるとともに、異常値が出た場合の分析に使用する。
- (キ) 表面保護等の処理が行われている箇所に適用する場合は、表面の保護材等を除去した箇所としない箇所とで測定を行い、コンクリートそのものの品質と表面保護等の効果を測定するのがよい。
- (ク) 測定位置が測定者にとって高すぎる、あるいは低すぎるなどして、測定時の散水を安定して行うことが困難となる位置は避けること。

(2) 測定数

測定は、1 箇所当たり、無作為に抽出した 8 測定点以上の測定位置で行う。

それぞれの測定位置の散水領域が重複することのないように、測定位置の中心間隔は 100mm 程度を確保する。また、上下方向の配置は下方への水の流下を考慮すること。

6.3 測定手順

図 3 に、測定の流れを示す。測定位置の選定とマーキング、測定装置の動作確認、タイマーの計測開始、散水の開始、という手順となる。測定装置は使用前に点検しておくこと。

測定では、「水の流下」が発生するまで、同じ測定位置での散水を 60 秒間隔で繰り返し行う。「水の流下」とは、散水形状の上部領域（ラグビーボール状）から垂れ流れた水が、下部領域（受け皿状）まで到達または貫通した状態を指す。図 4 に、目視による水の流下の判断基準を示す。水の垂れ流れた位置、経路、太さや分岐は考慮しない。

同じ測定位置における散水の繰り返し時間間隔は 60 秒とし、タイマーを使用して±1 秒程度の正確さを確保すること。

60 秒間の散水繰り返し時間を利用して、1 箇所当たり最大 12 点の測定位置で測定を同時に進行してよい。複数の測定位置で同時に測定を行う場合、「水の流下」は必ずしも測定位置の順に発生しないことに留意すること。なお、「水の流下」が確認された測定位置における散水の繰り返しはそれ以降省略してよい。

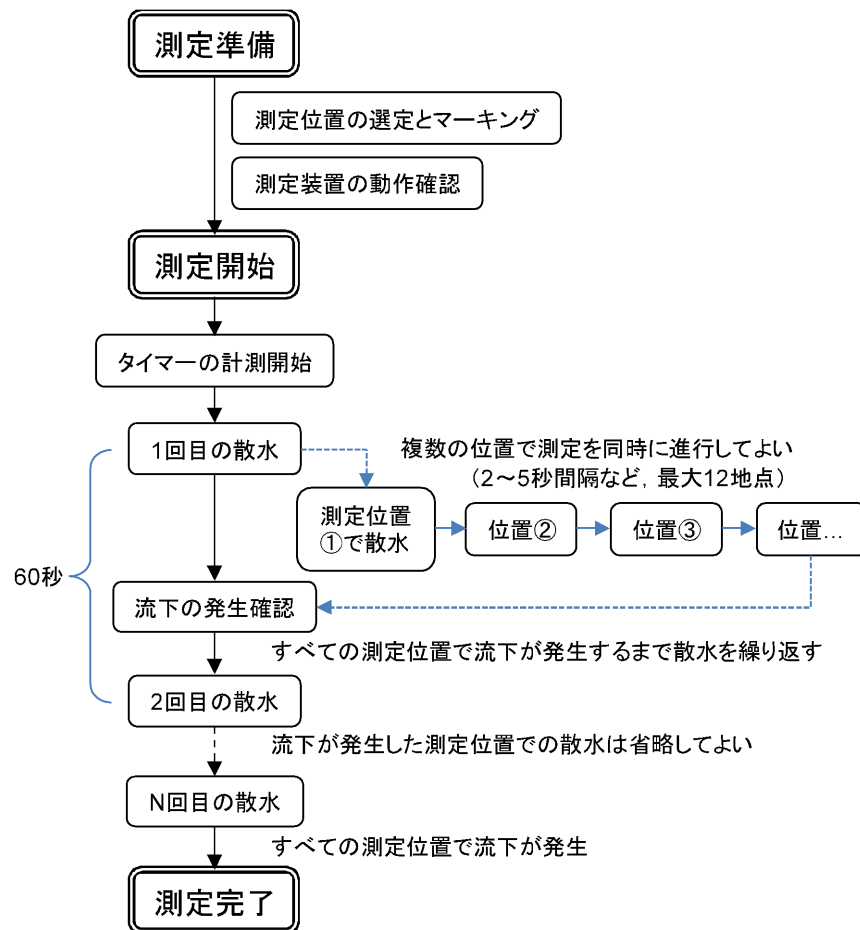


図3 散水試験の測定手順

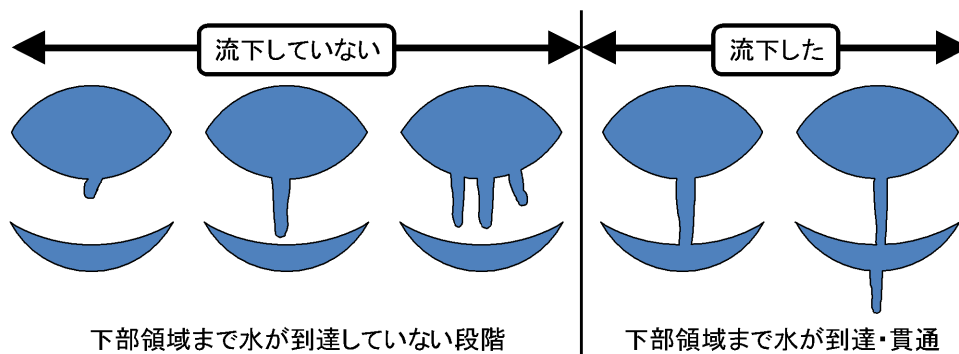


図4 目視による水の流下の判断基準

6.4 測定結果の記録

(1) 測定位置の通し番号

1 箇所当たり 8 測定点以上の位置で測定を行い、測定位置ごとに通し番号等を付与して区別する。

(2) 測定位置ごとの流下時散水回数

測定位置ごとに、流下時散水回数を記録する。

(3) その他

滞留した水への接触などによって流下が誘発された場合など、明らかに測定上のミスが生じた測定位置の結果は異常値として棄却する。また、ひび割れや表面気泡など明らかな要因により水の流下が阻害された場合は、当該位置の測定結果を異常値と見なして棄却してよい。なお、合否の判定には1 箇所当たり 6 測定点以上の測定データが必要となる。

7. 合否の判定

7.1 判定方法

1 箇所当たり 6 測定点以上の有効な測定データを基に、表 1 に示す散水回数の判定基準値により合否の判定を行う。3 測定点以上の測定データの流下時散水回数が判定基準値以上となった場合を不合格とする。散水装置の操作 1 回当たりの噴霧量 W_I については、0.01g 単位に丸めた値を判定に用いる。

表1 散水回数の判定基準値（散水回数）

脱型後もしくは 養生終了後の経過日数		1 日	2 日	3 日	4～7 日	8～14 日	15～28 日	29 日 以降
散水装置の操作 1 回当たりの 散水量 $W_I(g)$	0.03	14 回	18 回	20 回	30 回	34 回	37 回	40 回
	0.04	11 回	14 回	15 回	23 回	25 回	28 回	30 回
	0.05	9 回	11 回	12 回	18 回	20 回	22 回	24 回
	0.06	7 回	9 回	10 回	15 回	17 回	19 回	20 回
	0.07	6 回	8 回	9 回	13 回	15 回	16 回	18 回
	0.08	6 回	7 回	8 回	12 回	13 回	14 回	15 回
	0.09	5 回	6 回	7 回	10 回	12 回	13 回	14 回
	0.10	5 回	6 回	6 回	9 回	10 回	11 回	12 回
	0.11	4 回	5 回	6 回	9 回	10 回	10 回	11 回
	0.12	4 回	5 回	5 回	8 回	9 回	10 回	10 回

7.2 不合格時の対応

不合格と判定された場合には、表層透気試験（トレント法）によって表層透気係数を測定し、合否を判定すること。

8. 報告

報告する事項は次のとおりである。

No.	報告内容	記載すべき事項
1	構造物名称	工事名、測定対象構造物の概要など
2	測定年月日	試験実施日、コンクリート打込み日、脱型もしくは養生完了日
3	測定条件	天気、外気温、日射の有無、雨掛かりの状況 ^{*1}
4	測定方法の名称	散水試験
5	測定位置の概要	測定位置図、雨掛かりおよび日射の有無、ひび割れ位置など
6	測定者名	測定者名および所属
7	測定機器の情報	散水試験装置の型式、品番、散水量
8	測定結果	含水率、散水回数（全データ）、判定基準値
9	その他	必要により（コンクリート表面温度、水温 等）

*1：雨掛かりのある箇所では、近傍の観測所において 1mm 以上の降雨が観測されてからの経過日数などとしてよい。

〔参考文献〕

- 1) 西尾壮平：散水試験によるコンクリートの表層品質評価におよぼす影響要因，鉄道総研報告，Vol.34, No.10, pp.11-16, 2020.10
- 2) 西尾壮平：散水によるコンクリート表層品質の簡易評価，鉄道総研報告，Vol.30, No.6, pp.5-10, 2016.6
- 3) 西尾壮平・上田洋：コンクリート表層品質の簡易な非破壊評価手法の開発，鉄道総研報告，Vol.28, No.2, pp.5-10, 2014.2