

柱状サンプル採取法によるRC床版コンクリートの内部診断

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 正会員 高野真希子 日本大学 フェロー会員 阿部 忠
中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 大窪克己 日本大学大学院 学生会員 木内彬喬

1. はじめに

コンクリート部材の内部に発生したひび割れ等の診断においては、電磁波レーダーや衝撃弾性波などの非破壊検査が行われているが、検出結果と内部損傷との相関は低い結果が得られている。よって、内部損傷状況を正確に診断する方法が確立されていないのが現状である。これらのことから、筆者ら¹⁾は「コンクリート構造部材の柱状サンプル採取方法」によるコンクリート内部の損傷状況および診断法」を提案している。本手法は、接着剤を浸透させてコンクリート内部のひび割れ補修を行い、接着剤が硬化した後に柱状サンプルを採取する診断法である²⁾。

そこで本研究では、実橋において床版の内部損傷状況や損傷規模を診断するための手法として、「柱状サンプル採取法」の実用化を目的として実橋で検証を行った。本研究においては、凍結防止剤散布による塩害を受けた実橋 RC 床版下面からの柱状サンプル採取を行い、内部損傷への接着剤の浸透状況の確認、採取した柱状サンプルによる内部損傷状況の診断を行った。

2. 柱状サンプルによる内部ひび割れ診断方法

(1) 上面から柱状サンプル採取方法

RC 床版上面から柱状サンプル採取方法は、RC 床版上面にコアドリル装置を設置し、 $\phi 10\text{mm}$ 程度の接着剤注入用の孔を削孔する。削孔内部のコンクリートの粉体等を完全に除去し、低粘度の接着剤に蛍光塗料を混入し、注入器具を用いて接着剤を圧入する。接着剤の強度が発現した後に同位置で $\phi 25\text{mm}$ のドリルビットを用いて柱状サンプルを採取する。柱状サンプルは、水平ひび割れ発生箇所へ接着剤が浸透し、一本化したコアの採取が可能となり、詳細診断が可能となる。

(2) 下面から柱状サンプル採取方法

交通規制を伴うことにより上面からのコア採取が困難な場合は、床版下面からの採取も可能である。RC 床版下面からの採取方法は、上面からの採取方法と同様に、接着剤注入孔を削孔し、孔内清掃をする。ここで、下面からの接着剤注入器具取り付け方法を図-1に示す。接着剤注入器具は一般的に使用されているボンドシリンダーを用いた。取り付け方法は、接着剤を注入することにより孔内のエアが圧縮され接着剤の注入が困難となる。そこで、図-1に示すエア抜き管を取り付けし、エア抜きと同時に接着剤も漏洩し、接着剤の注入

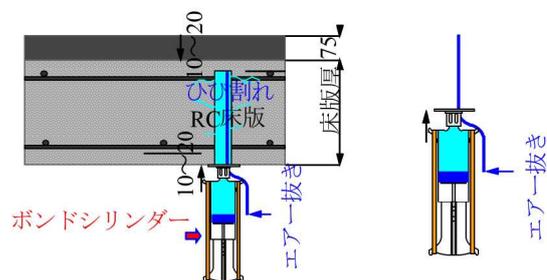


図-1 下面からの樹脂注入方法

が確認される。接着剤硬化後はコアを切削することで、柱状サンプルの採取が可能となる。

3. 柱状サンプル採取法に用いる接着剤の選定

RC 床版の内部損傷診断法である柱状サンプル採取法は、 $\phi 10\text{mm}$ 程度の孔に接着剤を注入し、短時間で硬化し、 0.05mm 程度以上のひび割れに浸透する接着剤が要求されている。そこで、現在市販されているエポキシ系接着剤（以下、接着剤 K-W とする）を用いる。なお、冬用の接着剤 K-W の硬化開始時間は 4 時間である。また、粘度については $150\text{mPa}\cdot\text{s}$ であり、柱状サンプル採取法に用いる接着剤として適した材料と判断される。

4. 「柱状サンプル採取法」による劣化診断

(1) 実橋床版の損傷状況および診断位置

本調査法の検証対象は、積雪寒冷地域に建設された高速道路の PC 橋の RC 床版であり、供用後 38 年が経過している。ここで、幅員構成および主桁配置、柱状サンプル採取位置を図-2に示す。パネル 1 および 2 ともに、図-2に示すようにひび割れが発生し、漏水・遊離石灰の発生が見られる。柱状サンプル採取による内部損傷の調査箇所を図-2に示す。

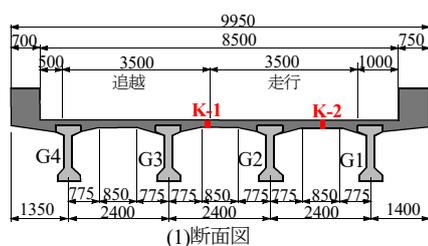
(2) 柱状サンプル採取方法

PC 橋からの柱状サンプル採取法は、交通規制を伴わない床版下面から実施する。下面からの柱状サンプル採取法の手順は図-1に示す手順で行う。実橋における下面からの柱状サンプル採取状況を写真-2に示す。RC 床版下面からひび割れ状況を確認するとともに、電磁波レーダーによる鉄筋探索を行い、鉄筋位置を確認して位置を決定した。

ひび割れ発生箇所には接着剤が漏洩しないようにパテ剤で完全に覆う。接着剤注入器具を取り付けし、接

キーワード：柱状サンプル，浸透性接着剤，劣化診断

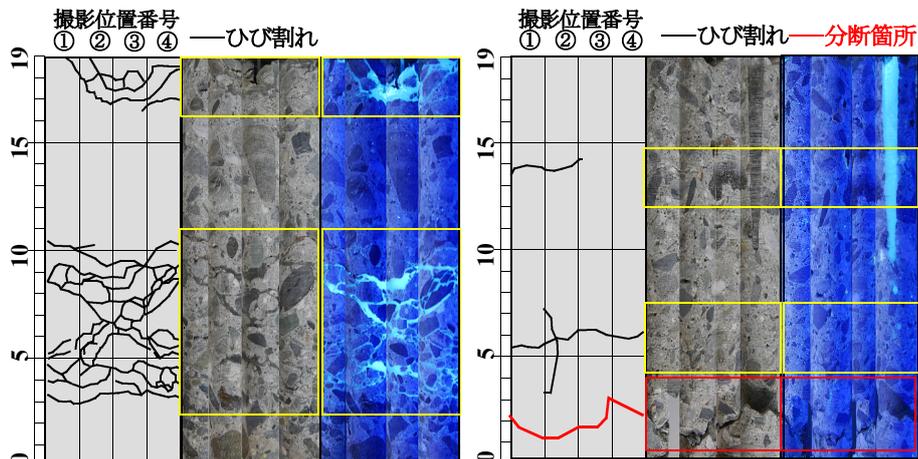
連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿1丁目23-7 TEL：03-5339-1711



(1) 断面図
1) パネル1
2) パネル2

(2) 下面損傷状況および柱状サンプル採取位置

図-2 寸法および柱状サンプル採取位置



(1) パネル1

(2) パネル2

図-3 柱状サンプル採取によるひび割れ状況



(1) 鉄筋探査 (2) コア削孔 (3) 孔内清掃



(4) パテ材で補修 (5) 接着剤注入 (6) 柱状サンプル採取
写真-1 下面からの柱状サンプル採取状況

着剤を注入し、硬化時間を基に柱状サンプルを採取する。

5. 実橋RC床版の柱状サンプル採取による診断結果

(1) 接着剤の注入量

パネル1の接着剤の注入量は1,050gである。ひび割れが軽微であれば50g程度の注入量であるが、20倍以上の注入量と、かなり多いことから内部ひび割れの発生状況が著しいことが予測できる。パネル2の注入量は50gであり、ひび割れが軽微であることが予測できる。なお、夏用の接着剤（硬化時間7時間）に比べて硬化時間が短い、冬用の接着剤を用いることで、硬化時間の短縮が可能となる。

(2) 柱状サンプルによるひび割れ診断

パネル1の柱状サンプルによる内部損傷状況を図-3(1)、パネル2を図-3(2)に示す。柱状サンプルによるひび割れ発生状況の診断は、自然光および紫外線撮影を行った。また、柱状サンプル円周を4分割して撮影し、平面図として示す。なお、ひび割れに接着剤が充填されている箇所は黄枠、接着剤が未充填により分断された箇所を赤枠で示した。

パネル1から採取した柱状サンプルは、一体化した状態で採取が可能となった。接着剤K-Wを注入した柱状サンプルより、下面から30mm～90mmおよび170mm～190mmの範囲に水平ひび割れが層状に確認

された。接着剤の注入量も1,050gであり、ひび割れが広範囲に渡っていることが推察できる。

また、自然光での撮影結果に対して、紫外線照射での観察結果はひび割れ幅、ひび割れ形状等を明確に確認することができた。

次に、パネル2から採取した柱状サンプルは、ひび割れに接着剤が浸透し、ひび割れ箇所で分断されずに一本化した柱状サンプルの採取が可能であった。柱状サンプルより、下面から50mm、130mm付近に最大ひび割れ幅0.5mmのひび割れが確認された。なお、下縁から15mmの位置は、切削時に鉄筋位置が確認され、5mm程の位置変更による分断である。しかし、孔内の接着剤により、切削位置変更後は一本化している。

7. まとめ

本研究では、浸透性および硬化時間に着目してエポキシ系の浸透性接着剤を用いて、柱状サンプル採取を行い、実橋RC床版コンクリート内部の損傷状況を診断した。その結果、実橋における下面からの柱状サンプル採取法による内部診断では、従来の非破壊検査では確認することが出来なかった水平ひび割れに接着剤が浸透し、内部の損傷状況の診断が適切に行うことが可能となった。とくに、エポキシ系接着剤は、幅0.05mm以上のひび割れに浸透し、ひび割れ幅、ひび割れ形状などが明確に確認できる結果が得られた。また、浸透状況からひび割れ補強としても効果を発揮するものと考えられる。

参考文献

- 1) 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, 2018.
- 2) 高野真希子, 大窪克己, 阿部忠, 野口博之: 小口径コア型試験機によるコンクリート内部損傷の診断法の提案, 土木学会第73回年次学術講演会, CS8-004, pp.7-8, 2018.