

調査結果

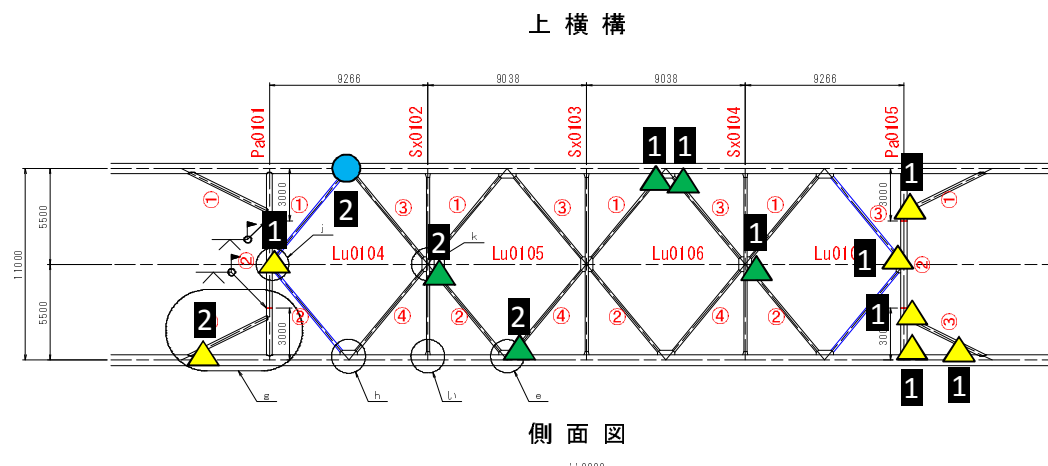
- ①MT（磁粉探傷）試験結果-----P1
- ②部材の成分分析結果-----P2
- ③車道部床版コア調査結果-----P3

表-1

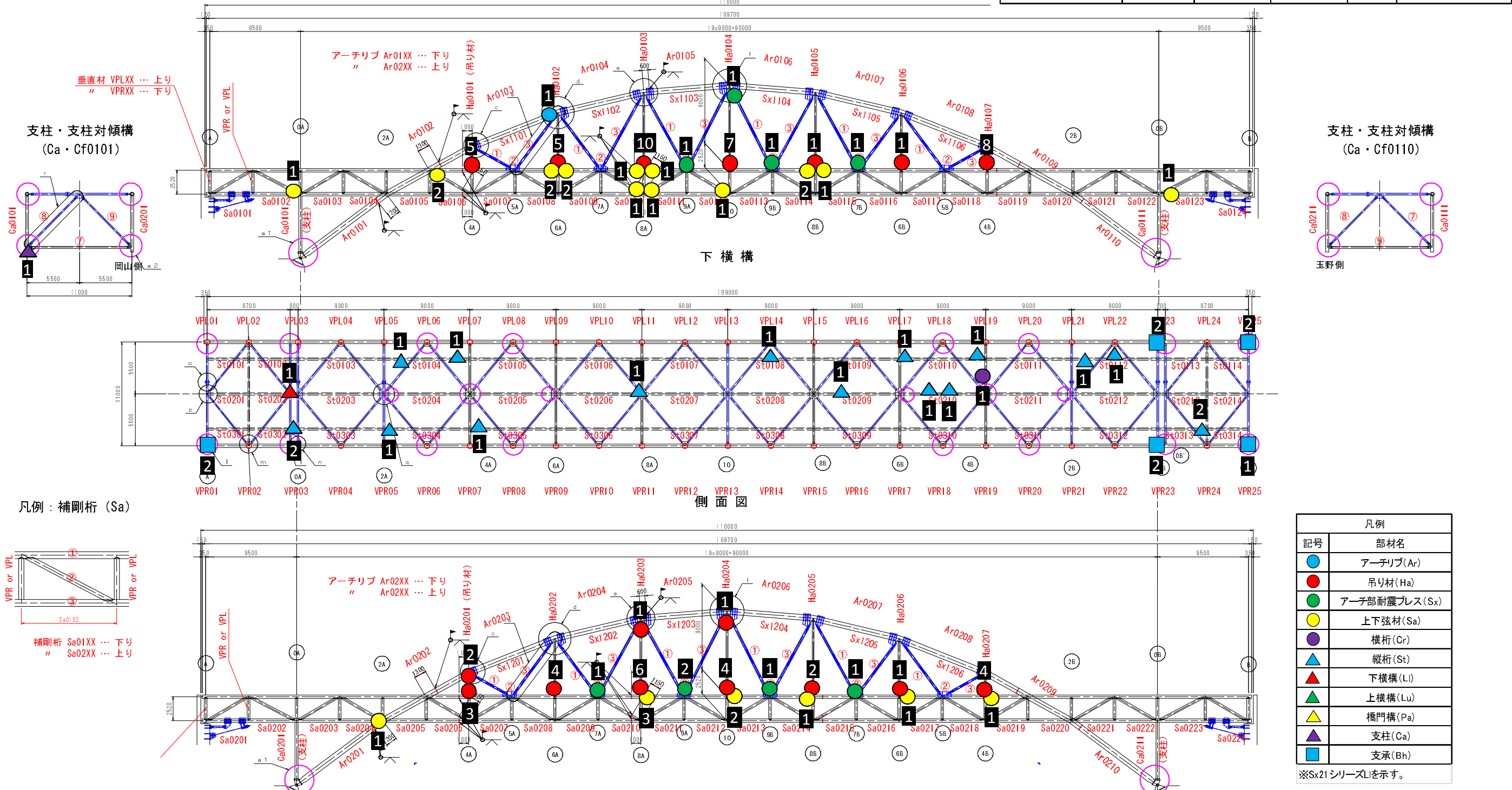
§ 1. 塗膜割れ調査結果(亀裂調査結果)

- 1) 塗膜割れ箇所においては、磁粉探傷試験を実施し、亀裂の有無を確認。
- 2) VPR、VPL材以外の部材では吊り材(Ha)にクレータ割れが確認できたが、切削により除去した。(0.3mm~2mm:5箇所)
- 3) 亀裂力所及び調査結果を表-1、塗膜割れ箇所を図-1に示す。

図-1



部材名	塗膜割れ力所数	MT力所数 (H26.3.12現在)	MT力所数 (H26.7.17現在)	亀裂数	備考
補剛桁 (Sa)	VPR	50	50	29	亀裂数: 支承2ヶ所を計上
	VPL	45	45	27	
	上下弦材	25	0	25	
アーチリブ(Ar)	3	2	3	0	
吊り材(Ha)	65	10	65	0	クレータ割れ: 切削により5箇所消去
アーチ部耐震プレス(Sx)	9	9	9	0	
縦桁(St)	17	17	17	0	
横桁(Cr)	1	1	1	0	
下横構(Li)	1	1	1	0	
上横構(Lu)	7	7	7	0	
橋門構(Pa)	8	8	8	0	
支柱(Ca)	1	1	1	0	
支承(Bh)	9	9	9	0	
合計	241	160	241	56	



凡例

記号	部材名
● (Blue)	アーチリブ(Ar)
● (Red)	吊り材(Ha)
● (Green)	アーチ部耐震プレス(Sx)
● (Yellow)	上下弦材(Sa)
● (Purple)	横桁(Cr)
▲ (Blue)	縦桁(St)
▲ (Red)	下横構(Li)
▲ (Green)	上横構(Lu)
▲ (Yellow)	橋門構(Pa)
▲ (Purple)	支柱(Ca)
■ (Blue)	支承(Bh)

※Sx21シリーズLを示す。

§ 2. 鋼材の成分分析

1. 調査目的

古い年代の鋼材は、現在の鋼材と品質が異なり脆性的な破壊への耐性に劣る可能性があるため、ストップホールを開ける際に収集した試料の成分分析を行い、設計上の材質と照合する。

※対象鋼材：SS400、STK400

2. 調査手順

1) 試料採取

- ①試料は、ストップホール施工で発生した「切り粉」を利用する。
- ②塗料の混入を避けるため、グラインダーで表面塗膜を除去する。
- ③塗膜の無い範囲で「切り粉」の状態にて採取する。
- ④採取量は、5g程度とする。



2) 定性分析

一般構造用圧延鋼材の成分は、添加元素として5元素（C、Si、Mn、P、S）が含まれるが、当該鋼材に5元素以外の元素が含まれているか否かを確認する。
ICP発光分光分析法により分析する。【表-1-1、表-2-1】

3) 定量分析1（C：炭素、S：硫黄の定量を以下により分析）【表-1-2、表-2-2】

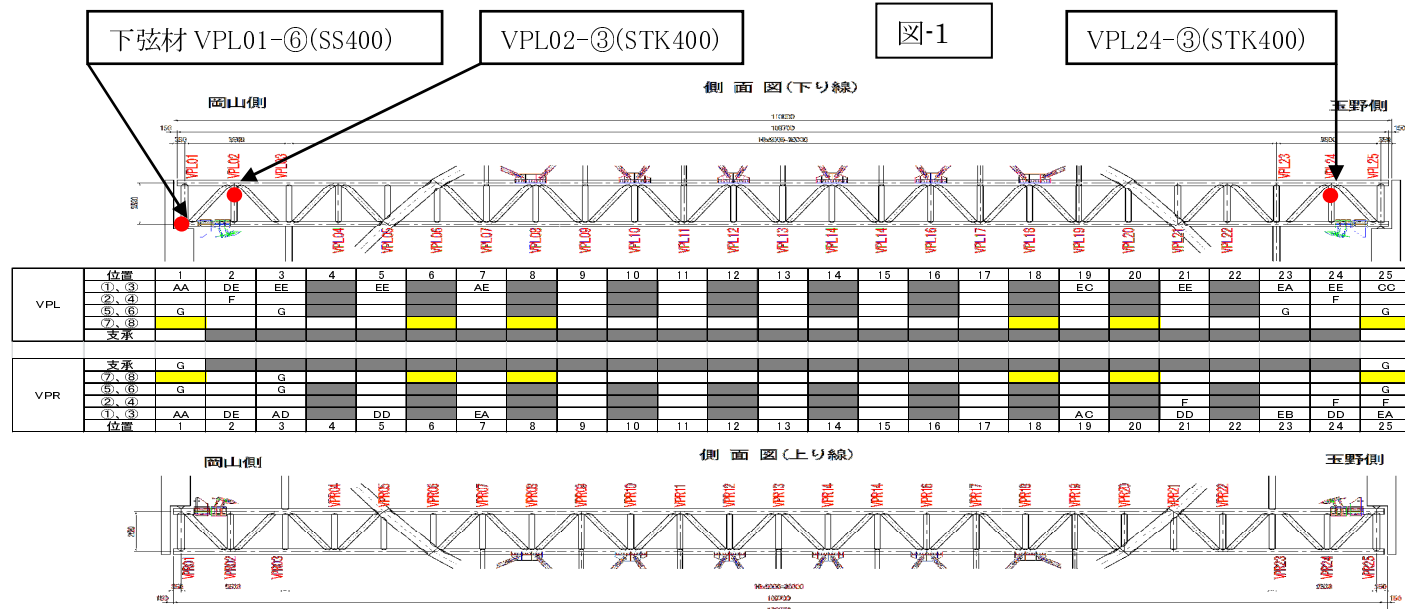
- ①C：「燃焼—赤外線吸収法」（JIS G 1211-3）
- ②S：「高周波誘導加熱燃焼—赤外線吸収法」（JIS G 1215-4）

4) 定量分析2（P：リン、Si：ケイ素、Mn：マンガン）の定量を以下により分析【表-1-2、表-2-2】

- ①P：「モリブドリン酸青吸光度法」（JIS G 1214 付属書1）
- ②Si：「モリブドけい酸青吸光度法」（JIS G 1212 付属書3）
- ③Mn：「過マンガン酸吸光度法」（JIS G 1213 付属書2）

3. 試料採取力所

試料採取力所：VPL02・VPL24の垂直材（STK400）、VPL01の下弦材（SS400）【図-1参照】



注1：灰色セルは、横桁又は支承が存在しないことを示す。
注2：黄色セルは、耐震補強時の現場溶接箇所を示す。

4. 調査結果

(1) 下弦材

1) 定性分析

5元素以外の元素としてCu、Niが微量（0.2%未満）に存在する。

表-1-1

試料名	主成分	多量成分	少量成分	微量成分	備考
VPL01-⑥	Fe	—	Mn、Si	Cu、P、S、Ni	

※Cu：銅、Ni：ニッケル

2) 定量分析

下弦材は、下表の通り、SS400材の規格値を満足している。

表-1-2

試料名	化学成分 (%)					備考
	C	Si	Mn	P	S	
VPL01-⑥	0.12	0.32	0.47	0.018	0.023	
SS400 規格値	—	—	—	≤0.050	≤0.050	

(2) 垂直材

1) 定性分析

5元素以外の元素としてCu、Ni、Crが微量（0.2%未満）に存在する。

表-2-1

試料名	主成分	多量成分	少量成分	微量成分	備考
VPL02-③	Fe	—	Mn、Si	Cu、P、S、Ni、Cr	
VPL24-③	Fe	—	Mn、Si	Cu、P、S、Ni、Cr	

※Cu：銅、Ni：ニッケル、Cr：クロム

2) 定量分析

垂直材は、下表の通り、STK400材の規格値を満足している。

表-2-2

試料名	化学成分 (%)					備考
	C	Si	Mn	P	S	
VPL02-③	0.20	<0.01	0.64	0.015	0.014	
VPL24-③	0.20	0.01	0.64	0.015	0.016	
STK400 規格値	≤0.25	—	—	≤0.040	≤0.040	

5. 参考資料

1) SS400の規格値を下記に示す。(JIS G 3101)

表2-化学成分

種類の記号	単位 %			
	C	Mn	P	S
SS330	—	—	0.050 以下	0.050 以下
SS400	—	—	0.040 以下	0.040 以下
SS490	—	—	0.040 以下	0.040 以下
SS540	0.30 以下	1.60 以下	0.040 以下	0.040 以下

必要に応じて、この表以外の合金元素を添加してもよい。

出典：JISハンドブック 鉄鋼Ⅱ② 2010 抜粋

2) STK400の規格値を下記に示す。(JIS G 3444)

表2-化学成分^{a)}

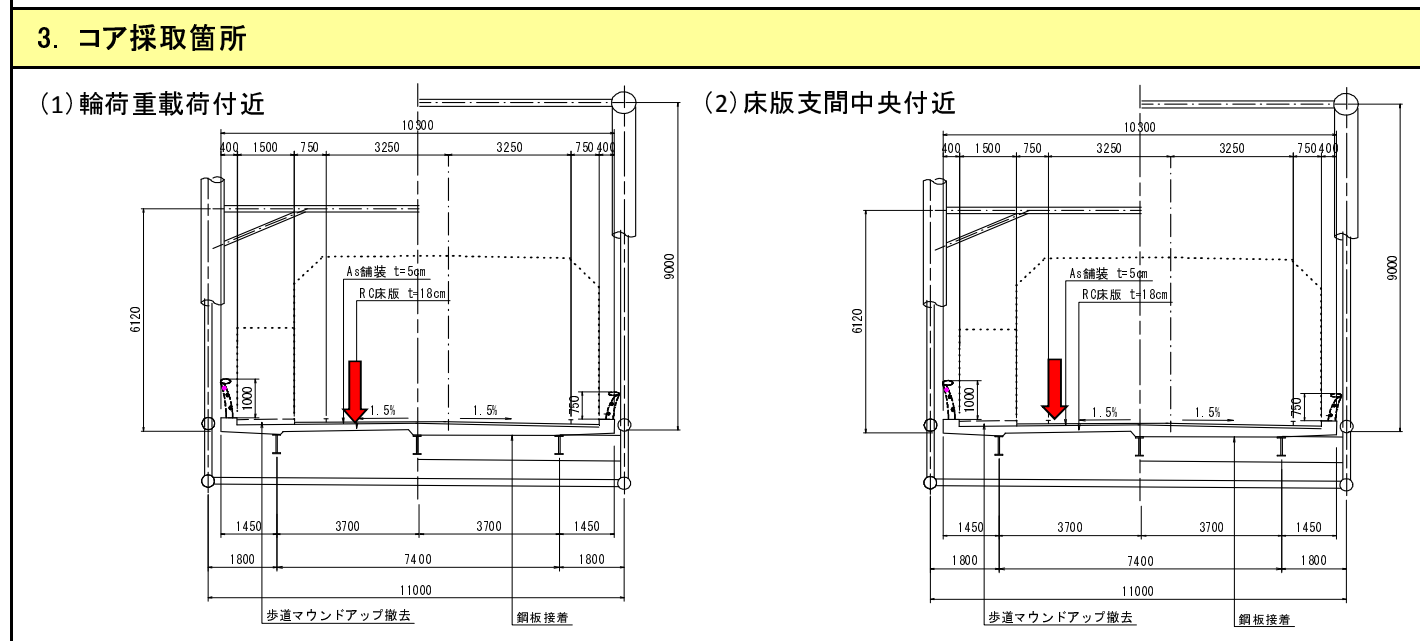
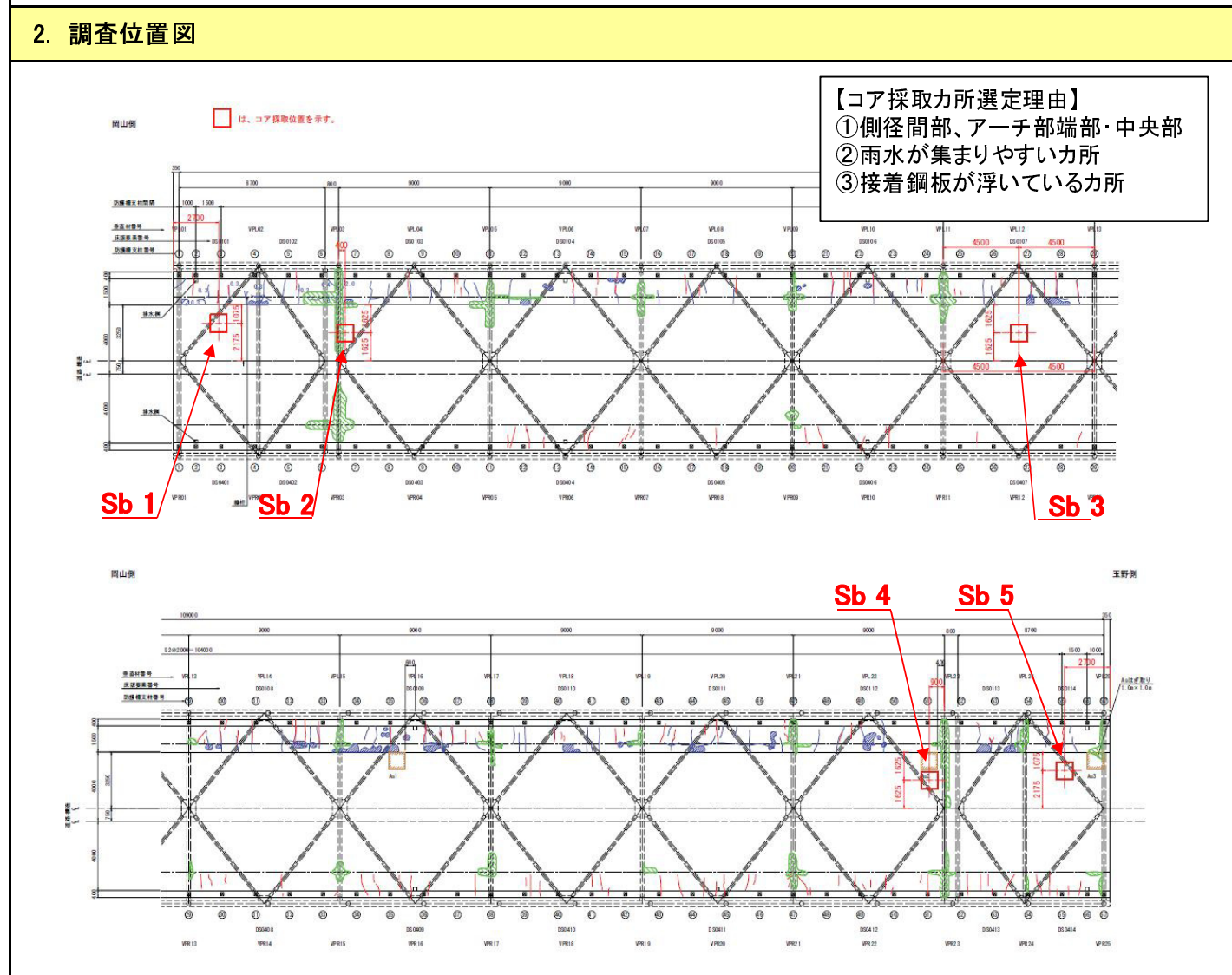
種類の記号	単位 %				
	C	Si	Mn	P	S
STK290	—	—	—	0.050 以下	0.050 以下
STK400	0.25 以下	—	—	0.040 以下	0.040 以下
STK490	0.18 以下	0.55 以下	1.65 以下	0.035 以下	0.035 以下
STK500	0.24 以下	0.35 以下	0.30~1.30	0.040 以下	0.040 以下
STK540 ^{b)}	0.23 以下	0.55 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.040 以下

注^{a)} 必要に応じて、この表以外の合金元素を添加してもよい。
注^{b)} STK540の場合、厚さ12.5mmを超える管の化学成分は、受渡当事者間の協定によってもよい。

出典：JISハンドブック 鉄鋼Ⅱ② 2010 抜粋

§3 床版コア調査結果

1. 目的
床版Coの損傷程度及び鋼板の腐食状況の把握を目的とし、コア観察、圧縮強度試験及び中性化試験を実施。



4. 調査結果


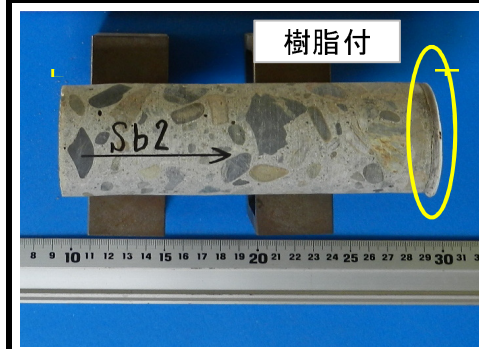






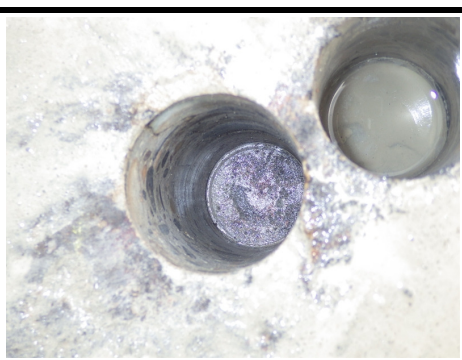

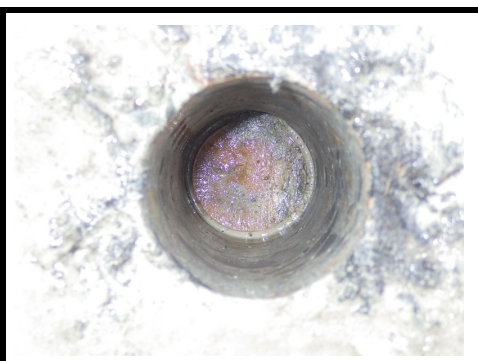
コンクリート試験結果表【床版厚t=180mm】

調査位置	コア外観		圧縮強度 (N/mm ²)	中性化深さ									
	状況写真	コメント		状況写真	試験結果								
Sb 1		表面からの貫通ひびわれ有り。	32.8		<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>0</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>45</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>45</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>恐れなし</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	0	最小かぶり(mm)	45	中性化残り(mm)	45	腐食性評価	恐れなし
	中性化深さ(mm)	0											
最小かぶり(mm)	45												
中性化残り(mm)	45												
腐食性評価	恐れなし												
			<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>11.1</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>15</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>3.9</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>場合によって可能性あり</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	11.1	最小かぶり(mm)	15	中性化残り(mm)	3.9	腐食性評価	場合によって可能性あり		
中性化深さ(mm)	11.1												
最小かぶり(mm)	15												
中性化残り(mm)	3.9												
腐食性評価	場合によって可能性あり												
Sb 2		ひび割れなく、健全	30.8		<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>0</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>56</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>56</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>恐れなし</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	0	最小かぶり(mm)	56	中性化残り(mm)	56	腐食性評価	恐れなし
	中性化深さ(mm)	0											
最小かぶり(mm)	56												
中性化残り(mm)	56												
腐食性評価	恐れなし												
			<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>16.9</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>30</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>13.1</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>将来的に可能性あり</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	16.9	最小かぶり(mm)	30	中性化残り(mm)	13.1	腐食性評価	将来的に可能性あり		
中性化深さ(mm)	16.9												
最小かぶり(mm)	30												
中性化残り(mm)	13.1												
腐食性評価	将来的に可能性あり												
Sb 3		ひび割れなく、健全	22.5		<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>0</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>57</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>57</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>恐れなし</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	0	最小かぶり(mm)	57	中性化残り(mm)	57	腐食性評価	恐れなし
	中性化深さ(mm)	0											
最小かぶり(mm)	57												
中性化残り(mm)	57												
腐食性評価	恐れなし												
			<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>7.3</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>17</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>9.7</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>場合によって可能性あり</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	7.3	最小かぶり(mm)	17	中性化残り(mm)	9.7	腐食性評価	場合によって可能性あり		
中性化深さ(mm)	7.3												
最小かぶり(mm)	17												
中性化残り(mm)	9.7												
腐食性評価	場合によって可能性あり												
Sb 4		ひび割れなく、健全	31.8		<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>0</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>63</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>63</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>恐れなし</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	0	最小かぶり(mm)	63	中性化残り(mm)	63	腐食性評価	恐れなし
	中性化深さ(mm)	0											
最小かぶり(mm)	63												
中性化残り(mm)	63												
腐食性評価	恐れなし												
			<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>7.9</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>36</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>28.1</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>将来的に可能性あり</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	7.9	最小かぶり(mm)	36	中性化残り(mm)	28.1	腐食性評価	将来的に可能性あり		
中性化深さ(mm)	7.9												
最小かぶり(mm)	36												
中性化残り(mm)	28.1												
腐食性評価	将来的に可能性あり												
Sb 5		ひび割れなく、健全 一部貝殻混入	38.4		<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>0</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>67</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>67</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>恐れなし</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	0	最小かぶり(mm)	67	中性化残り(mm)	67	腐食性評価	恐れなし
	中性化深さ(mm)	0											
最小かぶり(mm)	67												
中性化残り(mm)	67												
腐食性評価	恐れなし												
			<table border="1"> <tr><td>中性化深さ(mm)</td><td>7</td></tr> <tr><td>最小かぶり(mm)</td><td>32</td></tr> <tr><td>中性化残り(mm)</td><td>25</td></tr> <tr><td>腐食性評価</td><td>将来的に可能性あり</td></tr> </table>	中性化深さ(mm)	7	最小かぶり(mm)	32	中性化残り(mm)	25	腐食性評価	将来的に可能性あり		
中性化深さ(mm)	7												
最小かぶり(mm)	32												
中性化残り(mm)	25												
腐食性評価	将来的に可能性あり												

5. 考察
1.コンクリートコアは、一部にひび割れがあるものの全般的にひび割れがなく、健全である。
2.設計基準強度は、S39鋼道路橋設計示方書より18~24N/mm²と推定される。したがって、試験結果は、設計基準強度を満足している。
3.路面側の中性化は進行していない。鋼板接着側も材齢47年を考慮すると進行は遅いと考えられる。

■床版と鋼板に浮きが全体的に見られるため、接着部分の状態(樹脂接着・鋼板の腐食状況)を確認

- ・コア下面と鋼板の間の湿潤状態: コア採取後、水が出てくる様子は無し。
- ・接着樹脂は確認できたものの、鋼板接着が部分的なものが一部に有り。
- ・鋼板表面の錆は、表面にみられるものの現在の腐食程度としては低い。

	Sb1	Sb2	Sb3	Sb4	Sb5
コア状況	 ■床版上面から下面に貫通クラック有	 ■ひび割れ無し【健全】	 ■ひび割れ無し【健全】	 ■ひび割れ無し【健全】	 ■ひび割れ無し、貝殻混入【健全】
コア下面状況	 ■鋼板との樹脂接着確認	※Sb1と同様にコア下面全体に樹脂接着を確認 ■鋼板との樹脂接着確認	 ■鋼板との樹脂接着が部分的	 ■鋼板との樹脂接着が部分的	※Sb3・4と同様にコア下面の一部に樹脂接着を確認
コア内状況	 ■鋼板に表面錆確認【腐食程度低】	 ■鋼板に表面錆確認【腐食程度低】	※他箇所と同様: 鋼板に表面錆を確認 ■鋼板に表面錆確認【腐食程度低】	※他箇所と同様: 鋼板に表面錆を確認 ■鋼板に表面錆確認【腐食程度低】	 ■鋼板に表面錆確認【腐食程度低】
鋼板位置	