

老朽化した RC 床版の微破壊検査による内部性状及び強度推定法に関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○佐藤孝優 日本大学 正会員 野口博之 澤野利章 水口和彦

1. はじめに

近年の道路橋 RC 床版の老朽化が急速に進み、損傷が顕在化されてきている¹⁾。これらの損傷に対して、目視や打音法などの非破壊検査などを必要に応じて実施しており、強度推定やひび割れなどの内部空間の調査として数多く適用されている²⁾。しかし、内部空間の物質的性状を様々な検査手法によって診断を行っているが、診断結果が一致しないため、適切に判断することが困難である。そのため、RC 床版内部の性状確認には、コアドリルを用いた微破壊検査が実施されている³⁾。

そこで本研究では、RC 床版の内部性状および圧縮強度推定法として小口径コアドリル試験機を用い、小口径コア採取を行うことで、劣化状況の診断を行った³⁾。

2. 供試体

本実験に用いる供試体は、35 年間供用されていた橋梁である。積雪寒冷地域に建設された RC 床版は、大型車両の走行による疲労劣化に加え、凍害や塩害等の影響による複合劣化など、積雪寒冷地域特有の劣化損傷が生じている。また、床版撤去時の既設床版と SFRC 増厚層におけるコンクリートの圧縮強度の平均値はそれぞれ 34.1N/mm²、51.5N/mm² であった³⁾。ここで、供試体断面の損傷状況を写真-1 に示す。

3. 小口径コア試験機による強度推定法

3. 1 小口径コア試験装置の概要

本実験で使用した小口径コアドリル試験機を図-1 に示す。この試験機は、供試体を切削するコアドリル本体、直流式のモータ、アクチュエーター、変位計で構成されている。この装置を用いた強度推定は、回転数(1500rpm)、作用荷重(本実験では 200N) (F_{ez})、電流値(A)を深さ方向(ΔL)に動的に計測することによって行う³⁾。

3. 2 小口径コア試験機を用いた強度推定法

本実験より得られた計測値を用いて、既往の研究より、本装置による任意の深さの切削時の合計エネルギー (ΣE) は以下の式(1)として与えられる。

$$\Sigma E = \Sigma(E_F + E_M) = (F_Z \times \Delta L + M_Z \times \Delta \theta) \quad (1)$$



写真-1 供試体断面の損傷状況



図-1 小口径コアドリル試験機一式

ここで、ΣE：合計切削エネルギー、ΣE_M：回転切削エネルギー、F_Z：作用荷重、ΔL：計測間隔における深さ方向の変位(=ΔL_{n+1}-ΔL_n：ΔL_{n+1}：n+1 回目の深さ(mm)、M_Z：切削トルク(=A×0.9511, A:電流(A)) (N/m)、Δθ：計測間隔における回転角度(=回転数×2π/60)(rad/sec)³⁾。

3. 3 圧縮強度の算定

小径コア試験機を用いてコンクリートの圧縮強度を評価するために、実橋床版及び高繊維を添加した床版を用いて同試験機より ΣE を得た。既往の研究より、強度推定式は式(2)、(3)として与えられる³⁾。

$$\text{RC 材：} f_{cRC} = 0.5064 \times \Sigma E^{0.6597} \quad (2)$$

$$\text{SFRC 材：} f_{cSFRC} = 0.2466 \times \Sigma E^{0.7789} \quad (3)$$

ここで、f_c：コンクリートの圧縮強度(N/mm²)²⁾。

4. 実験結果および考察

4. 1 コアの損傷状況

小口径コアドリル試験より採取したコアサンプルを写真-2、写真-3 と置く。(以下、コア No.1、No.2 とする。)

No.1 のコアは、写真-1 の供試体断面図と比較して、50mm から 160mm 程度の区間では、粗骨材が多数存在することが明らかである。写真-1 の供試体断面と比較して、コア No.1 の供試体は水平ひび割れなどの

キーワード RC 床版 微破壊検査 強度推定法 コアの損傷状況

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学(院)生産工学研究科土木工学専攻 047-474-2429



写真-2 コア No.1 の展開図



写真-3 コア No.2 の展開図

損傷は確認できず、比較的健全な状態であると考ええる。

No.2 のコアは、0mm から 160mm の区間に粗骨材と細骨材が混在することが明らかである。写真-1 の供試体断面と比較すると、コア No.2 の供試体は、50mm 付近において水平ひび割れが確認できる。また、110mm から 130mm 付近に内部に鉄筋が存在したため、損傷が発生している。従って、コア No.2 の供試体は、50mm 付近と 130mm 付近に損傷があることが明らかと考える。

4. 2 合計切削エネルギー及び圧縮強度推定

本実験より得られた電流値と切削深さの関係を図-2、 ΣE と切削深さの関係を表すグラフを図-3、圧縮強度と切削深さの関係を表すグラフを図-4 とする。

図-2 より、両供試体ともに 160mm 付近において電流値が大幅に増加していることが確認できるため、RC 層と SFRC 層における強度の差が、電流値が変化に影響したことが明らかである。

図-3,4 より、No.2 の 50mm 付近において、圧縮強度および切削エネルギーが下方方向に突起している。その要因は、付近に水平ひび割れが見られるからであると考ええる。さらに、コア No.1 における平均圧縮強度は、RC 層は 41.6N/mm^2 、SFRC 層は 52.6N/mm^2 である。従って、撤去時の圧縮強度との比は、1.21 倍、1.02 倍である。また、コア No.2 では、それぞれ 33.7N/mm^2 、 49.7N/mm^2 と圧縮強度比が 0.99 倍、0.97 倍であった。以上より撤去時の圧縮強度と概ね同様の結果が見られたが、誤差が生じた。その原因は、粗骨材や鉄筋などの供試体の性質の影響を受けているのではないかと考える。

5. まとめ

① 小口径コア試験機を用いた圧縮強度推定において、電流値や切削エネルギー、圧縮強度に内部損傷の影響が大きく出ていたが、乱れが顕著に表れていた場合は条件に応じて補正が必要である。

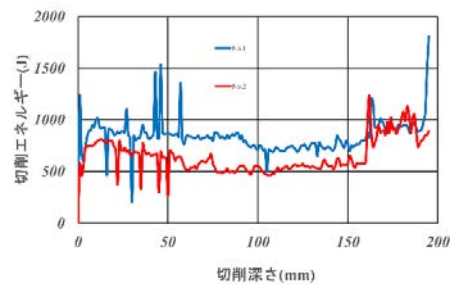


図-2 電流と切削深さの関係

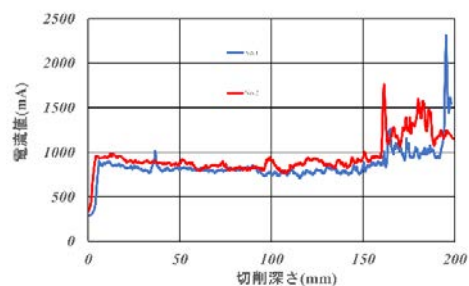
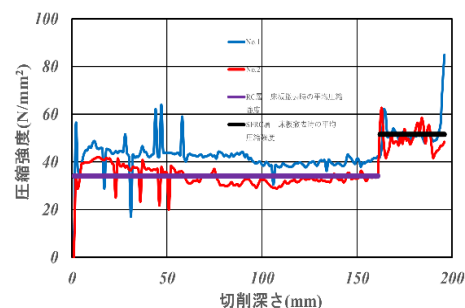
図-3 ΣE と切削深さの関係

図-4 圧縮強度と切削深さの関係

② 強度推定式において、圧縮強度と撤去時の供試体の圧縮強度と概ね近似することにより、強度推定は可能である。

③ 本実験で利用した小径コアドリル試験機は、骨材の影響による乱れが多々見られた。本実験におけるコアの直径は 2.5cm 程度であるが、コアの直径 3.0cm 程度広くして行くとより正確なコア採取が可能であると考ええる。

参考文献

- 1) 高野真希子他:劣化 RC 床版の CFSS 底面補強及び SFRC 上面増厚補強による耐疲労性 Cement Science and Concrete Technology No.64, No.64 p.485-492 2010
- 2) 鎌田敏郎他:コンクリート表層部欠陥の定量的非破壊検査への打音法の適用 土木学会論文集 No.704, p65-p79, 2002.5
- 3) 野口博之他:老朽化した RC 床版の微破壊検査による劣化診断 コンクリート構造物補修、補強、アップグレード論文報告集, 第 19 巻, p537-p541, 2019.10