

ひび割れ注入補修があと施工アンカーの引抜き耐力に与える影響

日本ヒルティ(株) 正会員 ○石原 力也
 岐阜大学 正会員 国枝 稔
 岐阜大学 学生会員 荒川 遥

1. はじめに

設計・施工段階において、あと施工アンカーの母材コンクリートは、ひび割れや豆板がなく健全な状態であることを確認しなければならない。しかし施工段階で健全でも、地震力の作用、中性化、塩害、凍害、化学的浸食等の環境作用により供用期間中にひび割れを生じる場合があり、アンカーの安全使用にあたっては、適切な維持管理がもとめられている。近年、アンカー近傍に発生したコンクリートのひび割れが耐荷力に与える影響が実験的に検討され、その知見が集まりつつある。一方、ひび割れを補修した後の、あと施工アンカーの力学的性能に関する知見は少なく、関係する指針や要領には、具体的な記載がない。そこで本研究では、母材コンクリートのひび割れをエポキシ樹脂にて注入補修した試験体を作製し、あと施工アンカーの力学的性能に与える影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

実験に用いたアンカー材を表-1に示す。サイズはM12とし、アンカー種類は、金属系と接着系の各1種類とした。図-1に鋼管コンクリートの形状寸法を示す。鋼管（一般構造用鋼管、鋼管厚4.5mm）の中にコンクリートを打設し作製した。配合は24-12-20Nで、試験時のコンクリート圧縮強度は34.2N/mm²であった。

表-2に実験に使用したひび割れ注入材の仕様を示す。ひび割れ補修用の注入材には、エポキシ樹脂やアクリル樹脂などの有機系、セメント系、ポリマーセメント系がある。ひび割れの進行は止まっている条件とし、深さ150mmまで浸透させる必要がある事より、強度の高い硬質形の土木補修用エポキシ樹脂注入材I種の製品を選定した。また、今回はひび割れ注入補修材の影響の実験的な検討として、1種類のみで実施した。主剤はエポキシ樹脂を主成分とする超低粘度形の注入補修用エポキシ樹脂で、引張せん断付着強さは10N/mm²以上である。実験パラメータは、コンクリートひび割れ補修材の影響をアンカー種類別とひび割れ幅別に検証比較するために、アンカー種別を金属系と接着系を1種類ずつとし、ひび割れ幅は、既往の研究よりあと施工アンカーの引抜き耐力に影響のある0.1mmと0.3mmの2種類とし、各パラメータ毎に試験体は5体とした。

3. 実験方法

硬化後の鋼管コンクリート供試体の型枠面の中心位置に、金属系および接着系の試験体アンカーを施工した。その後、アムスラー式圧縮試験機により割裂ひび割れを導入

表-1 試験体アンカー

分類	アンカー	サイズ (mm)	穿孔径 (mm)	埋込長 (mm)	材質	引張強度 (N/mm ²)
金属系 拡張型	締付方式ウエッジ式	φ12	φ12	75	炭素鋼	700
接着系 注入式	カートリッジ型 (有機系)	M12 (ホルト)	φ14	84	SNB7	860

表-2 補修材仕様

項目		内容
主成分	主剤	エポキシ樹脂
	硬化剤	脂環式ポリアミン
混合比	主剤:硬化剤=3:1	
混合粘度	100±50mPa·s(20°C)	
可使用時間	40±10分(20°C, 500g)	
圧縮降伏強さ	45.0 以上(N/mm ²)	
曲げ強さ	40.0 以上(N/mm ²)	
引張強さ	75 以上(N/mm ²)	



図-1 鋼管コンクリート(上)

図-2 注入補修状況(右)



し、ひび割れ幅を0.1mm、0.3mm（管理値+0.1mm以内）に調整しコンクリートビス（φ4.0mm、全長45mm）をひび割れ部分に挿入して幅を保持した。注入補修有りの試験体は、図-2に示すように、ひび割れ導入後、所定の混合比にて主剤と硬化剤を混合し、注入材が流出しないようにシール材にて囲いを施しその中に溜め注入した。養生は2週間とし、その後、非拘束でのアンカー引抜き試験を実施した。

キーワード あと施工アンカー、ひび割れ補修材、金属系、接着系、点検、補修

連絡先 〒224-8550 横浜市都筑区茅ヶ崎南 2-6-20 日本ヒルティ(株) 技術本部 TEL 0120-66-1159

4. 実験結果

図-3 に、金属系、接着系別と注入補修材有り無し別およびひび割れ幅別の、最大引抜き荷重値（左軸）とひび割れなしを基準(100%)とした残存率(%)（右軸）をグラフで示す。注入補修なしにおける最大引抜き荷重の残存率は、金属系アンカーの場合、0.1mmで84.5%、0.3mmで71.7%となった。接着系では、0.1mmで73.0%、0.3mmで51.7%となった。一方、注入補修有りにおいては、金属系アンカーの場合、0.1mmで100%、0.3mmで82.8%となった。接着系の場合、0.1mmで102.1%、0.3mmで96.9%となった。

図-4 に金属系アンカーのひび割れ注入補修によるコーン破壊状況と孔底の補修材状況を示す。拡張部以外の本体部分で、コンクリート表面から20~30mmの範囲でひび割れ注入補修材がコンクリートと間に付着力を発揮し引抜き応力の伝達が働き、コーン破壊が発生したと考えられる。

図-5 に接着系アンカーのコーン破壊の注入補修無しと有りを示す。補修有りは、すべてのコーン破壊が分割されずに破壊した。注入補修材が、導入したひび割れのコーン破壊の範囲でコンクリートを繋ぎ、応力伝達を可能にしたと確認できる。さらに、付着破壊の界面は、補修なしと同様の樹脂とコンクリートとの界面での破壊となった

図-6 に、金属系アンカーの荷重変位曲線グラフを示す。注入補修有りは、荷重に対する変位が少なく剛性が高くなり、接着系アンカーの形態に似ているものの曲線のばらつきが大きいことが確認できる。

図-7 に接着系アンカーの荷重変位曲線グラフを示す。注入補修材により、ばらつきがあるものの最大荷重が補修なしと比較して向上していることが確認できる。残存率は、0.1mmで102.1%、0.3mmで96.9%となった。

5. まとめ

今回実験範囲のエポキシ樹脂主剤のひび割れ注入補修材では、ひび割れにより発生したアンカー周囲の空隙に十分充填された条件では、引き抜き耐力に影響を及ぼすことが確認された。金属系では、拡張部以外での付着によるコーン破壊が確認され、接着系では、コーン破壊耐力の回復と付着力の回復が確認された。今後、補修材の種類による影響や、補修深さ等での影響を実験検討することで、アンカーの維持管理における性能評価や補修方法に活用できる可能性があると考えられる。

参考文献

1) 石原力也, 国枝稔, 川口潤, 高橋宗臣: コンクリートのひび割れがあと施工アンカーの力学性能に与える影響評価のための試験方法の開発, 日本材料学会コンクリート構造物の補修・補強アップグレード論文報告集, 第15巻, pp.381-386, 2015

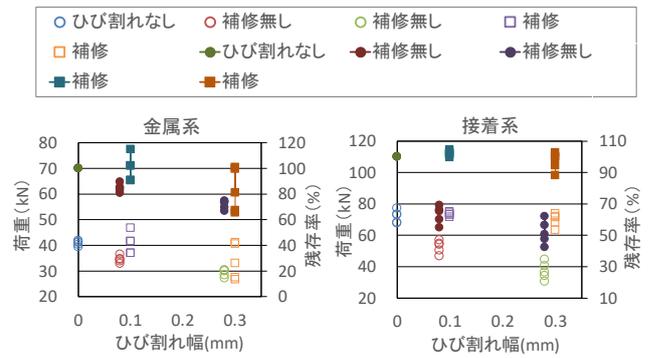


図-3 ひび割れ幅別残存率および最大荷重平均値

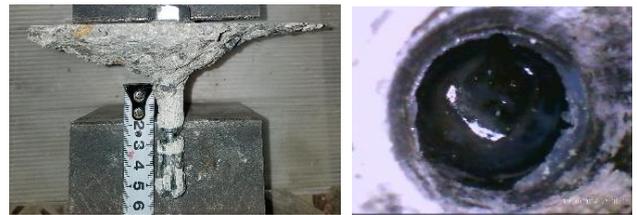


図-4 金属系補修有り破壊状況(左)孔底の状況(右)



図-5 接着系コーン破壊 補修無し(左)補修有り(右)

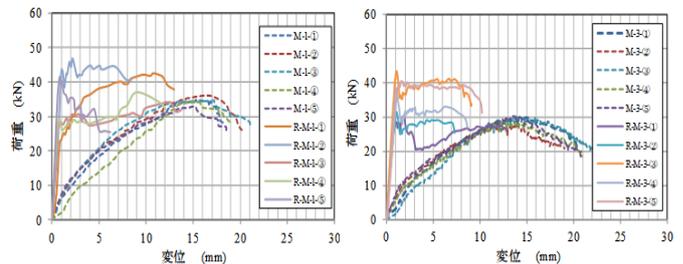


図-6 金属系アンカー荷重変位曲線

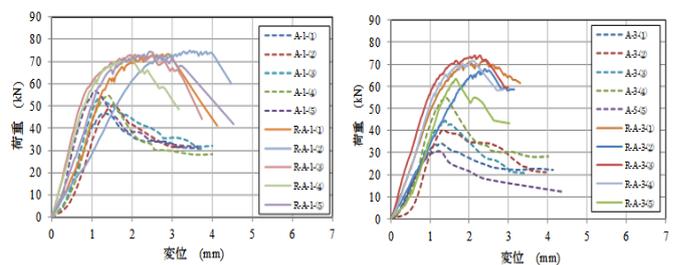


図-7 接着系アンカー荷重変位曲線