

50年を経過した老朽橋の鉄筋コンクリート劣化の調査

運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所

正会員

宮本卓次郎

//

○平山隆治

正会員

永井紀彦

1. まえがき

コンクリート構造物の劣化問題に対応するため運輸省港湾局では、昭和59年度に全国ベースで直轄施工の港湾施設を対象にコンクリート劣化状況について外観目視による実態把握調査を行った。この結果、港湾構造物では橋式係船岸に塩害による劣化が多く認められることが明らかとなり、劣化の著しい橋橋については詳細調査をすることになった。

本調査は、前述の調査結果を踏まえて建設後50年を経過し老朽化した橋橋の鉄筋コンクリートの劣化状況を詳細に検討したものであり、塩害対策に資することを目的に行ったものである。

2. 調査実施概要

調査対象施設は横浜港の高島埠頭1号(1929年竣工)2号(1932年竣工)橋橋で、1986年にM1M21計画による再開発のために取り壊されたものである。断面は図-1に示すように軟弱層が厚いため、丸太杭を打ち込んで支持杭とし、この上にRC円筒構を据付け上部工を製作し、上屋を建てた鉄筋コンクリートを主体とした構造となっている。調査フローを図-2に示す。調査部材数は梁4部材、床版4部材、円筒構4部材、ブレース6部材で合計18部材である。

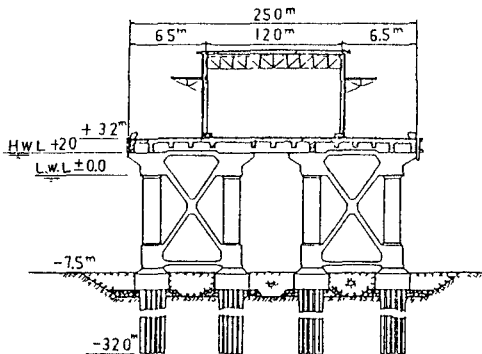


図-1 構造断面

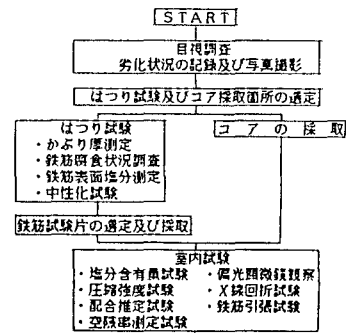


図-2 調査フロー

3. 調査結果

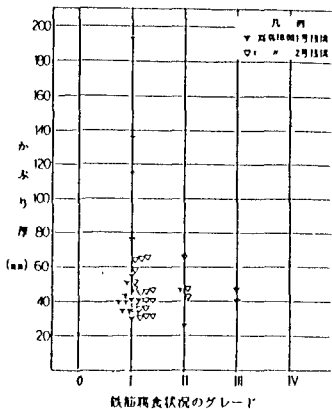
主要な調査結果を以下に示す。

① かぶり厚と鉄筋腐食状況の関係

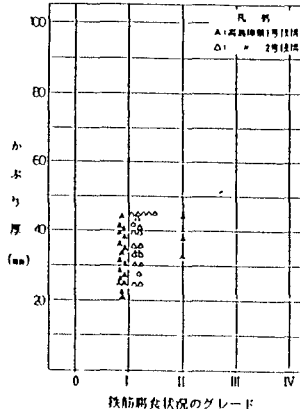
部材をコンクリートブレーカー等ではつり鉄筋を露出させて腐食状況を目視観察し、表-1に示すグレードに区分するとともにかぶり厚をノギスで測定した。図-3は各部材ごとのかぶり厚と鉄筋腐食状況の関係を示したものである。両者の相関関係は顕著にはみられない。18部材で209ヶ所をはつり観察を行ったが、92%の鉄筋は腐食のグレードがIであった。

表-1 鉄筋腐食状況のグレード

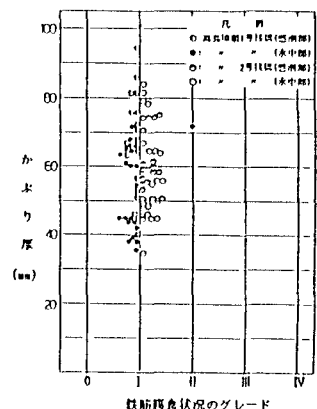
グレード	腐食の目視による観察状況
0	施工時の状況を保ち、以後の腐食が認められない
I	部分的に腐食が認められる、軽微な腐食
II	表面の大部分が腐食している
III	部分的に断面が欠損している
IV	鉄筋の全周にわたり断面の欠損がある



(a) はり



(b) 床版



(c) 円筒構

図-3 かぶり厚と鉄筋の腐食状況

② 鉄筋腐食状況と鉄筋引張試験結果の関係

鉄筋の腐食状況と引張試験結果の関係を図-4に示す。試験片は全体で48本であり、内訳は腐食グレード0、Ⅰが16本、Ⅱが18本、Ⅲ以上が14本である。図中の点線は、鉄筋をSR24と推定した場合の規格強度を示す。

この図より試験片の腐食グレードがⅡであつても、グレード0、Ⅰの試験片と大差のない強度を示すことがわかる。しかし、グレードがⅢ以上になると強度が規格値を下まわることが多くなっている。

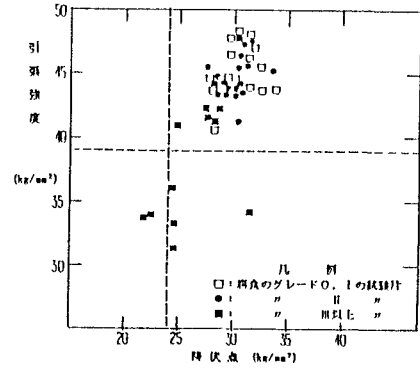


図-4 鉄筋の腐食状況と引張強度

③ コンクリート表面からの深さと全塩分量の関係

部材より直径10cm長さ20cmのコンクリートコアを取り、このコアを用いて表面から1cm、5cm、7cmの位置で試料を採取した。この試料を用いて塩分含有量試験を「硬化コンクリート中の塩素の定量方法(セメント協会化学専門委員会)」により実施した。この試験結果を表-2に示す。

表面から深くなるに従い、全塩分量は少なくなるが、一部の部材では表面付近よりも深さ5cmあるいは7cmの方が多くなるケースも見られる。この傾向は海中部にある部材に多く、梁や床版のように直接海中部に置かれない部材には、ほとんどみられない。

表-2 全塩分量試験結果 単位(kg/m³)

部材名	No.	高島坪頭1号橋			高島坪頭2号橋		
		表面からの深さ			表面からの深さ		
		1 cm	5 cm	7 cm	1 cm	5 cm	7 cm
はり	1	7.49	2.37	0.34	26	26.93	22.97
	2	3.78	1.98	1.44	27	15.39	5.80
	3	4.91	2.68	1.76	28	13.48	5.95
	4	9.92	7.03	6.40	29	10.82	9.69
	5	35.79	16.73	10.61	30	11.35	7.07
	6	34.55	17.09	13.14	31	7.97	5.44
床版	7	11.71	3.78	2.83	32	0.56	0.25
	8	4.13	2.95	2.42	33	0.76	0.31
	9	8.51	6.40	0.70	34	0.31	0.25
	10	1.21	0.30	0.48	35	0.60	0.55
	11	2.93	0.70	0.89	36	1.07	0.73
	12	3.47	0.83	1.02	37	1.61	1.01
円筒橋	13	16.79	12.03	8.38	38	19.74	13.70
	14	19.73	8.02	7.86	39	25.52	14.98
	15	9.94	13.32	12.16	40	11.98	3.70
	16	6.58	14.30	8.85	41	25.01	8.49
水中部	17	13.07	18.79	16.77	42	29.17	28.13
	18	15.90	18.52	12.60	43	23.67	26.30
	19	17.05	18.55	17.83	44	33.62	18.00
	20	25.64	19.08	20.93	45	63.69	31.00
ブレース	21	14.44	21.15	20.05	46	20.58	22.18
	22	20.25	25.65	20.17	47	16.06	17.69
	23	22.25	22.81	16.59	48	11.24	16.43
	24	16.69	20.20	18.56	49	16.70	21.09
	25	24.55	19.46	22.76	50	13.31	23.49

④ コンクリート圧縮強度試験

コンクリートコア18本の圧縮強度試験結果を表-3に示す。このコンクリートの設計強度は、年代が古いため不明であるが、すべてのコアの強度が現在の設計強度 $\delta_{28}=240\text{kg/cm}^2$ を超えていることがわかる。表-2に示す通り、橋橋のコンクリート(特に水中部)には、塩分の進入が見られるものの、圧縮強度の顕著な低下が表-3において見られないことは、注目に値する。

表-3 圧縮強度試験結果 単位(kg/cm²)

部材名	高島坪頭1号橋				高島坪頭2号橋			
	No.	試験値	平均値	部位別	No.	試験値	平均値	部位別
梁	①	618	508		①	593	390	
	②	470			②	306		
	③	436			③	271		
床版	④	344	398	436	④	489	494	447
	⑤	445			⑤	572		
	⑥	404			⑥	421		
円筒橋	⑦	363	372		⑦	527	452	
	⑧	381			⑧	376		
ブレース	⑨	466	466		⑨	468	468	
	⑩	466			⑩	468		

参考文献

- 1) 森川雅行・関 博・奥村 隆; 鉄筋の腐食膨張によるひびわれの発生機構に関する基礎的研究, 土木学会論文集V-6 378号, PP97~105, 1987年
- 2) 関 博・高橋宏直・石井浩司; 促進試験による鉄筋の腐食量の評価について, セメント技術年報 41 (第41回セメント技術大会), PP173~176, 1987年
- 3) 海洋コンクリート構造物の防食指針(案), (社)日本コンクリート工学協会, 137P, 1983年