

都内鉄道高架橋の中性化残りと鉄筋腐食の関係について

東急建設(株) 正会員 瀬野康弘
 東京急行電鉄(株) 白石 誠
 東京急行電鉄(株) 長倉 忍
 東急建設(株) 正会員 大橋潤一

1. はじめに

平成11年に発生したトンネルのコンクリート剥落事故を受け、建設省・運輸省・農林水産省の合同で設置された「土木コンクリート構造物耐久性検討委員会」により、土木構造物のコンクリートの劣化状況が全国的な範囲で調査され、中性化に関する実態についても明らかとなった。その報告¹⁾(以下「委員会の提言」)の中で中性化残りと損傷の有無が報告されており、損傷のある構造物は、損傷のない構造物に比べて中性化残りが小さく、かぶりの確保が中性化等の劣化に対して重要な対策の1つであることが示唆されている。一方で、中性化残りが負を示すが鉄筋腐食は認められていない構造物が一例としてあったとも報告されている。

本報では、筆者らが独自に実施してきた都内に位置する鉄道高架橋の一連の調査・診断結果²⁾のうち中性化残りと鉄筋腐食状況の関係について整理した結果について報告する。

2. 調査対象および調査方法

調査の対象とした構造物は、昭和初期から昭和30年代に竣工した都内に位置する6高架橋である。中性化の調査は、劣化対策を検討するために詳細調査の一環として行った場合や、高架下のテナントが撤退したのを機会に現状調査として実施したものなどさまざまである。表1に本報告で取りまとめた調査数量を高架橋の部材ごとに示す。なお、調査した部材のうちスラブだけは下面のみを対象として行っているが、他の部材の調査面の方向はさまざまである。

中性化深さの調査は、鉄筋位置でかぶりコンクリートを部分的に除去して鉄筋を露出させた後、フェノールフタレイン法により行った。また、鉄筋の腐食グレードは表2に基づいて評価した。

3. 調査結果および考察

中性化速度係数、かぶり、中性化残り、腐食グレードの平均値を高架橋ごとにまとめた結果を表3に、各々の平均値を部材ごとにまとめた結果を表4に示す。

これらの表によれば、調査対象構造物のかぶりは、ほぼ設計どおりに確保されていたことがわかる。また、腐食グレードの部材による顕著な差異は認められなかった。

表1 中性化調査数量

高架橋	竣工年	調査年	築材齢 ^{注1)} (年)	調査数量					
				縦梁	横梁	スラブ	柱	中間梁	合計
A高架橋	1950(S25)	1981	31	12	9	7	6	0	34
		1998	48	7	4	6	0	0	17
B高架橋	1928(S3)	2000	72	1	2	1	4	0	8
C高架橋	1928(S3)	2000	72	0	1	1	1	1	4
D高架橋	1927(S2)	1999	72	0	0	0	1	2	3
E高架橋	1964(S39)	1999	35	3	0	0	0	0	3
F高架橋	1927(S2)	2001	74	0	2	3	2	1	8
合 計				23	18	18	14	4	77

注1) 調査年時の築材齢

表2 腐食のグレードと鋼材の状態³⁾

グレード	状 況
(1)	黒皮の状態。または、錆は生じているが全体的に薄い緻密な錆であり、コンクリート面に錆が付着していることはない。
(2)	部分的に浮き錆があるが、小面積の斑点状である。
(3)	断面欠損は目視観察では認められないが、鉄筋の全周または全長にわたって浮き錆が生じている。
(4)	断面欠損を生じている。

表3 高架橋別の整理結果

高架橋	竣工年	平均中性化速度係数 (mm/√年)	平均かぶり (mm)	平均中性化残り (mm)	平均腐食グレード
A高架橋	1950(S25)	12.53	44.3	-33.7	2.6
B高架橋	1928(S3)	2.21	36.3	15.2	2.9
C高架橋	1928(S3)	1.47	36.6	25.0	2.8
D高架橋	1927(S2)	1.40	50.7	37.2	1.7
E高架橋	1964(S39)	2.95	57.7	47.5	1.0
F高架橋	1927(S2)	3.69	43.4	16.8	2.3

表4 部材別の整理結果

部材	平均中性化速度係数 (mm/√年)	平均かぶり (mm)	平均中性化残り (mm)	平均腐食グレード
縦梁	5.78	49.5	-23.7	2.2
横梁	5.95	47.2	-21.1	2.4
スラブ	5.15	33.3	-25.6	2.8
柱	3.68	48.3	14.7	2.8
中間梁	2.19	34.3	18.6	2.3

キーワード：鉄道高架橋，中性化，中性化残り，鉄筋腐食，腐食グレード

連絡先：〒229-1124 相模原市田名字曽根下 3062-1 東急建設(株) TEL:042-763-9507 FAX:042-763-9503

図1は、中性化残りと腐食グレードの関係を高架橋による違いがわかるように示したものであり、図2は、高架橋ごとの平均値を示したものである。A高架橋では、「委員会の提言」の中で報告されていた中性化残りが負でも鋼材腐食が著しくない個所が多く見受けられた。

そこで図2には、6高架橋のデータを用いて回帰した式(1)と、A高架橋のデータを除いた5高架橋のデータを用いて回帰した式(2)を併せて示した。(2)式より、中性化残りが約10mm以下となると腐食グレードが3()以上となることがわかる。これはコンクリート標準示方書[維持管理編]³⁾で述べられている構造物の機能を損なうような重大な腐食の開始時期の判定の目安にほぼ一致している。

一方図3は、中性化残りと腐食グレードの関係を部材による違いがわかるように示したものであり、図4は、部材ごとの平均値を示したものである。これらの図より、縦梁、横梁、スラブのいわゆる上部工部材に中性化残りが負でも鋼材腐食が著しくない個所が集中していることがわかる。その原因としては、調査数量の多いA高架橋の影響が反映されているものとも考えられるが、調査対象となった上部工部材には、腐食因子の一つである水分の供給が少なかったことも一因として考えられる。

調査範囲内の全体の傾向としては、中性化残りと腐食グレードの関係は、一般的に言われているように、中性化残りが小さくなると腐食グレードが大きくなっていく。なお、A高架橋については既に打換え補修を実施している。

4. まとめ

調査を行った都内の6高架橋に関して中性化残りと腐食グレードの関係を整理した結果、以下のことが確認された。

一般的に言われているように、中性化残りが小さくなると腐食グレードが大きくなる傾向がある。

特殊なケースを除いて、著しい腐食と考えられる腐食グレードが3以上となる場合は、中性化残りが10mm以下と考えてよい。

特殊なケースとなる対象には、縦梁、横梁、スラブなど、雨水の影響を受けない部材が考えられる。

中性化残りで鉄筋の腐食グレードを評価する場合には、調査対象の暴露環境を考慮することも必要と考えられる。

今後は、データの蓄積を行うとともに、雨水の影響を受けやすい地覆高欄などのデータも収集して再整理・再評価する必要がある。

【参考文献】

- 1) 建設省・運輸省・農林水産省：土木コンクリート構造物耐久性検討委員会の提言，2000.3
- 2) 例えば古原，瀬野他：市街地における鉄道高架橋への自然電位法の適用性について，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集V，pp.640-641，1999.9
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書[維持管理編]，2001.1

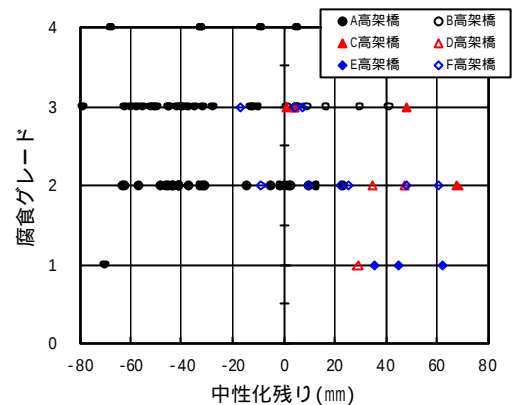


図1 中性化残りと腐食グレードの関係（高架橋別）

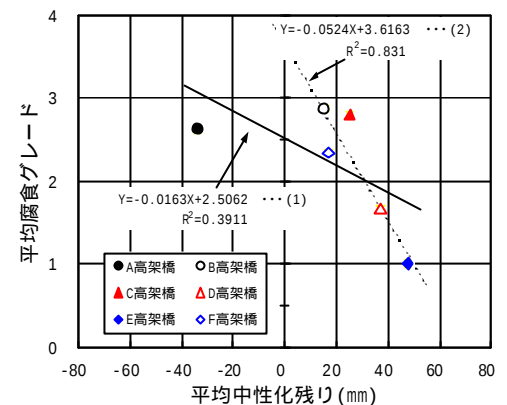


図2 平均中性化残りと平均腐食グレードの関係（高架橋別）

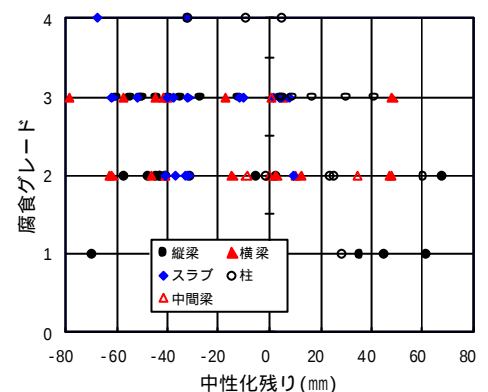


図3 中性化残りと腐食グレードの関係（部材別）

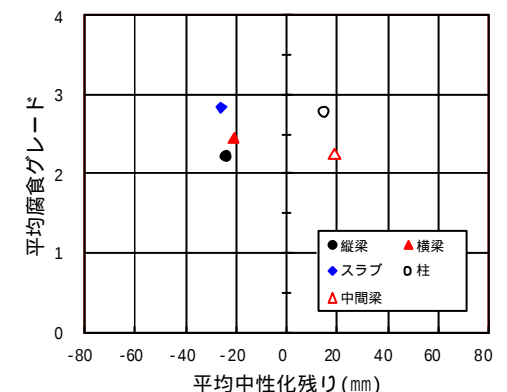


図4 平均中性化残りと平均腐食グレードの関係（部材別）