

小口径コア型試験機を用いた各種試験法による内部損傷の診断法

日本大学大学院 (学) 佐藤大輝 日本大学 フェロー会員 阿部忠 日本大学 (正) 野口博之
中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) (正) 高野真希子

1. はじめに

本研究では、47 年供用された RC 床版の内部損傷状況について診断する。この RC 床版は 1985 年に SFRC 上面増厚補強が施され、床版内部には塩化物イオン量が多く含まれており、増厚界面でははく離も見られる。よって、SFRC 増厚補強した内部変状の診断として、塩化物イオン量の測定および建研式引張試験法による界面の引張強度を検証する。さらに、小口径コア型試験機を用いて柱状サンプルを採取し、ひび割れ発生状況について検証し、道路橋床版の内部損傷の診断技術に一助とする。

2. 供試体概要

診断に用いる供試体は、1956 年 (昭和 31 年) の「鋼道路橋設計示方書 (日本道路学会)」¹⁾ に規定に基づいて設計された旧銚子大橋の RC 床版であり、主筋には $\phi 16\text{mm}$ 、配力筋には $\phi 13\text{mm}$ の丸鋼が使用されている。床版厚は 150mm であり、1985 年に 70mm ～ 80mm の SFRC 増厚補強が施されている。なお、本調査においては増厚層を 40mm 切削した供試体を用いる。ここで、RC 床版供試体の損傷状況を写真-1に示す。本供試体は 2009 年に撤去し、その後暴露状態で放置した供試体である。

3. 旧銚子大橋の劣化診断²⁾

(1) 塩化物イオン量 塩化物イオン量の測定は、SFRC 増厚部の 40mm 層と床版部 50mm の層から、ドリル法によるコンクリート粉体を採取し、塩分分析法により、塩分量を計測した。その結果、SFRC 増厚部の塩分量の平均値は 1.7kg/m^3 である。一方、RC 床版部の塩化物イオン量の平均は 1.4kg/m^3 であり、いずれも鉄筋の発錆限界濃度 1.2kg/m^3 を超えている。ここで、同一の床版の鉄筋の発錆状況を写真-2に示す。

4. 建研式引張試験による引張強度の測定

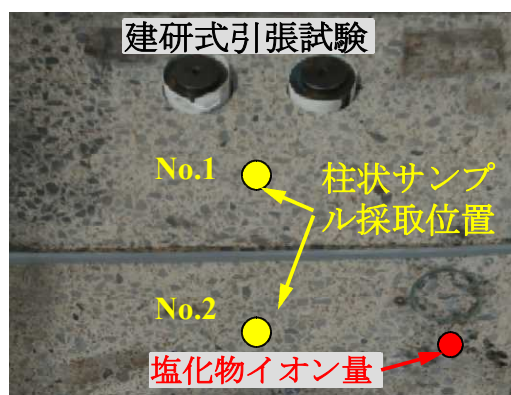
(1) 建研式引張試験法 本供試体では直径 $\phi 100\text{mm}$ 、厚さ 5mm のドリルビットで深さ 50mm 程度まで切り込みを入れ、建研式引張試験を行う。ここで、建研式引張試験の実験状況を写真-3に示す。建研式引張試験による引張強度の算定には式(1)として与えられる。

$$f_r = P_r / A \quad (1)$$

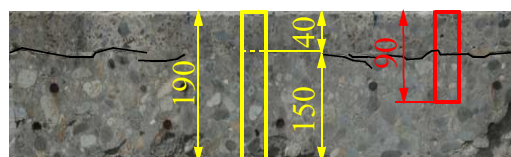
ここで、 f_r : 引張強度 (N/mm^2)、 P_r : 接着荷重 (N)、 A : 接着面積 (mm^2)

キーワード : 塩化物イオン量、柱状サンプル、建研式引張試験、内部損傷、

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459



(1) RC床版上面



(2) RC床版側面

写真-1 旧銚子大橋の切り出し床版

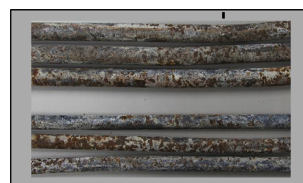


写真-2 鉄筋の発錆状況



写真-3 建研式引張試験

(2) 建研式引張試験結果 建研式引張試験における界面の引張付着強度は 0N/mm^2 である。また、コア採取の増厚界面の破断位置は増厚層と既存床版の界面である。以上より、建研式引張試験においても SFRC との増厚界面で疲労によるはく離が発生していることが確認された。

5. 柱状サンプルによる内部診断法および結果³⁾⁴⁾

(1) 診断方法 水平ひび割れや内部損傷の診断の手順を図-2、図-3に示す。RC 床版供試体上面にコアドリル装置を設置し(図-2①、図-3(1))、 $\phi 10\text{mm}$ の接着剤注入用の孔を削孔し(図-2②)、削孔内部のコンクリート粉等を除去する(図-2③)。次に、ひび割れ箇所をシーラ材で覆う。実橋 RC 床版では、水平ひび割れの発生位置は確認出来ないが、本供試体は撤去した供試体であることから水平ひび割れの発生位置が確認できる。そこで、浸透性接着剤は 0.05mm 程度ひび割れに浸透することから接着剤

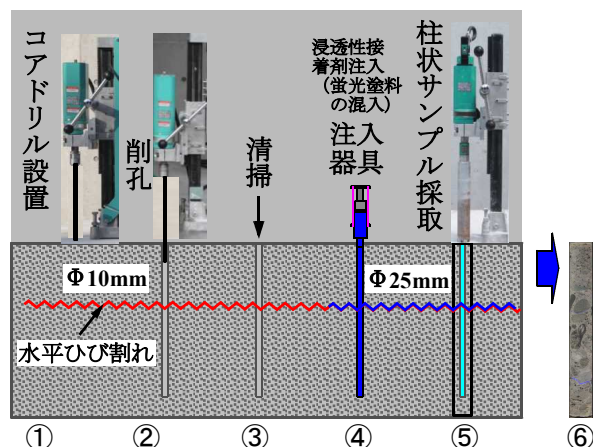
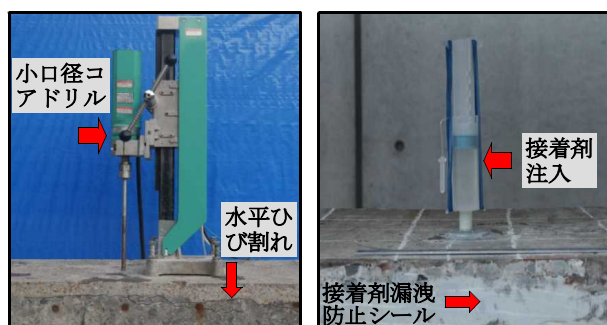


図-2 小口径コアによる床版内部の調査手法



(1) ドリルの設置 (2) 接着剤の注入

図-3 ドリルの設置と接着剤の注入状況

を注入する前に接着剤漏洩を防止するためにシーラ材でひび割れ箇所を完全に覆う必要がある (図-3 (2))。その後、浸透性接着剤に蛍光塗料を混入し、専用の注入器具を用いて (図-3 (2)) 接着剤を圧入する (図-2 (4))。接着剤の強度が発現された後 (養生 8 時間後) に同位置で $\phi 25\text{mm}$ のドリルビットを用いて柱状サンプルを採取する (図-2 (5))。柱状サンプルは、水平ひび割れ発生箇所にも蛍光塗料を混入した接着剤が浸透し、ひび割れ確認が可能となる (図-2 (6))。

(2) 柱状サンプルによる内部損傷結果 本診断においては、柱状サンプルの表面を目視確認することで床版内部のひび割れ位置等の損傷状況の診断を行った。採取した柱状サンプルを図-4に示す。なお、コア採取した位置は写真-1に示した。両供試体ともに、接着剤の効果により、柱状サンプルが適切に採取された。

供試体 No.1 は図-4 (1) に示すように、採取したコアに目視でも確認できる水平ひび割れが発生している。また、ブラックライトの照射した写真では、採取したコアには見にくい部分にも接着剤が浸透し、ひび割れの確認が可能である。コンタクトゲージによる界面付近のひび割れ幅は 1.4mm である。下方のひび割れは 0.5mm である。なお、床版下面側で

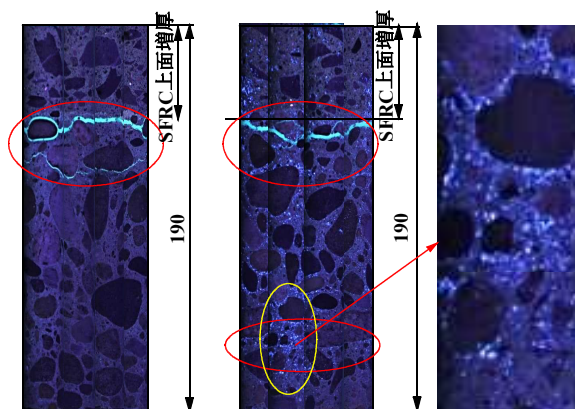


図-4 柱状サンプルから得られたひび割れ損傷

は微細なひび割れには接着剤が浸透するが、幅 1.0mm 以上のひび割れに接着剤が浸透されていない結果となった。一方、供試体 No.2 においても上面増厚界面から 5mm 程度下方で水平ひび割れが発生している。さらに上面から 60mm 付近の RC 床版内に水平ひび割れの発生も見られる。ブラックライト照射した図-4 (2) では RC 床版コンクリート内部のひび割れは僅かに確認できる。さらに、コンクリートの劣化により、微細な空隙部に浸透性接着剤が浸透している。これは、セメント成分の滲出による脆弱層の広範囲に渡っていることが確認できる。

以上より、柱状サンプル採取による内部コンクリートの診断においては採取したコアにおいて、目視で確認できるひび割れと目視で確認できないひび割れが検証でき、併せることでより多くにひび割れ確認が可能となった。

6. まとめ

河口から 1.5km 付近に建設され、47 年供用された RC 床版の塩化物イオン量は鉄筋の発錆限界濃度 1.2kg/m^3 を超えている。また、建研式引張試験による引張付着強度は 0N/mm^2 である。次に、小口径コア型試験機を用いて床版内部のひび割れや損傷を診断した結果、浸透性接着剤の効果により、1本化された柱状サンプルの採取が可能となった。また、蛍光塗料を混入した浸透性接着剤により、ブラックライトを照射することで、水平ひび割れの発生状況やセメント成分の滲出と思われる空隙部の診断が可能となった。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋示方書，1956，2) 日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術' 14 [基礎編]，2014.2，3) 阿部忠，高野真希子：コンクリート構造部材の深さ方向性状測定方法及び装置，特許第 6093951 号，4) 阿部忠，大窪克己，高野真希子：コンクリート構造部材の柱状サンプル採取方法，特許第 6308541 号