

コンクリートのひび割れ注入工法の性能比較試験

ひび割れの状態に応じた補修方法の選定に向けて

Performance Comparison Test for Concrete Crack Injection Methods

For selecting a repair method according to the status of the crack

(電力技術研究所 土木技術G 構築T)

(Construction Team, Civil Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

コンクリートのひび割れ注入工法は、補修方法として一般的な工法であるが、使用する注入材や注入方法等が異なる様々な方法が提案されている。そこで、ひび割れの状態に応じた注入工法の選定に関する知見を得るため、主要な方法を対象にひび割れへの浸透性及び接着性について比較試験を行った。

Concrete crack injection methods are a general construction method for repair. However, various methods have been proposed with different injection materials and different injection methods. Therefore, in order to learn how to select the proper injection method according to the status of a crack, we conducted comparative tests on permeability to cracks and adhesion based on the main methods.

1 背景および目的

水力発電設備のコンクリート構造物では、建設後50年以上経過したものも多く、高経年化に対応した補修対策が求められている。これらコンクリート構造物の維持管理においては、発生したひび割れを初期段階で補修することにより、設備の延命化やライフサイクルコストの低減が期待されている。

ひび割れの補修は、ひび割れの幅や挙動変化に応じた方法を選定(第1図)して行っており、比較的初期段階で行う補修方法としては、注入工法が一般的である。ひび割れ部を注入材で充填し、コンクリート内部の鉄筋の腐食を防いだり、ひび割れ部を接着してコンクリートの一体性を回復させたりする目的で使用される。

近年、従来に比べて浸透性の高い注入材や注入方法を用いた補修方法が提案されてきており、これらをひび割れの状態に応じて使用することにより、合理的な補修が行えると考えられる。そこで、注入による主な補修方法を対象に、供試体を用いた性能比較試験を行い、ひび割れへの浸透性及び接着性を評価した。

2 注入工法の選定

ひび割れ部の挙動が小さい(進行性が低い)ケースを対象に、第1表に示す4種類の補修方法を選定した。

補修方法①~③は、低粘性のエポキシ系樹脂を用いた方法であり、補修方法①は、注入材のシリンダーをひび割れ部表面に密着させて注入する一般的な方法である。これに対し補修方法②は、表面から5cm程削孔した後、エア抜き付きのシリンダーを使って削孔部から硬化開始時間の遅い注入剤を注入(内圧充填接合補強)することにより、ひび割れ内部への浸透性を高めた方法である。補修方法③は、注入材をひび割れ部にハケで数回塗布するだけで、ひび割れ面の表面張力を利用し内部へ自己浸透させる簡易な方法である。

補修方法④は、超微粒子ポリマーセメント(平均粒子径4 μ m)を用いて、微細なひび割れに対する浸透性を高めた方法である。注入方法は補修方法①と同じであるが、施工時にひび割れ部を湿潤状態(乾燥状態の場合には注水による前処理を実施)とする必要があり、樹脂系と異なる。

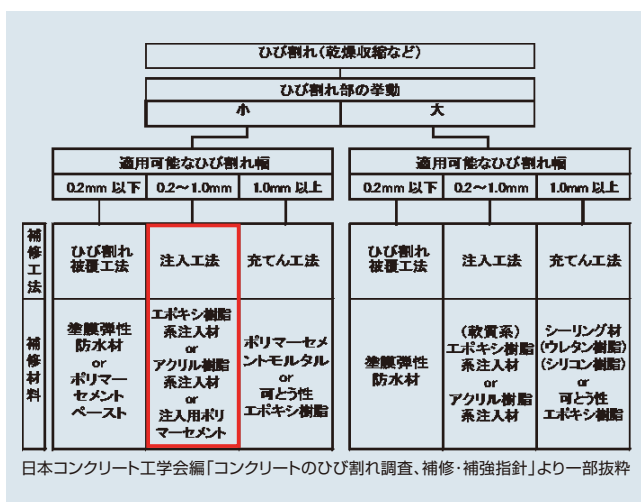
第1表 性能比較した補修方法

補修方法	注入材	注入方法	粘度 (mpa·s)	硬化開始時間	引張強度 (N/mm ²)
①	低粘性 エポキシ系 樹脂	自動低圧 (ゴム圧)	370	30分	39
②		自動低圧 (バネ圧)	720	60分	27
③		ハケ塗 (自己浸透)	430	70分	27
④	超微粒子 ポリマー セメントスラリー	自動低圧 (ゴム圧)	50 以下	—	5

3 性能比較試験

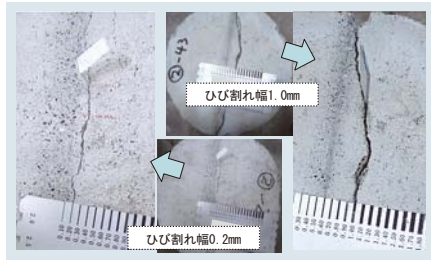
(1) 供試体および試験方法

供試体は、円柱コンクリート(直径15cm、長さ30cm)を割裂させて、割裂面が所定のひび割れ幅になるようにスリットを挟み込んだ状態で固定し、1面を残してひび割



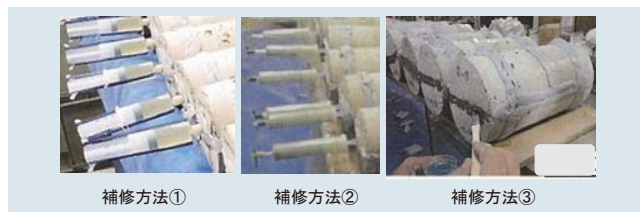
第1図 ひび割れ補修工法の選定例

れ部をシールして作製した(第2, 3図)。ひび割れ幅は、工法の適用範囲を考慮して0.2mm、1.0mmの2ケースとした。



第2図 供試体のひび割れ面の例

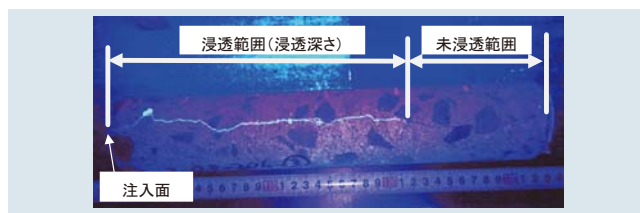
注入は、第3図のとおりひび割れ面が水平方向になるように設置した供試体に対し、上記の4種類の補修方法により行った。



第3図 試験状況の例

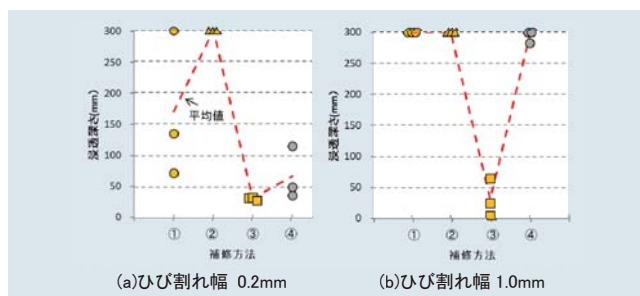
(2) 浸透性の比較

浸透性の評価は、供試体から採取した直径約6cmのコアに対し、ブラックライトを用いた方法で浸透深さを測定して行った(第4図)。



第4図 浸透性評価試験の例

補修方法②、①、④、③の順に浸透性に優れていた(第5図)。



第5図 浸透深さの比較

補修材②は、ひび割れ幅0.2、1.0mmともに全体に浸透しており、他に比べ浸透性能が最も高い。注入箇所の削孔や特殊なシリンダーのため、他の方法に比べコストがやや高いが微細なひび割れにも確実に注入できている。

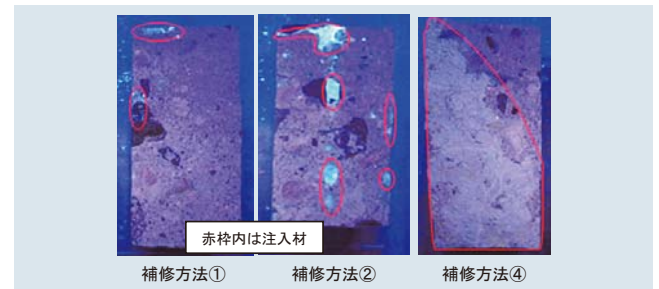
補修材①、④は、ひび割れ幅1.0mmでは全体に浸透したものの、ひび割れ0.2mmではばらつきが大きくかつ平均値は供試体の半分以下であった。

補修材③は、水平方向のひび割れであっても、ハケ塗

りするだけで3cm程度まで浸透していることから、複数のひび割れが発生している箇所における簡易な補修方法として活用可能と思われる。

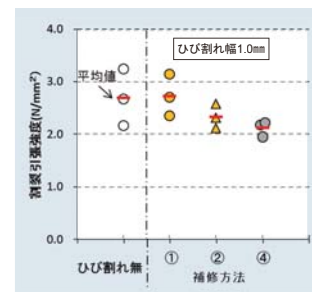
(3) 接着性の比較

接着性の評価は、採取したコアの注入面に対し割裂試験を行い、得られた割裂引張強度をもとに行った(割裂試験を実施できる深さまで浸透しなかった③は除外)。

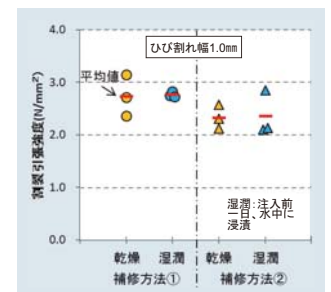


第6図 破断面の状態の例(ひび割れ幅1.0mm)

補修方法①、②は、破断面が注入材周辺のコンクリート部分であり、割裂引張強度はひび割れの無い供試体程度まで回復していることから、十分な接着性がある(第6, 7図)。補修材④は、注入材で破断した部分が多く、強度は補修材①、②よりもやや低かった。ただし、これは試験で用いたコンクリートの強度が比較的大きいためであり、割裂引張強度が注入材の強度よりも小さいコンクリートでは、補修方法①、②、④による差はほとんど生じないと考えられる。



第7図 接着性の比較



第8図 乾燥、湿潤の影響

また、樹脂系注入材の接着性の阻害要因と考えられるひび割れの湿潤状態の影響について、補修材①、②を対象に試験を行ったが、乾燥状態の場合と変わらないことが分かった(第8図)。

4 今後の展開

今回得られた注入工法の補修方法ごとの適用範囲等に関する成果は、補修対象のひび割れの状態と目標とする補修レベル、使用環境、コスト等と勘案して、最適な補修方法の選定に活用する。今後も、補修方法の開発動向や施工事例に関する情報収集に努め、必要に応じて性能評価試験を行うとともに、実現場の補修箇所の経年変化状況を確認するなどして、補修方法に関する知見を深めて行く。



執筆者 / 上松泰介