

V-383

エポキシ樹脂の注入性状に及ぼす間隙内面の影響について

東急建設(株) 正会員 瀬野康弘
 東急建設(株) 正会員 渡邊弘子
 日本綜合防水(株) 井澤哲也
 アルプス化学産業(株) 若林 仁

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れなどの補修に古くから注入工法があり、多くの実績を挙げている。しかし注入量の管理や、材料のロスを抑えることが困難などの種々の問題点もまだ残されている¹⁾。そのためには注入管理手法の確立が重要であり、注入量（注入速度）の予測が必要となる。筆者らは注入速度に影響を及ぼす要因の一つにひび割れなどの間隙内面の粗さを考え、ポリウレタン樹脂を用いて、その基本的注入性状（注入速度）を表現できるよう試みた²⁾。ここでは、間隙内面の表面粗度がエポキシ樹脂の注入性状に及ぼす影響について検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

注入実験装置は、図1に示すように鋼製のフレーム内に2枚の亚克力板（ $t=20\text{mm}$ ）を所定の間隙が得られるように金属製のスペーサを挟んで設置出来るようにしたもので、亚克力板の片側長辺中央に注入口を設けている。間隙内面の粗さは建築内装用クロス材を亚克力板に貼り付け模擬した。ただし片側の亚克力板には注入状況を観察するために透明フィルムを貼り付けた。表面粗さの指標としては平均粗さ R_a および最大高さ R_y を考え、JIS B 0601に準じて測定した。

エポキシ樹脂は、表1に示す粘度の異なる3種類を用いた。なお、実験においては主剤のみを使用し、材料の粘度は注入前後にB型粘度計により測定した。表2に模擬粗面条件を、表3に実験ケースを示す。

実験は、材料の重力による流下（だれ）の影響を除くため装置を水平横置きとし、温度 20°C 、湿度60%R.H.の恒温恒湿室内で行った。所定の厚さ（間隙幅）のスペーサを挟んで透明フィルム、クロス材を貼り付けた亚克力板を装置に設置した後、注入口手前まで材料を送り込み、注入口側の圧力が所定の圧力になるようにレギュレータを調節した。次いで注入口のcock

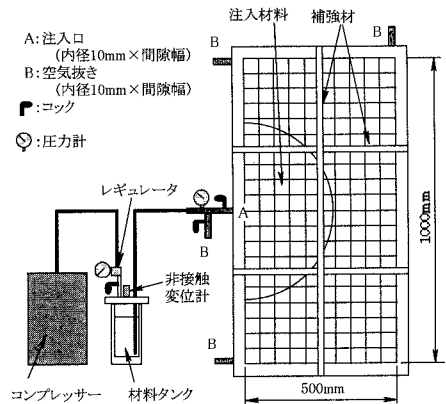


図1 注入実験装置の概要

表1 エポキシ樹脂の特徴

材料 記号	比重 ^{注1)}	粘度 (mPa・sec)		実験時 T ₁ ($^\circ\text{C}$)	実験時の 材料温度($^\circ\text{C}$)
		混合液 ^{注1)}	主剤 ^{注2)}		
E1	1.15 $\pm$ 0.05 (20°C)	100 $\sim$ 200 (20°C)	168 $\sim$ 188	0.9 $\sim$ 1.3	18.0 $\sim$ 19.0
E2	1.02 $\sim$ 1.06 (25°C)	400 $\sim$ 500 (25°C)	630 $\sim$ 760	0.9 $\sim$ 1.3	19.0 $\sim$ 22.0
E3	1.20 $\pm$ 0.05 (20°C)	1000 $\sim$ 2000 (20°C)	1475 $\sim$ 1640	1.0 $\sim$ 1.1	19.0

注1) 主剤硬化剤混合液。メーカーカタログによる。

注2) 実験時主剤のみ使用、60rpm、30sec後のBM型粘度計の読み値

注3) T₁= μ 6rpm / μ 60rpm

表2 模擬粗面条件

粗面 記号	組合せ	平均粗さの平均 R_a (μm)	最大高さの平均 R_y (μm)
目無(N)	透明フィルム+透明フィルム	0.4	7
細目(F)	透明フィルム+クロス材A	17.4	161
中目(M)	透明フィルム+クロス材B	23.2	236
粗目(C)	透明フィルム+クロス材C	29.6	296

表3 実験ケース一覧

材料 記号	粗面状態 間隙幅(mm) 注入圧(Mpa)	目無(N)			細目(F)			中目(M)	粗目(C)
		0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	1.0	1.0
E1	0.29		○			○		○	○
	0.10							○	○
E2	0.29	○	○	○	○	○	○	○	○
	0.49							○	○
E3	0.49		○			○		○	○

キーワード：ひび割れ、補修、注入速度、ポリウレタン樹脂、表面粗さ

連絡先：〒229-1124 相模原市田名字曾根下3062-1 東急建設(株) TEL:042-763-9507 FAX:042-763-9503

を開放し充填状況をデジタルビデオカメラで記録した。注入時には材料タンクの液面の下がり量および注入圧力を同時に記録した。注入面積は、実験終了後ビデオカメラに記録した画像を出力しプランニメータにより測定し、注入量は同時刻の材料タンクの液面下がり量にタンクの断面積を乗じて求めた。

3. 実験結果および考察

上村ら³⁾が提示した式(1)の右辺により求まる値と実験された面積速度の関係を図2に示す。ただし、間隙幅は注入量を注入面積で除して求めた値を、注入圧は、注入口手前の実測圧力を用いた。図中には粗面条件ごとに原点を通る直線で回帰した結果を示すとともに上村らの実験結果を併せて示した。

$$Sv = \alpha w^2 p / \mu \quad (1)$$

ここに

Sv : 注入面積速度 (cm^2/sec)

w : ひび割れ幅 (cm) p : 注入圧 (MPa)

μ : 材料の粘度 ($\text{dPa} \cdot \text{sec}$) α : 回帰係数 (粗面係数)

図よりエポキシ樹脂の面積速度(注入速度)は間隙幅, 注入圧, 材料の粘度以外にも間隙内面の粗度の影響を受け, 滑らかなほど注入速度が速くなることがわかる。これはポリウレタン樹脂の実験結果²⁾と同様である。本実験で得られる回帰係数が, 上村らの実験結果の回帰係数より小さいのは実験方法の違いによるものと思われる。

図3, 図4は平均粗さ Ra と粗面係数 α との関係, 最大高さ Ry と粗面係数 α との関係をそれぞれ示したものである。図中にはポリウレタン樹脂の実験結果²⁾を併せて示した。これらの図よりエポキシ樹脂についてもポリウレタン樹脂と同様, 式(1)における粗面係数は図中に示す式のように表面の粗さを現す平均粗さ Ra や最大高さ Ry などの指標の指数で近似できることが確かめられた。

4. まとめ

本実験の結果, 以下のことが明らかとなった。

- ①エポキシ樹脂の注入面積速度もウレタン樹脂と同様, 間隙幅, 注入圧, 材料粘度以外に, 間隙内面の粗度の影響を受ける。
- ②面積速度式の回帰係数は, 表面粗さを表す平均粗さや最大高さの指数関数で推定できる。

今後は, コンクリート板を用いるなど, 現実に近い条件での注入性状を検討して行く必要があるとともに, ひび割れ内面の粗さについても検討して行く必要がある。

【参考文献】

- 1) (社)日本塗装工業会：コンクリート土木構造物の補修マニュアル, pp. 89-90, 1994. 5
- 2) 瀬野・渡邊・大西・丸田：ポリウレタン樹脂の注入性状に及ぼす間隙内面の影響について, 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集V, pp. 1184-1185, 1998. 11
- 3) 上村・小西・橘高：鉄筋コンクリート造のひびわれ補修における樹脂の充填程度の数式化, セメント技術年報42, pp. 491-494, 1988

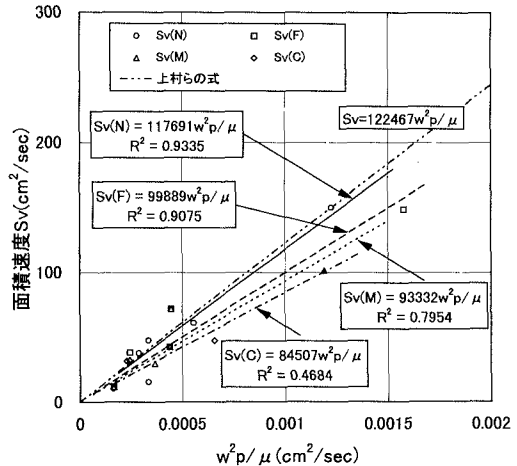


図2 間隙幅, 注入圧, 粘度と面積速度の関係

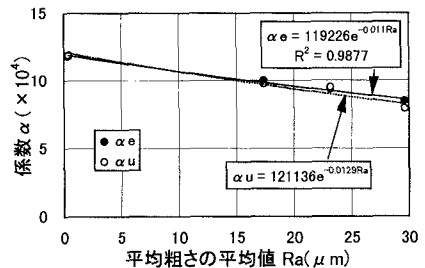


図3 平均粗さと粗面係数の関係

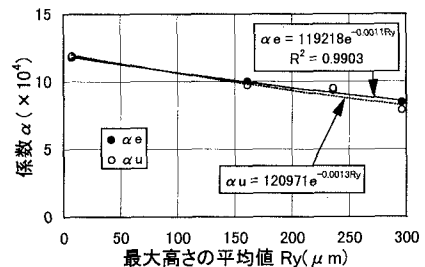


図4 最大高さ粗面係数の関係