

高強度繊維補強モルタル製埋設型枠の断面補修に関する基礎的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○渡邊有寿 正会員 大井 篤 正会員 本田智昭 正会員 柿本啓太郎
カジマ・リノベイト(株) 正会員 白木 浩 小山一夫

1. はじめに

省力化, 急速施工, 生産性向上などを目的として, プレキャストコンクリート製パネルを用いた埋設型枠工法の検討事例が増えている. 近年は, 超高強度繊維補強コンクリート(UFC)をはじめとした高強度かつ高耐久な埋設型枠を構造部材としてかぶり内(圧縮縁, 引張縁)に設置する積極的な活用方法も提案されている¹⁾. セメントマトリクスの高強度化や繊維補強効果によって, 埋設型枠の部材厚は薄肉化が実現でき, 軽量化による施工の合理化にも寄与している. 一方で, 薄肉の埋設型枠を運搬, 架設する際や, 設置後もしくは供用中に外的要因で割れ・角欠けといった損傷を受けるケースも報告されているが, 取替えが困難な場合に適切な補修を施せる技術が確立されていないのが実状である. 本報では, 薄肉の埋設型枠の断面補修に適した材料として, 高弾性・高強度樹脂モルタルを選定し, 各種条件における一体性について検討した.

2. 使用材料

本検討で使用した埋設型枠および断面補修材の諸物性について表-1に示す. 埋設型枠は, 補強用短繊維に合成繊維を用いた高強度繊維補強モルタルであり, 圧縮強度 120N/mm², 曲げ強度 20N/mm²程度の強度特性を有している¹⁾. 断面補修材は, 圧縮強度 100N/mm²程度の高強度を有する樹脂モルタルである. 従来から断面補修材として利用されている付着性に優れるエポキシ樹脂に, コンクリートと同様の弾性係数を得るために特殊骨材を混合したものであり, 凍害および塩害の複合劣化に対する抑制効果が確認されている²⁾.

表-1 諸物性(埋設型枠および断面補修材)

試験項目(規格)		埋設型枠	断面補修材
		高強度繊維補強モルタル(合成繊維)蒸気養生後 [※]	高弾性・高強度樹脂モルタル(エポキシ樹脂系)材齢1日(20℃)
圧縮強度(N/mm ²)	JIS A 1108	147.4	111.0
弾性係数(kN/mm ²)	JIS A 1149	41.7	20.7
曲げ強度(N/mm ²)	JIS A 1106(JSCE-G552)	23.6	39.6
割裂引張強度(N/mm ²)	JIS A 1103	12.4	18.9

※脱型後, 90℃-24hの蒸気養生

3. 断面補修模擬供試体による一体性確認試験

本検討では, 薄肉の埋設型枠に生じる欠陥を「表面気泡」レベルの軽微なものと, 構造性能に影響を与えると想定される「断面欠損」レベルの2種に分け, 補修箇所における断面補修材の剥離や部材としての強度低下の有無あるいはその度合いを曲げ強度試験にて評価した. 供試体の概要を写真-1に, 試験ケースを表-2に示す. あらかじめ欠損部を模擬した高強度繊維補強モルタル製の曲げ供試体に, 断面補修材を充填し, コテ仕上げにて成形した. ここで, 埋設型枠の母材に混入されている合成繊維を切断等で取り除かずには補修をした場合の効果を確認するため, 欠損部に繊維をあらかじめ埋め込んだ供試体も製作した. 埋め込んだ繊維の本数は, 既往の研究³⁾を参考に, 等方性配向(ランダム)に対して繊維が一方向(配向角 0°)で向いている本数(244本/100cm²)のみとした. 試験方法および結果を以下に示す.

(1) 強度試験(静的)

静的荷重下での断面補修材の強度回復効果を曲げ試験にて確認した. 試験結果(図-1)より, 圧縮縁の補修においては, 断面欠損率が最大40%(全断面100mmに対して欠損厚40mm)生じて, 本

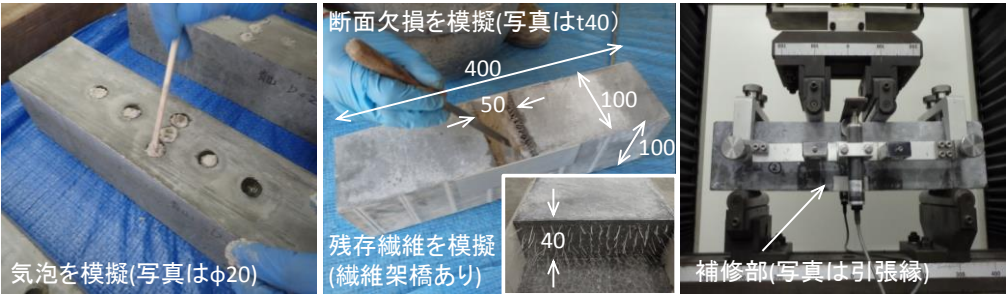


写真-1 供試体概要(補修部模擬)

キーワード 断面補修材, 埋設型枠, 樹脂モルタル, 高強度繊維補強モルタル

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-8029

検討で用いた補修材では強度低下が生じなかった。これは、断面補修材の圧縮強度や弾性係数が母材に近いと考えられる。引張縁の補修においては、表面気泡レベルの欠損であれば、強度低下は生じないものの、断面欠損レベルの場合には、断面欠損率が大きくなるにしたがって強度低下が生じた。これに対し、欠損箇所に残存する繊維を含めた補修をすることで、断面補修材と母材界面の付着力だけでなく、繊維の架橋効果が加わることで強度低下が緩和される傾向が確認された。

(2) 疲労試験(簡易法)

埋設型枠が供用中に振動を受けることを想定し、長期的な振動環境下での一体性を評価するために、加振機(高周波振動モータ)を用いた簡易的な疲労試験を実施した。試験は写真-2に示すように、補修部の引張縁に正負交番の振動が加わる方向に供試体をセットしたうえで(加速度計による実測で卓越方向はZ方向)、補修部表面に卓越周波数 91.6Hz、加速度約 15Gal (0.15m/s²) の振動が生じていることをモニタリングしながら累計 370 分、合計約 200 万回の振動を与えた。試験結果(図-1)より、加振 200 万回後の曲げ強度は、加振前に比べて約 25~30%程度低下する結果となった。これは、欠損部からマイクロクラックが進展したものと推察され、このことから構造部材(特に引張縁)を補修する際には注意が必要であると考えられる。なお、加振後にハンマーで補修箇所を打撃しても、補修材は剥離せず、良好な一体性を有していた。

4. おわりに

薄肉の高強度繊維補強モルタル製埋設型枠の断面補修材として、高弾性・高強度樹脂モルタルを用い、断面欠損率や欠損部の繊維架橋効果ならびに振動の影響を評価した。構造部材(特に引張縁)を補修する際には、完全な耐力の回復は困難なものの、母材に応じた材料を選定することで、その影響を緩和する可能性があることを確認した。

表-2 試験ケース

欠損レベル・位置				補修部の 繊維架橋	曲げ強度試験※	
		欠損厚	欠損率		静的	疲労
気泡 補修	引張縁	t5.0mm(φ10)	5.0%	無	○	
		t7.5mm(φ15)	7.5%		○	
		t10mm(φ20)	10%		○	○
断面 補修	圧縮縁	t10mm	10%	無	○	
		t20mm	20%		○	
		t40mm	40%		○	
	引張縁	t10mm	10%		○	
		t20mm	20%		○	
		t40mm	40%		○	
	引張縁	t10mm	10%	有	○	
		t20mm	20%		○	
		t40mm	40%		○	○

※供試体寸法 100×100×400mm

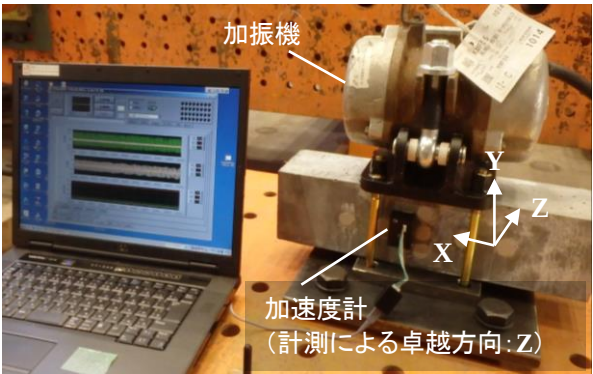


写真-2 疲労試験状況

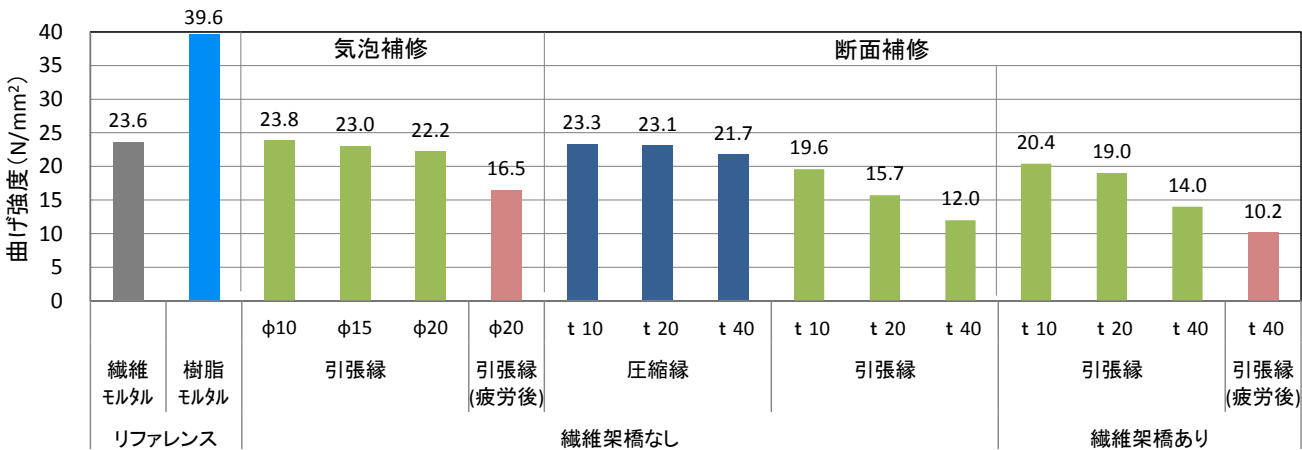


図-1 強度試験結果(一覧)

参考文献

1) 本田智昭ほか：有機繊維を用いた埋設型枠の性能と適用事例，土木学会第 70 回年次学術講演会，2015，pp. 347-348.
2) 内田真末ほか：樹脂モルタル補修材によるコンクリート構造物の耐久性向上に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 37，No. 1，2015，pp. 1633-1638.
3) 浅野浩平：高性能繊維補強セメント複合材料における繊維配向性と架橋側に関する研究，筑波大学博士論文，2014