

## 結晶増殖型無機質注入材の寒冷地における接着特性

北海道大学土木工学科 学生員 鈴木 亨  
 北海道大学 フェロー 大沼博志  
 (株)砂子組 建築部 正員 黒島美男

### 1.はじめに

コンクリート構造物にひび割れが発生する主要な要因は乾燥収縮によるものと言われており、構造上の不都合から生じるひび割れと異なり急激に進展することは少ないが、ひび割れをそのまま放置すると、塩害、中性化など耐久性への影響が問題となる。これに対して、従来は樹脂系補修材をひび割れに注入することで補修してきた。しかし、樹脂系注入材は有機系材料のため、水分との相性が悪く構造物内部で固まらないこと、既設コンクリートと弾性係数、熱膨張係数などが異なることから、補修後に2次的な劣化を起こす場合のあることが知られている。本研究では、そうした弊害を克服するために考案された、結晶増殖型無機質注入材を取り上げた。この注入材は、無機系であるのでコンクリート躯体と同一の膨張・収縮特性を持つこと、水があれば半永久的に結晶が増殖することから、補修効果に優れていると言われている。一方、この注入材は寒冷地の低温環境下での施工実績が少ないのが現状である。そのため、本研究は注入材の寒冷地における適応性を確認することを目的に、材料特性の一つである接着強度に着目し、その低温環境下における挙動について検討を加えたものである。

### 2.実験の概要

#### 2.1 実験に使用した材料

##### (1) 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49.5%、粗骨材の最大寸法は25mm、空気量は4.5%である。

表-1 コンクリート配合

W/C [%]	s/a [%]	単位量[kg/m <sup>3</sup> ]				
		W	C	S	G	混和剤
49.5	38.6	150	304	705	1145	1.237

##### (2) 無機質注入材の基本特性

注入材の基本特性は表-2に示す通りである。

表-2 無機質注入材の特性値

平均粒径	密度	粘度	フロー(JA 0-t)
2.8 μm	2.97g/cm <sup>3</sup>	38mPas	11.4 sec

### 2.2 注入材の圧縮強度試験

#### (1) 試験目的

無機質注入材の基本特性を検討するため、注入材自身の圧縮強度特性を把握する。

#### (2) 実験条件の設定

考慮した実験条件としては、補修後の注入材の材齢は3日および7日の2条件とした。注入材が使用された環境の影響を把握するために、養生環境は封缶、水中および湿潤の3条件とした。また、養生温度は室温(20℃)の1条件とした。

#### (3) 試験方法

各供試体は50×100mmであり、それぞれの実験条件に対して3本製作した。注入材の配合は水/粉末の比を70%とし、攪拌器で1分間混ぜた後、型枠に注入材ペーストを打設し、1日後に脱型してから所定の材齢時に圧縮試験を行った。

### 2.3 注入材とコンクリートの接着強度試験

#### (1) 試験目的

既設コンクリートに生じたひび割れを、無機質注入材によって補修した後の、注入材とコンクリート躯体の接着強度特性を把握する。

#### (2) 実験条件の設定

接着強度試験時の注入材の材齢は3日および7日の2条件とした。また、施工現場の環境を考慮して、養生環境は湿潤の1条件とした。さらに、寒冷地環境での注入材との接着強度を把握するために、養生温度を室温(20℃)と外気温(平均5℃)の2条件とし、両温度条件で比較した。注入材とコンクリート躯体の接着強度に及ぼすひび割れ幅の影響を把握するために、ひび割れ幅を0.2、0.5、1.0mmの3条件とした。

#### (3) 試験方法

躯体コンクリートには、28日間水中養生した100×150mmのコンクリート円柱供試体を用いた。供試体の作成法は、まず、ひび割れの無い状態の供試体の側面に2本、コンクリートカッターで溝を入れ、ストレートウェッジが供試体を噛み易い状態にする。それから、供試体に入れた目に沿ってウェッジを挟み、圧縮試験機でウェッジの上から荷重をかけて真二つに割裂する。その後、所定のひび割れ幅を人工的に作るために、0.2mm、0.5mmおよび1.0mm直径の針金を、2つに割れた供試体の四つ角に挟み、布テープとシール材で付け、注入プラグを装着後1日間静置した。次の日、注入器を用いて、低圧注入でひび割れ面に無機質注入材を注入した。注入材の材齢日数、温度

およびひび割れ幅の条件ごとに、割裂試験によって接着強度を算出した。

### 3. 試験結果および考察

#### 3.1 注入材の圧縮強度

注入材の圧縮強度に及ぼす材齢および養生条件の影響を図-1に示す。圧縮強度は、材齢3日で最も強度が高いのが封缶養生、次いで水中、湿潤養生の順であった。材齢7日では順序が逆転して、湿潤、水中、封缶養生の順になった。この結果から、材齢3日までは水分補充が十分に行われることで、また、材齢が7日になると、多すぎず少なすぎない適度の水分が保たれることで、注入材の結晶増殖による圧縮強度の増加が認められた。

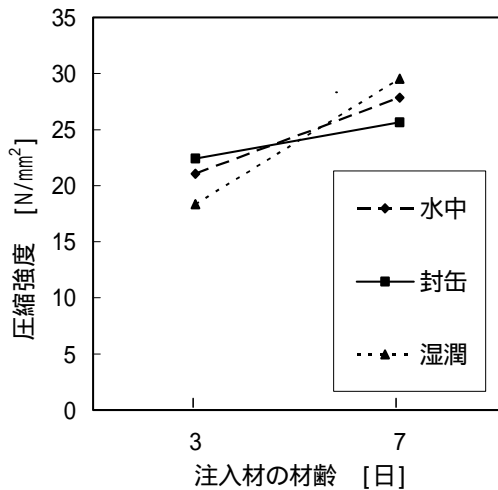


図-1 注入材の圧縮強度に及ぼす材齢と養生条件の影響

#### 3.2 注入材と既設コンクリートの接着強度

注入材と既設コンクリートの接着強度に及ぼす注入材材齢およびひび割れ幅の影響を図-2に示す。図-2から、養生温度と接着強度の関係については材齢3日、7日とも室温養生の方が、外気温養生よりも接着強度が高いことがわかった。これは、低温下における注入材は、結晶増殖の化学反応が遅れることによるものと考えられる。

注入材材齢と接着強度については、注入後3日から7日になると室温養生条件と外気温養生条件の接着強度の差が縮まることが確認された。これは、寒冷地冬期の注入施工であっても適切な養生期間を確保すれば、接着強度を増加できることを示している。

また、接着強度に及ぼすひび割れ幅の影響は、室温、外気温とも、材齢7日ではひび割れ幅が小

さい程、接着強度が高くなる傾向がある。割裂試験後の供試体接着面の観察から、0.2mmのひび割れ幅の試験体の全て、0.5mmのひび割れ幅の試験体ではその半数近くが、既設コンクリートと注入材の境界面で剥離していたのに対して、1.0mmのひび割れ幅の試験体はほとんど、注入材自体で剥離を起こすことがわかった。このことから、接着強度に大きなひび割れ幅のある場合には注入材の引張強度が影響するものと思われる。

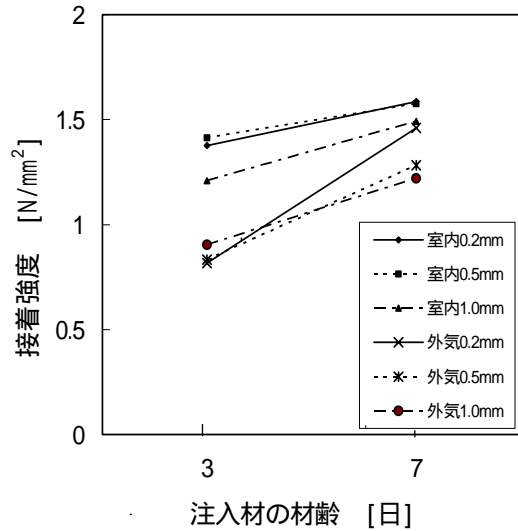


図-2 注入材に及ぼす注入材材齢とひび割れ幅の影響

### 4. まとめ

圧縮強度試験の結果から、周囲に適度な水分が存在する場合には、無機質注入材の圧縮強度は材齢とともに増加することがわかった。本注入材は、有機系注入材の課題である水分がある場合の弱点を改善する働きを持ち、補修用注入材として十分使用できるものと思われる。

接着強度試験の結果から、寒冷地で本注入材を使用する際に、注入材と既設コンクリートとの間の接着強度を確保するためには、適切な養生期間を設けることが重要である。また、ひび割れ幅が大きい場合には、接着強度が減少する傾向があることに注意する必要がある。

### 参考文献

飯坂、鷲見、梅原：「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 pp49～57, 1998,8