

新幹線構造物の塩害対策

—北陸新幹線 糸魚川地区—

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部 北陸新幹線第二建設局 正会員 ○山口 真基
 (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部 北陸新幹線第二建設局 正会員 小原 唯司

1. はじめに

新潟県糸魚川地区は、現在建設中である北陸新幹線長野～金沢間において最も日本海沿岸に接近する区間である。

本線から海岸線までの距離は概ね 100m～700m 程度となっており、鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物 ① (以下、設計標準) によると塩害の原因となる塩化物イオン濃度の海岸区分が最も厳しい SS 地域に指定されている。

以上から当地区では、コンクリートの劣化要因である塩害への対策が必要となる。

本稿では、当地区の高架橋で採用された塩害対策について報告する。

2. 糸魚川地区の高架橋で採用された塩害対策

当地区の高架橋は設計標準に基づいて設計されている。

設計標準では、以下の制限値が与えられている。

① ひび割れ幅の制限値 (腐食性環境)

$$\omega \leq 0.0035c$$

$$\left[\begin{array}{l} \omega : \text{ひび割れ幅の制限値} \\ c : \text{引張鋼材のかぶり} \end{array} \right]$$

② 塩化物イオン濃度の制限値

(外部から塩化物イオンの影響を受ける環境)

$$C_{lim} = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

[C : 塩化物イオン濃度]

当地区では、①、②の制限値を基に下記のような塩害対策を行った。

(1) コンクリート用骨材の選定

コンクリート構造物の劣化は塩害による単独の劣化の他に図-1 ②に示す様に他の劣化要因との複合劣化を考慮する必要がある。特にアルカリ骨材反応はひび割れの発生によりコンクリート中の塩分や酸素の供給を大きく促進させてしまう。塩害地区でこのようなひび割れが発生した場合、鋼材の腐食開始時

期が一気に早まるおそれがある。そのため当地区では石灰石を含む「無害」骨材を使用することとした。

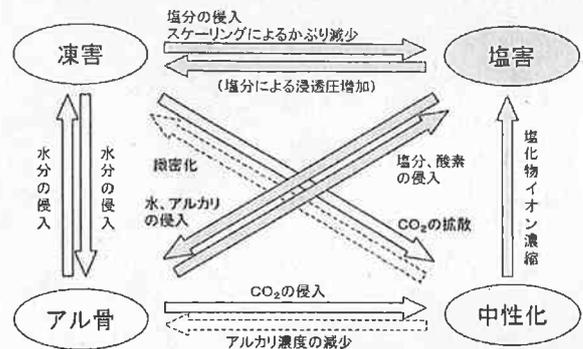


図-1 塩害と他の要因との複合劣化の相関図

(2) コンクリート配合の決定

塩害対策の基本は、コンクリート内部への塩分の浸透を遅延させることである。そのためには、コンクリート配合において水セメント比を下げ、内部の緻密性を高めることが考えられる。表-1は北陸新幹線における RC 桁の一般的な配合と塩害を考慮した当地区の配合を比較したものである。水セメント比を 43%以下とし、更に水和発熱による温度ひび割れを防ぐため、高炉セメントのみを使用することとした。

表-1 RC 桁の配合

配合種類	セメント種類	設計強度 (N/mm ²)	最大水セメント比 (%)
寒冷地	普通	27	普通 : 53
	高炉		高炉 : 45
寒冷地+塩害	高炉	30	43

(3) 塩害を考慮した設計の比較・検討

(1)、(2)の条件を満たすコンクリートの使用を前提とし、以下の4つの対策について表-2のように比較・検討を行った。

- ① かぶり厚の増大 (対策 A)
- ② 表面被覆材の塗装 (対策 B)

- ③ エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用 (対策 C)
- ④ 高耐久性埋設型枠³⁾の使用 (対策 D)

この結果、経済性を考慮し、かぶりが大きくても問題ない箇所に関しては対策 A で対応し、それ以外の箇所は基本的に対策 C で対応することとした。しかし、梁下面については雨水によって付着塩分が流されないため塩害が発生しやすく、補修にも手間がかかる。また、曲げ部材となる梁下面の鉄筋については、確実な腐食防止が求められることから、遮塩性について実証 (100 年保証) されている対策 D を採用することとした。

(4) 採用した塩害対策 (RC 構造物)

一例として海岸から 190m~250m 未満の位置で採用された塩害対策を表-3 及び図-2 にまとめた。水セメント比 43% においてひび割れを考慮した結果、必要かぶりは 140mm となる。片持ちスラブ下面は、圧縮応力のみを受けるため、ひび割れを無視できる。そのため、かぶりは 100mm で設計した。また、エポキシ樹脂塗装鉄筋、埋設型枠は十分な遮塩性を持つため、かぶりは塩害を考慮しない通常の 60mm で設計した。なお、かぶり 140mm 以上となる柱・躯体については無筋状態となる体積が大きく、施工ひび割れによるコンクリートの剥落が懸念されるため、ポリプロピレン性の合成短繊維をコンクリートに添加し、補強を行うこととした。

3. おわりに

当地区では、新幹線構造物の耐久年数である 100 年後まで鋼材を腐食させないことを前提に経済性、

施工性、維持管理面等に留意し、複数の候補から部材ごとに最適な塩害対策を選定した。

現在は下部工を中心に順調に高架橋工事が進められている。今後も施工方法、品質管理等について工夫しながら耐久性の向上に努めていきたい。

表-3 箇所別の必要かぶりと塩害対策

・縦梁上側 ・柱・躯体	・縦梁下側 ・横梁下側	・片持ち梁 下側	・その他
かぶり 140 (mm)	かぶり 60 (mm)	かぶり 100 (mm)	かぶり 60 (mm)
普通鉄筋	埋設型枠	普通鉄筋	エポキシ鉄筋

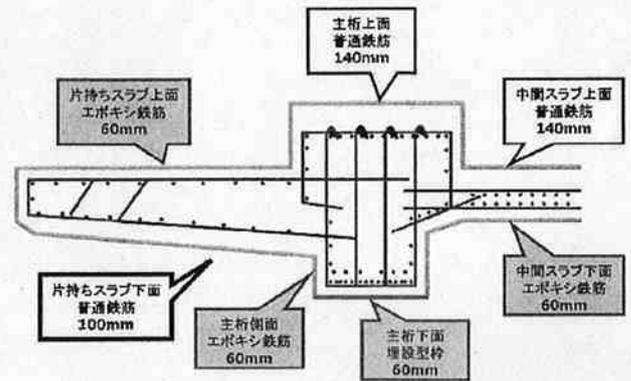


図-2 断面図 (RC 桁・直線部)

参考文献

- 1) 財団法人 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 (コンクリート構造物)、丸善、2004
- 2) (社) 日本コンクリート工学協会: 複合劣化コンクリート構造物の評価と維持管理計画研究委員会報告書 pp21、2001.5
- 3) 柏木 亮 他: 「新幹線高架橋に採用した高耐久性薄肉埋設型枠」、土木学会中部支部研究発表会、2007.3

表-2 塩害対策の比較・検討

対策	対策 A (かぶり増大)	対策 B (塗装)	対策 C (エポキシ鉄筋)	対策 D (埋設型枠)
設計面	断面が成立しない箇所が存在 △	問題なし ○	問題なし ○	問題なし ○
施工性	問題なし ○	施工期間が延長する △	塗膜損傷箇所の塗り直しが必要 △	問題なし ○
※経済性	1.08 ○	1.12 ○	1.11 ○	1.30 △
維持管理	剥落・ひび割れ等の補修が必要 △	塗り替えの保守が必要 (約 10 年おき) ×	問題なし ○	問題なし (100 年保証) ◎
総合評価	○ 剥落の恐れがない箇所に採用	× 不採用	○ 剥落防止箇所に採用	○ 剥落防止箇所かつ曲げ部材箇所に採用

※塩害対策を全く施さない高架橋製作費を 1.0 とした場合の指数