

## 寒冷地におけるポリマーセメント系ひび割れ注入材の強度特性

北海道大学 学生会員 ○藤本 拓也  
 北海道大学 フェロー 大沼 博志  
 (株)砂子組 正会員 黒島 美男

### 1.はじめに

近年供用期間が長期化したコンクリート構造物が増加しており、構造物の維持管理面から、コンクリート構造物に発生するひび割れの補修が避けられない重要な課題となっている。ひび割れの補修方法の一つである注入工法には、接着性に優れ、微細なひび割れにも容易に注入が出来るなどの理由から、従来から有機系注入材が多く使用されてきた。しかし、コストダウン、環境問題が叫ばれる現在では、より安価で、施工も容易な無機系注入材の使用が増えてきている。

本研究は、無機系補修材の短所である接着性が低く、微細なひび割れへの注入が困難といった点を克服することが期待されるポリマーセメント系注入材に関するものである。この注入材は全国的に市販されているものではあるが、寒冷地の低温環境下において強度特性にどのような変化があるのかということは明らかにされておらず、寒冷地で使用するにはその把握は必要である。そこで、本研究では、こうした現状に着目して、とくに低温環境が注入材の強度特性に与える影響について検討を加えた。

### 2.実験の概要

#### 2.1 実験に用いた材料

##### (1)既設コンクリート

既設コンクリートの配合を表-1に示す。スランプは8cm、水セメント比は51%、粗骨材の最大寸法は20mm、空気量は4.5%である。混和剤はAE減水剤を使用した。また、材齢28日の圧縮強度および引張強度はそれぞれ39N/mm<sup>2</sup>および2.9N/mm<sup>2</sup>であった。

表-1 既設コンクリートの配合

W/C	s/a	単位量[N/m <sup>3</sup> ]				
		W	C	S	G	混和剤
[%]	[%]					
51.0	43.8	150	295	828	1052	2.95

##### (2)使用注入材の成分

本研究で使用したポリマーセメント系注入材は超微粒子セメントからなる粉体とSBR系ラテックスからなる混和液をポリマーセメント比(P/C)60%で混

ぜ合わせたものである。粉体および混和液の成分をそれぞれ表-2および表-3に示す。

表-2 粉体の成分

ケイ酸カルシウム (C <sub>3</sub> S, C <sub>2</sub> S)	10~40%
硫酸カルシウム (CaSO <sub>4</sub> )	2~5%
CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -MgO-SiO <sub>2</sub> 系ガラス	50~80%
その他微量成分 (TiO <sub>2</sub> 等)	

表-3 混和液の成分

スチレン・ブタジエン共重合体
その他 (界面活性剤, 水等)

#### 2.2 注入材の圧縮強度試験

##### (1)試験目的

注入材の基本的な材料特性として、材齢および環境温度が圧縮強度に及ぼす影響を把握する。

##### (2)試験条件

考慮した試験条件は以下のようである。

- ・注入材の材齢：3日，7日，28日
  - ・養生温度：室温（20℃），外気温（5℃）
- また、養生条件は湿潤養生のみとした。

##### (3)試験方法

2分間攪拌したP/C=60%の注入材を型枠に流し込み、1日後に脱型してから各試験条件の下で養生した。養生を終えた後、圧縮試験を行い、破壊荷重から圧縮強度を算出した。なお、供試体寸法はφ50mm×100mmであり、各試験条件につき3本ずつ作製した。

#### 2.3 既設コンクリートとの接着強度試験

##### (1)試験目的

本試験では、既設コンクリートに生じたひび割れに注入材を注入した後の、注入材とコンクリート躯体との接着強度に及ぼす注入材の材齢、環境温度およびひび割れ幅の影響を把握する。

##### (2)試験条件

考慮した試験条件は以下のようである。

- ・注入後の注入材の材齢：3日，7日，28日
- ・養生温度：室温（20℃），外気温（5℃）
- ・ひび割れ幅：0.2mm，0.5mm，1.0mm

また、圧縮強度試験と同様に、養生条件は湿潤養生のみとした。

キーワード ポリマーセメント系注入材，ひび割れ補修，圧縮強度，接着強度，寒冷地環境  
 連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北12条西8丁目 北海道大学大学院工学研究科

### (3)試験方法

既設コンクリートには $\phi 100\text{mm}\times 150\text{mm}$ の円柱供試体（材齢28日，水中養生）を用いた。まずこの供試体を圧縮試験機で割裂した後，二つに割れた供試体の四つ角にスペーサー（針金）をかませて人工的に各ひび割れ幅を作り，ガムテープで固定した。次に，シール材によってプラグを取り付け，一日経過してから低圧注入器で注入材を注入した。その後，各試験条件の下で養生した後，再び圧縮試験機で割裂を行い，破壊荷重から接着強度を算出した。また，この接着試験では各試験条件につき3本の供試体を作製した。

## 3.試験結果および考察

### 3.1 注入材の圧縮強度試験

注入材の圧縮強度と注入材の材齢，養生温度の関係を図-1に示す。

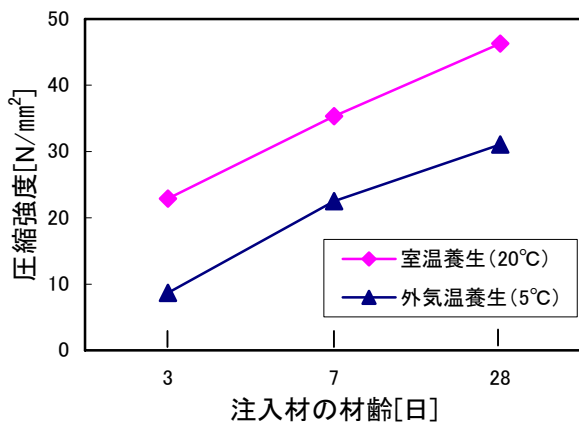


図-1 注入材の圧縮強度

図から，注入材の圧縮強度と材齢との関係は，養生温度の違いにかかわらず，材齢の増加とともに圧縮強度は増加することが分かった。

養生温度は注入材の圧縮強度に大きな影響を及ぼし，すべての材齢において室温養生の方が外気温養生よりも高い圧縮強度を示した。また，材齢3日，7日および28日における外気温養生の圧縮強度は，室温養生の場合のそれぞれ38%，64%および67%であった。

### 3.2 既設コンクリートとの接着強度試験

既設コンクリートとの接着強度と注入材の材齢，養生温度およびひび割れ幅の関係を図-2に示す。

注入材の材齢と接着強度の関係については，すべての養生温度，ひび割れ幅において注入材の材齢が増すとともに，接着強度は増加した。さらに，すべての養生温度およびひび割れ幅で，材齢7日から材齢28日における接着強度の増加は，材齢3日から材齢7日より小さいことが明らかにされた。

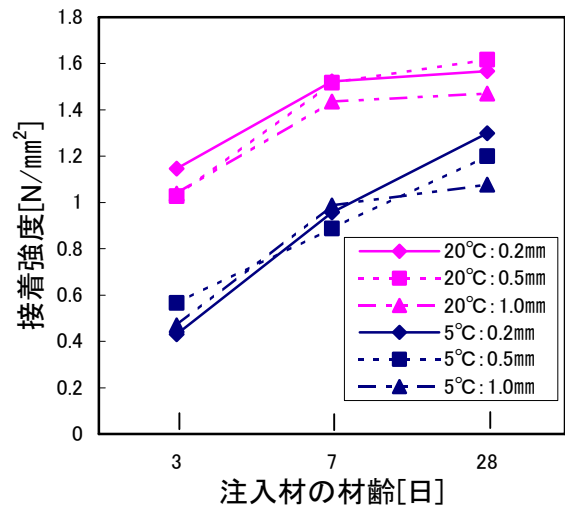


図-2 既設コンクリートとの接着強度

注入材の養生温度と接着強度の関係については，すべてのひび割れ幅，材齢において室温養生の接着強度は外気温養生を上回った。また，ひび割れ幅は接着強度に依存しないと仮定すると，材齢3日，7日および材齢28日の外気温養生の平均的な接着強度はそれぞれ室温養生の46%，63%および77%の値を示した。

ひび割れ幅と接着強度の関係から，両者の間にはほとんど依存性のないことが示された。しかし，材齢28日におけるひび割れ幅1.0mmの接着強度は他のひび割れ幅よりもわずかに減少傾向にあることが示された。

## 4.まとめ

注入材の圧縮強度と既設コンクリートとの接着強度の試験結果から，低温環境下における圧縮強度および接着強度はいずれも室温養生に比べ低い値を示すことが明らかにされた。また，低温環境下においては，材齢3日から材齢28日にかけての各強度の増加率が室温養生と比較して大きいという結果が得られた。すなわち，低温環境において注入材の強度の発現は遅くなることが示された。

したがって，寒冷地環境で施工する場合には，これらの注入材の強度特性に配慮する必要があると考える。

## 参考文献

- 1) 黒島美男，鈴木亨，大沼博志：無機質注入材の寒冷地における圧縮強度と接着強度，土木学会第60回年次学術講演会，V-218，2005
- 2) 飯坂武夫，鷺見高典，梅原秀哲：無機系補修材料の注入性に関する基礎的研究，土木学会論文集，No.599，V-40，pp.49-57，1998.8