

道路橋 RC 床版下面における 鉄筋露出調査



首都高速道路(株) 東東京管理局
保全設計第一課 七條 哲 彰

1. はじめに

供用から約 45 年経過した、自動車専用道路における鋼単純合成 I 桁橋の工区において、炭素繊維による床版補強工事を実施している。

その工事前吊足場内で構造物点検を実施した結果、主桁近傍床版下面ハンチ部にコンクリートの浮きや鉄筋露出が確認された(写真 - 1)。損傷が確認されたのは河川上に位置する支間長約 50 m の 1 径間である。

現場の特徴として河口部に近く干満の影響を受ける区間であるため、塩害の影響なども懸念された。そこで、鉄筋露出などの損傷原因を把握するため詳細調査を実施した。

床版構造諸元：供用昭和 45 年(昭和 39 年鋼道示)、床版厚 180 mm、普通コンクリート、設計基準強度 30 N/mm²、主筋 D16 ctc100、配力筋 D16 ctc140、下面かぶり 32 mm

2. 調査内容

以下の 4 項目について調査を実施した。各調査内容とその結果を示す。

2.1 塩化物イオン濃度の測定

鉄筋コンクリート構造物が塩害を受けると、鉄筋腐食に伴う腐食生成物により膨張圧が発生しコンクリートのひび割れ、はく離などが生じ、さらに鋼材の腐食が進展する¹⁾。そこで、鉄筋腐食の一要因として考えられる塩化物イオンの含有量が、腐食状況に影響するイオン量に達していないか調査した。

試料は、φ10 mm のドリルにより穿孔してコンクリート粉末を採取した(写真 - 2)。採取にあたっては床版下面から 1 試料約 10 g の量で 5 試料を採取し、2 深度(約 0 ~ 20 mm, 20 ~ 40 mm)を測定した。



写真 - 1 鉄筋露出状況 写真 - 2 塩化物イオン濃度測定
の粉末採取

2.2 圧縮強度推定試験

現場の損傷状況から床版コンクリートの圧縮強度の低下

が懸念されたため、コア削孔による圧縮試験を実施した。なお、床版への影響を極力抑えるため、小径コア(φ25 mm)による圧縮強度推定により行った(写真 - 3)。



写真 - 3 小径コアによる圧縮強度試験

2.3 かぶりコンクリート厚の調査

はく離・鉄筋露出箇所のコンクリートかぶり厚が少ない状況であったことから、かぶり不足と中性化による鉄筋腐食の影響が考えられた。そのため、電磁誘導法(写真 - 4)による非破壊検査手法を用いて、鉄筋を探索しコンクリートのかぶり厚を測定した。

2.4 中性化深さ試験

中性化深さ試験は、床版から採取した小径コアを利用して圧縮強度試験前にフェノールフタレイン溶液を側面に噴霧し、非発色範囲を確認する手法で行った(写真 - 5)。



写真 - 4 電磁誘導法(事例) 写真 - 5 中性化深さ試験

3. 調査結果

3.1 塩化物イオン濃度

塩化物イオン濃度の調査の結果、すべての試料で 1.0 kg/m³ 以上の塩化物イオン量は測定されず、数値は 0.1 ~ 0.7 kg/m³ の濃度であった。鉄筋腐食発生限界塩化物イオン量はコンクリート構造診断技術のテキスト¹⁾において 1.2 kg/m³ という数値の記載があるが、測定値はこの値以下であった。

よって、塩害により鉄筋腐食が発生した可能性は低いと判断した。

3.2 圧縮強度推定試験

圧縮強度試験は、(一財)土木研究センターの建設技術審査証明の取得および国土交通省の運用する NETIS に登録されている「小径コアによるコンクリート構造物の調査技術」に準拠し行った。

圧縮強度試験の結果は、平均値で 34 N/mm² と設計基準強度約 30 N/mm² を満足する結果であった。また、損傷が発生していない前後のスパンにおいても、いずれも 34 N/mm² 以上の強度を計測した。よって、床版コンクリートに経年劣化による強度低下は見られず、十分な強度を保持

していることを確認した。

3.3 床版下面のかぶりコンクリート厚の調査

はく離・鉄筋腐食の発生原因としてかぶりコンクリートの薄さの影響による中性化の進行が考えられたため、かぶりコンクリート厚を非破壊検査手法（電磁誘導法）を用いて前後を含めた3スパンを調査した結果、純かぶり厚が約25 mm 前後となっており、設計かぶり厚32 mm に近いかぶりが確保されていることを確認した。

3.4 中性化深さ試験

中性化深さ試験は、床版下面から採取した小径コアを用いて、コア表面法（採取したコアの側面にフェノールフタレイン溶液を噴霧）による試験を実施した。

コア側面にフェノールフタレイン1%アルコール溶液を噴霧し、赤色に着色しない部分を中性化部分、赤色に着色した部分を非中性化部分として、各コア6箇所測定した。

前後を含めた3スパンの中性化深さの平均は約20 mmであった。

4. 損傷原因の推測

損傷原因調査の結果、塩化物イオン濃度の測定、小径コアによる圧縮強度推定試験、かぶりコンクリート厚の調査の結果においてとくに問題はなかった。

しかし、中性化深さ試験の結果、床版下面の中性化深さは平均20 mmであったが、主桁近傍ハンチ部の一部にかぶり厚が10 mm 程度の薄い箇所があり、この箇所において中性化により鋼材が腐食、腐食生成物により膨張圧が生じ部分的にコンクリートの浮き、はく離などが生じたことが鉄筋露出の原因と推測した。

かぶりが不足した原因は、主桁上フランジに床版を打ち下ろすハンチ部断面変化区間のため、建設時の型枠配置、鉄筋配筋の施工の際に一部問題があったためと考えている。

5. 補修方法

床版上面は平成18年に実施した排水性舗装施工時に床版防水を施工済であるが、床版下面はかぶりの薄い鉄筋露出部において今後中性化による鉄筋腐食が進行する可能性がある。これを防ぐためコンクリートの脆弱部を除去したのち、鉄筋に亜硝酸リチウム防錆材を塗布したうえ、断面欠損部を付着性に優れるポリマーセメントモルタルで断面修復する方針とした（写真-6）。



写真-6 断面補修状況（左側：補修前、右側：補修後）

当該床版ではもともと軽量の繊維シートの格子貼りによる床版補強（特許第4004436号）（写真-7）を実施する計画であったため、格子貼りの間隔（5～15 cm）を調整し断面修復部の剥落防止を行った。さらにハンチ部に損傷が確認されたスパンは格子部を含めて床版下面全面に、中性化の進行抑止、外部からの腐食因子の遮断によるコンクリートの耐久性向上のため、ポリウレタン樹脂塗料を塗布した（写真-8）。



写真-7 炭素繊維格子貼 写真-8 炭素繊維貼付および樹脂塗料の塗布

6. ま と め

コンクリート床版は中性化や大型車の通行などの影響により経年的に劣化していくことが懸念されるが、構造物点検をはじめとする適切な維持管理、補修、予防保全を含めた補強を実施して構造物の長寿命化を図ることが重要であると考えている。

なお、本調査は（一財）首都高速道路技術センターに依頼して行った。補修工事を含め関係された方々に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) コンクリート構造診断技術 pp.76, 2008

【2014年5月28日受付】



刊行物案内

コンクリート構造診断技術 コンクリート構造診断技術講習会テキスト 2014年4月

定 価 7,500 円／送料 300 円
公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会