

東急建設(株) 正会員 濑野康弘
 東急建設(株) 正会員 渡邊弘子
 (株)バッサー 正会員 大西聰
 (株)バッサー 丸田大士

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れなどの注入補修に使用される材料は決して安価ではないため、注入充填時に材料ロスを抑えることは言うまでもなく、注入口の配置、注入時間の管理など適切な施工計画・管理を行うことが重要である。その手段の一つとして注入速度(注入面積)の予測が挙げられる。筆者らは注入材料としてポリウレタン樹脂を取り上げ、その基本的注入性状はエボキシ樹脂に関する既往の研究と同様の実験式(注入速度式)で表現できることを確かめた¹⁾。ここでは、間隙内面の表面粗度が注入性状に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

注入実験装置を図1に示す。装置は鋼製のフレーム内に2枚のアクリル板($t=20\text{mm}$)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、アクリル板の片側長辺中央に注入口を設けている。

ポリウレタン樹脂は、粘度の異なる3種類を用いた(表1参照)。なお材料U1は、2液性の材料であるが実験においては主剤のみを使用した。材料の粘度は注入前後にB型粘度計により測定した。

注入間隙内面の粗さを模擬するために、建築内装材として使用されている壁用クロス材をアクリル板に貼り付けた。ただし片側のアクリル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。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アクリル板を装置に設置し

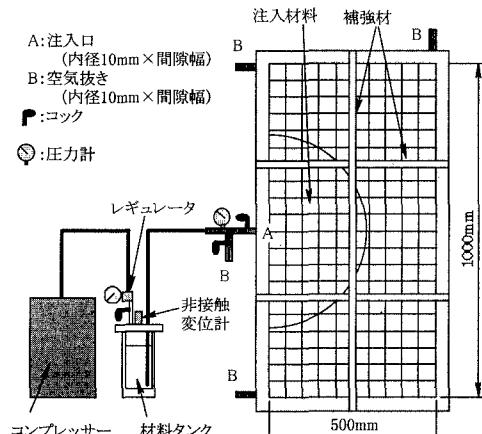


図1 注入実験装置の概要

表1 ポリウレタン樹脂の特徴

材料記号	一般名称	外観	比重	粘度(cps)		実験時
				メーカー名	測定値	
U1	疎水性ポリウレタン樹脂(主剤)	褐色透明液体	1.076～1.096	40～60	54～64 (25°C)	
U2	親水性ポリウレタン樹脂	無色～淡黄色 透明液体	1.14	250 (20°C)	297 (20°C)	
U3	親水性ポリウレタン樹脂	無色～淡黄色 透明液体	1.13	400 (20°C)	405 (20°C)	

表2 模擬粗面条件

粗面記号	組合せ	平均粗さの平均 $R_a(\mu\text{m})$	最大高さの平均 $R_y(\mu\text{m})$
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	目無(N)			細目(F)			中目(M)			粗目(C)			
		間隙幅(mm)	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
U1	0.05		○			○			○			○		
	0.10		○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	◎
	0.29		○			○			○			○		
U2	0.10		○			○			○			○		
	0.13		○			○			○			○		
U3	0.10		○			○			○			○		
	0.13		○			○			○			○		

注)◎は2回実施

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:0427-63-9507 FAX:0427-63-9503

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。次いで注入口のコック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²⁾が提示した式(1)の右辺により求まる値と実測された面積速度の関係を図2に示す。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した。なお、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。

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

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 (dPa·sec) α : 回帰係数 (粗面係数)

図より材料の面積速度(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。

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。これらの図より式(1)における粗面係数は式(2)および式(3)に示すように表面の粗さを現す平均粗さや最大高さなどの指標の指数で近似できることが確かめられた。

$$\alpha = 121136e^{-0.0129Ra} \quad (2)$$

$$\alpha = 120971e^{-0.0013Ry} \quad (3)$$

ここに

α : 粗面係数(無次元、式(1)における回帰係数)

Ra : 平均粗さ (μm) Ry : 最大高さ (μm)

4.まとめ

本実験の結果、以下のことが明らかとなった。

- ①ポリウレタン樹脂の注入面積速度は、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面積速度式の係数は、表面粗さを表す平均粗さや最大高さの指標の指数関数で推定できる。

今後は、他の材料の注入性状や、現実に近い条件での注入性状を検討して行く予定である。

【参考文献】

- 1)瀬野・渡邊・大西:ポリウレタン樹脂の平行間隙モデルへの注入実験、コンクリート工学年次論文報告集Vol. 20, 1998.7(投稿中)
- 2)上村・小西・橋高: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

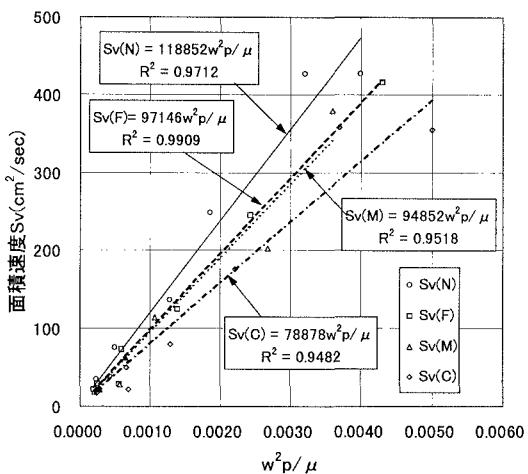


図2 間隙幅、注入圧、粘度と面積速度の関係

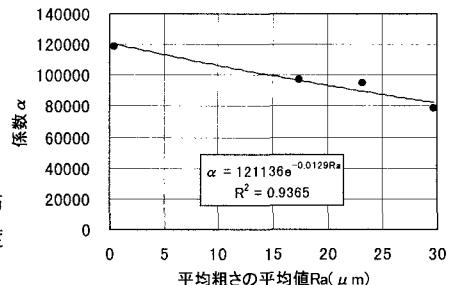


図3 平均粗さと粗面係数の関係

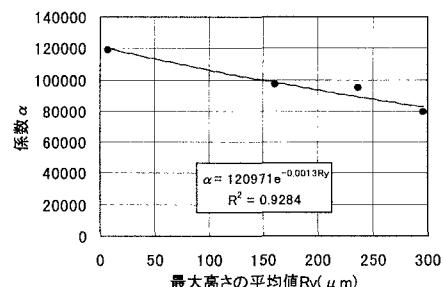


図4 最大高さと粗面係数の関係