

ひび割れに樹脂注入したコンクリート梁の強度性状と防食効果

東京大学生産技術研究所

正会員 星野富夫

東京大学 国際・産学共同研究センター

F 会員 魚本健人

はじめに

コンクリート構造物に発生しているひび割れの補修方法として、エポキシ系の樹脂を注入する方法が実用化されているが、それらの補修効果や防食効果についての報告は少ない。本報告は、昨年発表した基礎的な実験を基に、水・セメント比の異なるコンクリートを用いて、樹脂注入の程度（深さ）と力学的性状を調べるとともに塩素や炭酸ガスなどの有害物質の遮蔽効果に及ぼす影響等について検討したものである。

1. 実験概要

実験には、普通ポルトランドセメント、川砂、最大寸法 15mm の砕石を用い、水・セメント比：50、70%、単位水量：185kg/m³、スランプ：10±1cm となるような配合のコンクリートを用いた。

供試体は 10×10×40cm の曲げ型枠の両端に鉄筋保持用の端板を配し、発生ひび割れ幅保持用の全長が 39cm の異形鉄筋（D10）を中心に配置した 10×10×38cm の矩形梁である。

ひび割れの導入は、コンクリートの打設後 4 週まで散水養生を行い、2～3 日間程度試験室内に放置して供試体の表面を乾燥させ、ひび割れ幅測定用のπゲージならびにたわみ測定用の変位計を取り付けて、曲げ載荷試験を行ってひび割れを導入した。このコンクリート梁の曲げ載荷試験は、スパンを 30cm とする 2 等分点集中載荷によるものであり、コンクリート梁の中央部分に 1 本のひび割れを発生させ、除荷後にコンクリートのひび割れ幅が 2mm±0.2mm 程度になるようにした。

ひび割れに注入した樹脂は、実際の現場で用いられている 2 液型エポキシ樹脂（粘度：500±200mPa・s）であり、ひび割れ（底面）に注入パイプを取り付け、周りのひび割れにシーリングを施して、樹脂注入を行った。完全注入の場合には、ゴムチューブの圧力により注入する方法により行い、表層部分注入の場合には、ひび割れ幅と深さ（1cm、2cm、5cm）からエポキシ樹脂の重量（容積）を計算し、注射器にエポキシ樹脂を計りとり注入した（写真 - 1）。

塩素や炭酸ガスの遮蔽効果を検討する供試体は、樹脂注入したパイプを取り付けた面（底面）以外の 5 面を遮蔽用のエポキシ樹脂によりコーティングし、解放面からの促進浸透実験を行った。この塩分浸透に用いた模擬海水には、3.3%・NaCl 溶液を用い、20 の試験室内で 3 日間浸漬、空中放置を 4 日間行う行程を 1 サイクルとする促進試験であり、今回の試験では 8 サイクルまで行った。また、促進炭酸化試験は、炭酸ガス濃度 10%、温度 20℃、湿度 60%の試験槽内にて 8 週間まで行った。

2. 実験結果と考察

図 - 1、2 には、樹脂注入した水・セメント比が 50、70%のコンクリート梁の曲げ載荷加重とたわみの関係を示す。図 - 1 は、水・セメント比が 50%のコンクリート梁のひび割れに樹脂注入したものであり、図 - 2 は水・セメント比が 70%のものである。



写真 - 1 表層部分注入の方法

キーワード：曲げ載荷、ひび割れ、エポキシ樹脂注入、塩分浸漬、促進炭酸化

〒106-8558 東京都港区 7 - 2 2 - 1 TEL:03-3402-6231 FAX:03-3470-0759

曲げ載荷方法は、初期ひび割れ導入時と同じ方法により行ったものであるが、何れの水・セメント比のコンクリートでも、完全注入した場合のひび割れ発生荷重は、初期載荷におけるひび割れ発生荷重を大幅に上回っている。また、ひび割れ深さの半分程度まで樹脂注入した場合にも、初期載荷のひび割れ発生荷重を若干上回っている。しかし、表層から1～2cmの部分注入では、初期載荷のひび割れ発生荷重を下回る。

写真 - 2 は、水・セメント比が70%のコンクリート梁のひび割れに、表層部分注入(1cm)した供試体を促進炭酸化させたコンクリート梁の断面に、フェノールフタレイン1%溶液を噴霧させて、呈色反応から中性化性状を調べた写真である。

8週間の促進炭酸化により、ひび割れ部以外の健全部分においても、表面から30mm程度まで中性化が進行しているが、樹脂注入がなされていない内部のひび割れに沿って中性化が進行している。この傾向は、2cmの樹脂注入深さのものでも認められたが、これほど顕著には表れていない。一方、水・セメント比が50%のコンクリート梁に、表面から1cm程度樹脂注入した試験体の場合には、健全部分の中性化深さも10mm程度であることから、このような傾向は全く認められなかった。

写真 - 3 は、模擬海水の乾湿繰り返しによる塩素の浸透をEPMaの分析により確認したものである。この写真は、水・セメント比が70%のコンクリート梁のひび割れに表層部分注入(1cm)したものであるが、相対的に白く見える部分が塩素の浸透を示している。塩素の浸透がひび割れに注入した表層部分注入の深さを大幅に越えているものの、中性化(炭酸ガス)の場合と異なり、注入した樹脂の先端部分に直交した方向における塩素のラインプロファイルからは、樹脂注入がなされていないひび割れ部分が欠陥となるような傾向は認められなかった。

謝辞 本研究の遂行にあたり、ショーボンド建設(株)千葉営業所の奈良岡氏から多大な技術協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

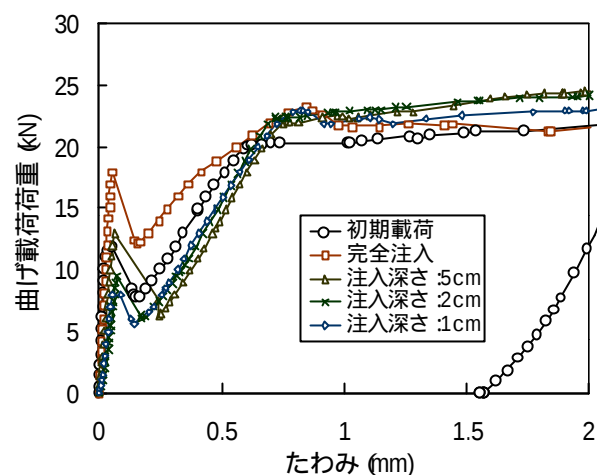


図 - 1 載荷荷重とたわみの関係 (W/C = 0.5)

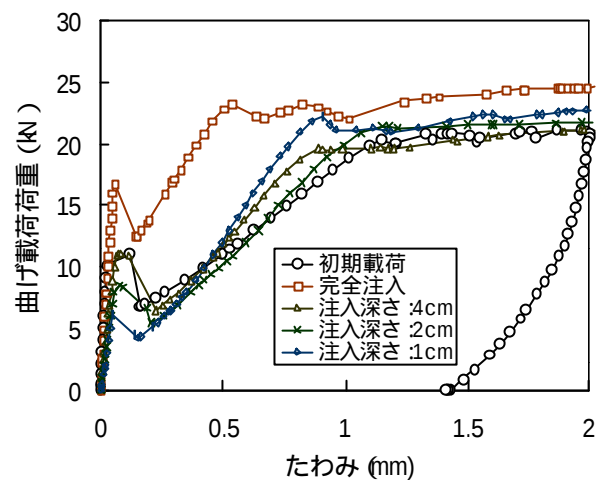


図 - 2 載荷荷重とたわみの関係 (W/C=0.7)

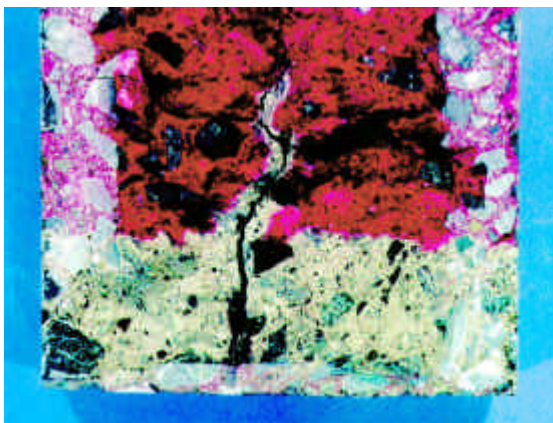


写真 - 2 部分注入供試体の中性化性状

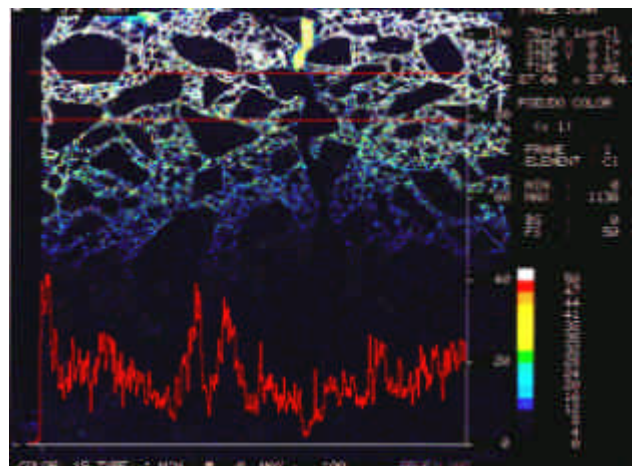


写真 - 3 EPMaによる塩素の浸透性状の確認