

高圧注入によるセメント系ひび割れ注入材の充填性に関する実験的検討

ジオスター (株) 正会員 横尾 彰彦
 (株) ティ・エス・プランニング 正会員 佐藤 智
 (株) ティ・エス・プランニング 仁尾 文彦
 茶谷産業(株) 今井 邦憲

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れ補修工法として、高い吐出圧を用いてひび割れ端部から超微粒子高炉スラグセメント材料を注入するという施工技術が開発されている。^{1) 2)} ひび割れ注入する際に、ひび割れ近傍からひび割れ面を貫通する小口径の穴を穿孔し注入プラグを設置する必要がある。穿孔機械の種類によっては、ひび割れに切削クズが埋まることでひび割れ注入への影響があると考えられる。一般的に超微粒子高炉スラグセメント注入材は高圧注入すると水とセメントが分離し、水だけが入ってしまい低圧注入しかできなかった。実験に使用した材料は高圧注入が可能なノンポリマーのもので分離抵抗性が高く、攪拌後3時間経過しても水・セメントが分離せず、粘度の変わらない可塑性を持った長時間の注入作業に適応できる材料を選択した。また、ひび割れ注入材料の充填性については、その程度を数値的に評価する既往の研究が少ないのが現状である。

本報告は、穿孔機械と注入機械の組み合わせを条件として、曲げひび割れ試験体を用いて注入実験を実施したので報告する。さらに、充填したひび割れ幅について、画像解析を用いて数値化する方法を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および実験条件

実験に用いたセメント系注入材は、35Mpaの高い吐出圧でも分離を生じない材料で、平均粒度が $3.4\mu\text{m}$ の超微粉末のものを用いた。また、穿孔径はいずれも $\phi 10.5$ とした。使用機械の仕様と組合せを表-1に示す。

表-1 使用機械の仕様と組合せ

	名称	仕様	No.1	No.2	No.3	No.4
穿孔機械	水循環式ダイヤモンドドリル	回転数: 8000回転/分	○	○		
	振動ドリル	回転数: 1050回転/分			○	○
注入機械	高圧注入機	最大吐出圧力: 32.5Mpa	○		○	
	足踏注入機	最大吐出圧力: 2Mpa		○		○

2.2 注入実験の概要

実験に用いたコンクリート試験体の寸法形状は、幅×高さ×長さが $400\times 600\times 1200\text{mm}$ で、図-1に示すように、中央1点荷重で荷重を加え、長辺の中央に曲げによる模擬ひび割れを発生した試験体とした。供試体には、 $f'_{ck}=54\text{N/mm}^2$ 、スランプ 3cm、

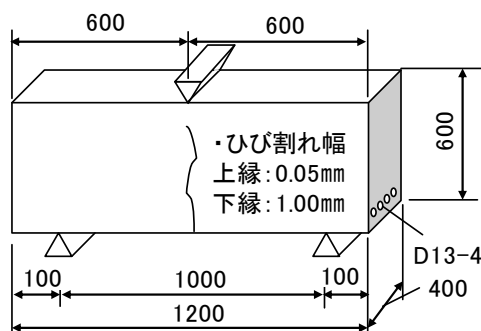


図-1 曲げによるひび割れ発生方法



写真-1 ひび割れ注入状況

最大骨材寸法 20mm のコンクリートを使用し、ひび割れ幅を保持する目的に試験体の引張側に D13 の異形鉄筋を 4 本配置した。ひび割れ導入後に、試験体側面のひび割れ幅を計測し、表-1 に示す組合せでひび割れ注入を実施した。

ひび割れ注入は、写真-1 に示すように、試験体を立て、引張側からの注入とした。また、注入材の硬化後に、図-1 の荷重スパンで試験体を負曲げ荷重して、内部の充填状況の確認を行った。

キーワード セメント系ひび割れ注入材、高圧注入、充填性、画像解析

連絡先 〒355-0001 埼玉県東松山市岡字膳棚 1871 ジオスター (株) 技術研究所 TEL 0492-36-1133

3. 実験結果および考察

表-2 実験結果一覧

名称		No.1	No.2	No.3	No.4
穿孔機械	水循環式ダイヤモンドドリル	○	○		
	振動ドリル			○	○
注入機械	高圧注入機	○		○	
	足踏注入機		○		○
吐出圧(Mpa)		4	1	26	7
割裂断面図					

表-2に実験結果一覧を示す。割裂断面図の数字は、ひび割れ幅の計測位置（注入側から距離mm）を示し、（）内はひび割れ幅mmを示す。

No. 1、2の試験体は、足踏・高圧注入で注入側の反対側から注入材が染み出たことが確認された。また、内部の充填状況は、ひび割れ面の全面に注入材が充填されていることが確認された。

No. 3の試験体については、吐出圧は最初に最大圧になり、注入材が入るにしたがって急激に下がる傾向が確認された。また、内部の充填状況は、全体の約70%程度の充填範囲であることが確認された。これは、注入箇所ひび割れ面に詰まった穿孔時の切削クズが影響し吐出圧が高くなったことと、途中で目詰まりを起した状態になり、そこから先に注入できなかったことが考えられる。一方、No. 4の試験体は、足踏注入機では注入することが出来ず、内部状態も未充填であった。

写真-2にひび割れ充填状況の写真を示す。ここでは、割裂面の充填状況写真より平均充填ひび割れ幅を算出することが可能かどうか、画像解析を用いて試みた。まず、充填状況と側面のひび割れ幅を割裂面に記入後、垂直方向から写真を撮影し、画像編集ソフトで画像の修正・編集を行った。画像解析には、画像解析ソフトNIH社 Image J を使用し、画像解析では未充填面積を矩形に換算し、平均充填ひび割れ幅の算出を行った。



写真-2 ひび割れ充填状況 (No. 3)

$$W = 79.60 \text{ (未充填面積)} / 400 \text{ (試験体幅)} = 0.199 \text{ mm}$$

4. まとめ

本試験の結果から、以下の知見を得ることができた。

- ① 孔機械に水循環式ダイヤモンドドリルを使用した場合は、注入機械の性能に関わらず、低圧によるひび割れ注入が可能であった。一方、振動ドリルの場合は、ひび割れ面に詰まった穿孔時の切削クズが影響すると考えられるため、高圧の注入機械との組合せが必要となる。
- ② 割裂面の充填状況写真より平均充填ひび割れ幅を算出することが可能であった。今後は、ひび割れ注入管理方法や吐出圧と充填ひび割れ幅の関係を探るため、更なるデータの蓄積を行いたい。

参考文献

- 1) 奥山厚志他：セメント系ひび割れ注入材の流動性に関する基礎的試験，土木学会第 65 回年次学術講演会，P769-770，2010
- 2) 横尾彰彦他：切削式小口径穿孔装置による長尺穿孔時の精度について，土木学会第 65 回年次学術講演会，P767-768，2010