

内圧充填接合補強工法による断面欠損を有する RC スラブの補修効果

東京工業大学大学院 学生会員 ○渡邊 祥庸
 東京工業大学大学院 正会員 松本 浩嗣
 東京工業大学大学院 フェロー 二羽 淳一郎
 メトロ開発(株) フェロー 瀬野 健助
 アイクリーテクノロジー(株) 非会員 加川 順一

1. 目的

内圧充填接合補強工法(以下本工法と称する)とは、樹脂注入工法の一つである。従来の樹脂注入工法は、ひび割れ表面にシーリングを施し、表層付近から注入を行っていた。しかし、この方法では内部の空気の逃げ場が無いため注入圧に対し反発圧力が生じ、注入剤がひび割れ深部に浸透しないという問題点があった。そこで、注入器具にエア抜き機能を備えた本工法が考案された。本工法はコンクリート内部、または鉄筋位置まで事前に穿孔し、エア抜き機能を備えたスプリング式注入器具を用いて自動低圧(0.06N/mm²以下)注入を行うものである。ひび割れ内部や鉄筋位置から注入を行い、ひび割れや鉄筋とコンクリートとの界面にエポキシ樹脂を浸透させることで、より大きな補修効果を得ることを目的としている。伊藤らは、 $f'_c=21\text{N/mm}^2$ の曲げ及びせん断破壊型の RC 柱に本工法を適用し、耐力やじん性が健全時とほぼ同等まで回復することを確認している¹⁾。

本研究では、コンクリートの剥落が生じた地下鉄トンネル上面の補修を想定して、断面欠損を有する RC スラブの実験を行った。断面欠損を有するスラブ試験体に、3点曲げ载荷の片振り繰返し载荷による損傷を与えた後、断面修復及び本工法による補修を施し、再载荷を行うことで補修効果を確認した。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

本研究では、予め断面欠損を設けた上で損傷を与え、補修を施す試験体(RE-SL21)と、断面欠損のない健全試験体(NO-SL21)の2体の载荷実験を行った。図-1にスラブ試験体の寸法、配筋及びひずみゲージの位置を示す。コンクリートの呼び強度は21N/mm²で統一した。

2.2 補修方法

RE-SL21には、片振り繰返し载荷により損傷を与えた後に断面修復を施し、次に本工法による補修を施した。地下鉄トンネル上面の補修を模擬して、両方とも下方向から補修を行った。断面修復は予め欠損を与えた箇所に、速硬性のファイバーモルタルをコテ塗りし

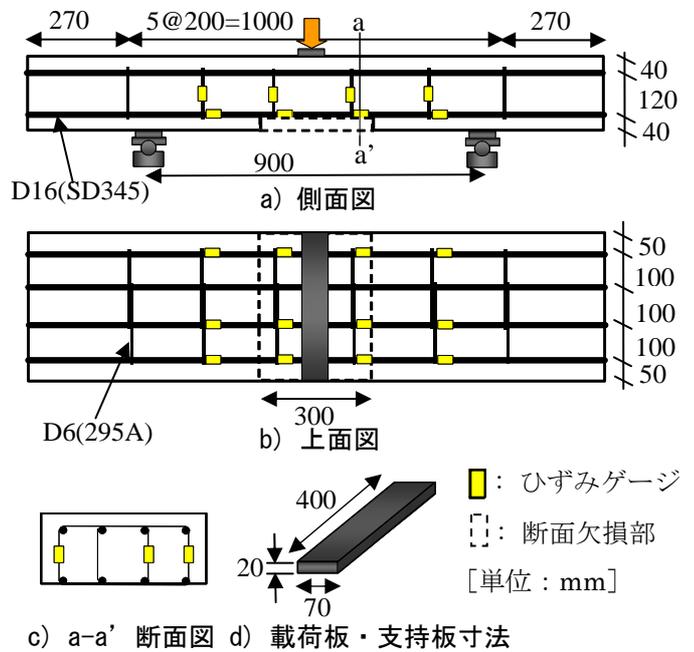


図-1 RCスラブ試験体

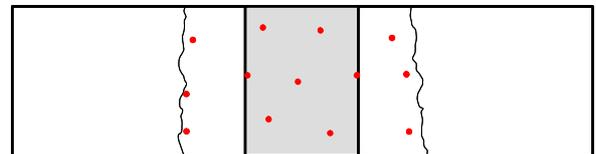


図-2 注入ポイント及びひび割れ図



写真-1 樹脂注入の様子

キーワード 内圧充填接合補強工法, スラブ, 樹脂注入, 断面修復, 補修効果
 連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-17 TEL 03-5734-2584

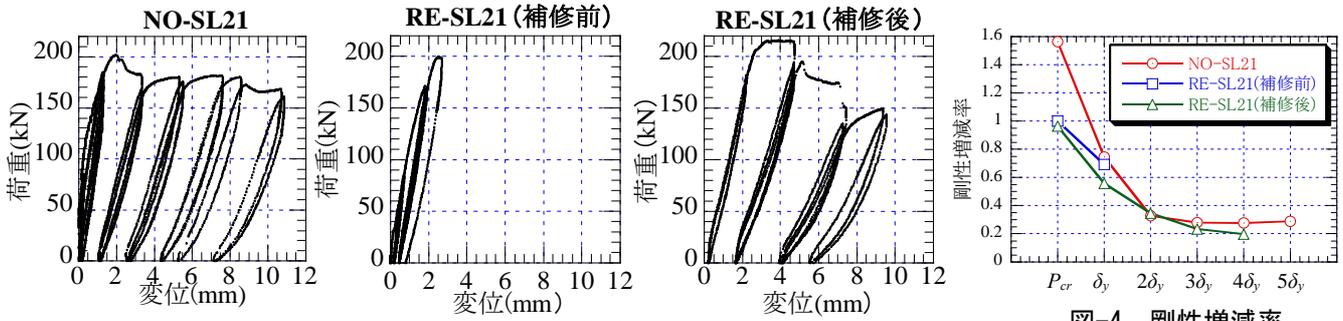


図-3 荷重-変位曲線

図-4 剛性増減率

て行った。ファイバーモルタルの硬化後、樹脂注入のポイントを穿孔した。孔径は7mm、深さは50mmとした。注入ポイントは、ひび割れ発生位置及び断面修復部とした。注入ポイント及び補修時のスラブ底面のひび割れ図を図-2に示す。穿孔終了後、穿孔部以外のひび割れ表面にシーリングを施し、樹脂の漏れを防いだ。シーリング材の硬化後、注入器具を穿孔部に取り付け、エポキシ樹脂を吐出圧 0.06N/mm² で加圧注入し、加圧状態で72時間硬化養生させた。樹脂注入の様子を写真-1に示す。エア抜きは注入開始直後に台座とキャブコンキャップの連結を緩めることで行った。

到達した以降は、 $2\delta_y$, $3\delta_y$, ...と δ_y ずつ変位を増加させ、3サイクルずつ載荷を行った。損傷を与えるプレ載荷は荷重がピークに到達するまで行い、補修後の載荷試験は荷重が十分低下するまで行った。

2.3 使用材料

試験体に使用したコンクリートの材料特性を、表-1に、補修材の強度特性を表-2に示す。ファイバーモルタルの強度は、28日強度である。

3. 実験結果

3.1 最大荷重

各試験体の補修前・補修後の最大荷重、最大荷重時の変位ならびに破壊形式を表-3に示す。最大荷重を比較すると、RE-SL21(補修後)がRE-SL21(補修前)と比べ1.08倍、NO-SL21と比べ1.07倍で最も大きい結果となった。

2.4 載荷方法

スラブへの載荷は、油圧式1000kN耐圧試験機を用い、片振り繰返し載荷を行った。また、スラブ中央と支点に変位計を設置し、それぞれの変位を計測した。

3.2 荷重-変位関係及び剛性の変化

各試験体の荷重-変位関係を図-3に示す。全ての試験体で変位 δ_y と $2\delta_y$ の間で最大荷重が得られた。RE-SL21(補修後)とRE-SL21(補修前)を比較すると、補修後の方が δ_y 時の変位が大きく、剛性が低下している。

載荷段階は、荷重が曲げひび割れ発生荷重 P_{cr} 及び P_{cr} と主鉄筋降伏時荷重の中間値に到達した時点で1サイクルの載荷を行い、中央変位が主鉄筋降伏時変位 δ_y に

各サイクルの荷重0の点と、変位が最大になった点の2点を結ぶ割線剛性を、部材剛性と定義する。補修後の各載荷段階の剛性をRE-SL21(補修前)の P_{cr} 時の剛性で正規化した値(剛性増減率)と、載荷段階の関係を図-4に示す。 P_{cr} の載荷段階で比較すると、RE-SL21(補修後)の剛性はRE-SL21(補修前)に対し、96.4%であり、ほぼ同等まで回復していることがわかる。

表-1 コンクリートの力学特性

試験体名	材齢	f'_c (N/mm ²)	f_t (N/mm ²)	E_c (N/mm ²)
RE-SL21(補修前)	75	28.4	2.54	2.45×10^4
RE-SL21(補修後)	91	30.9	2.63	2.35×10^4
NO-SL21	69	26.8	2.56	2.56×10^4

表-2 補修材の強度

補修材種類	圧縮強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	接着強度 (N/mm ²)
注入樹脂	88.2	58.8	9.7
ファイバーモルタル	44.0	9.0	1.9

表-3 最大荷重、最大荷重時変位及び破壊形式

試験体名	載荷段階	最大荷重 (kN)	最大荷重時 変位(mm)	破壊形式
RE-SL21(補修前)	$2\delta_y$	199.6	3.01	-
RE-SL21(補修後)	$2\delta_y$	215.2	3.71	曲げせん断破壊
NO-SL21	$2\delta_y$	201.8	2.81	曲げせん断破壊

4. まとめ

(1)断面欠損を与えたRCスラブに断面修復と内圧充填接合補強工法による補修を行った結果、断面欠損のない健全なRCスラブよりも耐力が1.07倍増加した。

(2)断面欠損を与えたRCスラブに断面修復と内圧充填接合補強工法による補修を行った結果、初期剛性は補修前の試験体とほぼ同等まで回復した。

参考文献

1)伊藤康貴ほか：エポキシ樹脂で補修したRC部材の曲げせん断性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.3，pp.1579-1584，2007