

供用 30 年以上が経過した RC 部材の劣化性状と耐荷性に関する検討

独立行政法人 港湾空港技術研究所 正会員 ○加藤 絵万

正会員 岩波 光保

フェロー会員 横田 弘

1. はじめに

これまで、長期間供用した実構造部材のコンクリートおよび鋼材の劣化性状に関する数多くの論文や報告書が発表されている。しかし、実構造部材の劣化性状と構造性能の関係についての検討は十分ではない。本研究では、RC 構造物の保有性能評価等、効率的な維持管理の実現を目標として、栈橋上部工 RC 床版から切り出した部材の劣化度と耐荷性の関係について実験的検討を行った。

2. RC 部材および載荷試験の概要

表－1 に本研究で用いた RC 部材（計 21 体）の概要を示す。RC 部材は全て供用約 30～40 年が経過した栈橋上部工 RC 床版部から切り出したものであり、コンクリートの配合や鉄筋種別等、使用材料諸元は不明である。同表中の劣化度は、表－2 に示す点検診断項目および判定基準¹⁾に基づいて目視により判定した。

曲げ載荷試験は、Ha-1～9 については 2 点支持 1 点集中載荷で、その他の部材については 2 点支持 2 点載荷で行い、いずれも荷重制御による単調載荷とした。かぶりの剥落が認められた部材については、モルタルにより支点部分を修復し載荷試験に供した。

3. 実験結果

図－1 に劣化度と耐力比の関係を示す。ここで、耐力比は、劣化が発生していないとしてはり理論により求めた各部材の計算曲げ耐力に対する実験時の最大荷重の比を示す。計算に使用したコンクリートおよび鉄筋の

表－1 部材概要

部材 No.	供用 年数 (約)	劣化度 ¹⁾	部材幅 (mm)	部材高 (mm)	鉄筋(軸方向)				載荷時の せん断 スパン長 (mm)	最大荷重 (kN)	破壊形態
					上段		下段				
					種類	本数	種類	本数			
Ha-1 ²⁾	40	c	1520	270	D13	4	D13	8	400	745	曲げ破壊
Ha-2 ²⁾	40	b	1490	370	D13	4	D13	8	400	869	曲げ破壊
Ha-3 ²⁾	40	a	1500	310	D13	4	D13	8	400	498	曲げ破壊
Ha-4	40	b	532	255	D13	3	D13	3	450	147	曲げ破壊
Ha-5	40	c	389	255	D13	2	D13	2	450	94	曲げ破壊
Ha-6	40	d	575	261	D13	3	D13	3	450	159	曲げ破壊
Ha-7	40	a	492	178	D13	3	D13	3	450	128	曲げ降伏後せん断破壊
Ha-8	40	a	408	170	D13	2	D13	2	450	86	曲げ破壊
Ha-9	40	a	585	172	D13	3	D13	3	450	105	曲げ降伏後せん断破壊
Sa-1 ²⁾	40	d	699	300	φ 13	3	φ 13	5	700	252	曲げ破壊
Sa-2 ²⁾	40	b	535	300	φ 13	4	φ 13	4	700	221	曲げ破壊
Sa-3 ²⁾	40	c	798	300	φ 13	3	φ 13	6	700	196	曲げ破壊
Sa-4 ²⁾	40	c	732	310	φ 13	3	φ 13	5	700	281	曲げ破壊
Sa-5 ²⁾	40	b	569	310	φ 13	3	φ 13	5	700	261	曲げ破壊
Sa-6 ²⁾	40	c	812	310	φ 13	3	φ 13	6	700	212	曲げ破壊
Sa-7	40	b	1940	253	D16	13	D16	5	750	384	曲げ破壊
Sa-8	40	a	1987	226	D16	13	D16	5	750	224	曲げ破壊
Sa-9	40	a	1984	275	D16	13	D16	5	750	267	曲げ破壊
Sa-10	40	a	1964	262	D16	13	D16	5	750	243	曲げ破壊
Shi-1 ²⁾	30	c	1010	350	D16	2	D13	5	1450	139	曲げ破壊
Shi-2 ²⁾	30	b	1010	350	D16	2	D13	5	1450	142	曲げ破壊

キーワード 栈橋上部工、塩害、目視調査、劣化度、耐荷性

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 (独)港湾空港技術研究所 LCM 研究センター Tel.046-844-5089

表－2 点検診断項目および判定基準¹⁾

対象施設	点検項目	点検方法	判定基準
栈橋上部工 (スラブ下面)	コンクリートの劣化、損傷	目視 ・ ひび割れの発生方向 ・ ひび割れの本数、長さ、幅 ・ かぶりの剥落状況 ・ 錆汁の発生状況 ・ 鉄筋の腐食状況	a □ 網目状のひび割れが部材表面の 50%以上ある。 □ かぶりの剥落がある。 □ 錆汁が広範囲に発生している。
			b □ 網目状のひび割れが部材表面の 50%未満である。 □ 錆汁が部分的に発生している。
			c □ 一方向のひび割れもしくは帯状又は線状のゲル析出物がある。
			d □ 変状なし。

物性値は、コンクリートの圧縮強度 24N/mm^2 、ヤング係数 25kN/mm^2 、鉄筋の引張降伏強度 345N/mm^2 、ヤング係数 200kN/mm^2 とした。

図－1 によれば、劣化度 c～a と判定された部材において耐力比が 1.0 以下となるものが存在した。これより、外観に劣化・変状が認められる RC 部材の曲げ耐力は、計算値を下回る可能性があるといえる。

Sa-1～6 に着目すると、Sa-3 および Sa-6 では劣化度 c と判定されたが、その耐力比は劣化度 a と同程度まで低下する結果となった。Sa-3 および Sa-6 のスパン中央部

においては、載荷試験前の打音検査によりかぶりの浮きが確認された。表－2 に示すように、劣化度は RC 部材外観から判定されるものであり、鉄筋の腐食により生じるかぶりの浮きは劣化度には反映されない。また、Sa-3 および Sa-6 では、複数の微細ひび割れおよび豆板が存在し、鉄筋腐食による劣化・変状が部材底面に現れ難い状態であったために、劣化度を健全側に判定する結果となったことが考えられる。

劣化度 a と判定された部材においては、耐力比が 0.7 を下回るものも見られた。これは、かぶりの全面剥落が認められた Ha-3、および鉄筋の破断が認められた Sa-8～10 の結果である。また、Ha-7 および Ha-9 では、部材の曲げ降伏後、せん断ひび割れが卓越して終局を迎え、他部材とは異なる破壊モードを示した。

ひび割れが多数発生した RC 部材（劣化度 b）やかぶりが剥落した RC 部材（劣化度 a）では、酸素・水などの腐食因子が鉄筋に容易に供給されるため、これらの変状が発生する前と比較して鉄筋の腐食速度は急増し、早期に鉄筋の破断にまで至ることとなる。載荷試験結果および上記の劣化進展の傾向を考慮すれば、劣化度 c に至る以前に補修・補強等の対策を実施することが、予防保全の観点から重要であるといえる。

4. あとがき

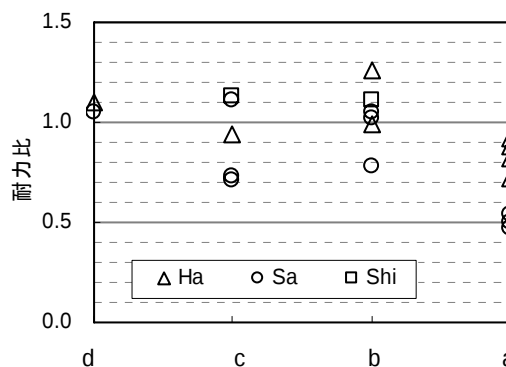
本研究では、塩害を受けた栈橋上部工を対象に、RC 部材の劣化度と耐荷性の関係に関して実験的検討を行った。今後、塩害による RC 部材の劣化性状および構造性能に関して引き続きデータを蓄積するとともに、劣化の不確定要因を工学的に処理しながら RC 部材の保有性能を評価する手法について検討を進めていく予定である。

謝辞

本研究の遂行にあたりご協力頂いた国土交通省各地方整備局および各港湾管理者の関係各位、また、載荷試験の実施にあたりご助力頂いた実務訓練生 村松真伍君（長岡技術科学大学）に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) (独)港湾空港技術研究所編著：港湾構造物の維持管理技術マニュアル，(財)沿岸技術研究センター，2007
- 2) 加藤他：建設後 30 年以上経過した栈橋上部工から切り出した RC 部材の劣化性状と構造性能，港湾空港技術研究所資料，No.1140，2006.9



図－1 劣化度と耐力比の関係