

ケイ酸塩系表面含浸材によるコンクリート品質向上効果に関する実験的評価

(独)土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○遠藤 裕丈
 (独)土木研究所 寒地土木研究所 正会員 田口 史雄
 (独)土木研究所 寒地土木研究所 正会員 吉田 行

1. はじめに

コンクリートの品質を向上させる技術の一つに表面含浸工法¹⁾がある。この工法は、吸水の抑制やコンクリート組織の固化といった所定の効果を発揮する表面含浸材をコンクリートの表面に塗布し、コンクリート組織に含浸させることでコンクリートの品質を高めるものである。表面含浸材は、吸水抑制機能を付与するシラン系と、コンクリートに存在する Ca^{2+} および水と反応することで細孔空隙内に C-S-H 結晶を析出させて組織を緻密化させる²⁾ ケイ酸塩系の 2 種類に大別される。シラン系は効果の検証がなされた事例が比較的多い³⁾ が、ケイ酸塩系については効果の検証事例が少ない。そこで、本研究ではケイ酸塩系表面含浸材がコンクリートの品質改善にもたらす効果について、弾性係数の増進および耐凍害性の向上に着目して実験的な評価を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験概要

表-1 にコンクリート配合を示す。配合は 2 ケース設定した。配合 N はセメントに普通ポルト、配合 B は高炉 B 種を使用している。細骨材と粗骨材は北海道比布産の陸砂(密度 2.59g/cm^3) と陸砂利(密度 2.61g/cm^3 , 最大寸法 25mm) を用いた。フレッシュコンクリートの空気量は 4% を目標とした。

表-2 に実験水準を示す。供試体記号は、配合(N, B), 初期劣化の導入有無(あり:1, なし:0), ケイ酸塩系表面含浸材の種類(無塗布は 0 と表記)の組み合わせで構成されている。供試体寸法は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ とし、

打設後 7 日間水中養生を行い、その後、温度 20°C 、湿度 60% の恒温恒湿室に 21 日間静置した。静置終了時(材齢 28 日)の圧縮

強度は配合 N が 35N/mm^2 、配合 B は 28N/mm^2 である。恒温恒湿室静置後、ケイ酸塩系表面含浸材を全面に塗布した。ケイ酸塩系表面含浸材はリチウム系(L)とナトリウム系(C)を使用し、塗布量はメーカー仕様にあわせて L は 300g/m^2 、C は 200g/m^2 とした。なお、初期劣化を導入するシリーズ(N10, N1L, N1C, B10, B1L, B1C)は、ケイ酸塩系表面含浸材を塗布する前にアムスラー型圧縮試験機で繰返し載荷を行い、供試体に微細ひびわれを発生させた。初期劣化の程度は、耐久限界以下まで劣化したコンクリートは塗布による耐凍害性の向上が困難という名和ら⁴⁾の知見を踏まえ、耐凍害性の閾値(相対動弾性係数 $60 \sim 85\%$)⁵⁾を参考に

静弾性係数を約 20% 低下させた状態を目安とした。一般に動弾性係数は静弾性係数に比べて高いため、相対動弾性係数は $80 \sim 100\%$ の範囲に収まることになる。ここでは予備実験(図-1)の結果を基に圧縮強度の 9 割の荷重を 10 回繰返し載荷することで初期劣化を与えた。塗布後、湿気養生を 28 日間行ってから凍結融解試験(JIS A 1148 A 法)を実施した。

3. 結果および考察

図-2~5 に各シリーズの実験結果を示す。ここでは、恒温恒湿室静置終了時(材齢 28 日)の動弾性係数を 100 として動弾性係数の推移を整理した。初期劣化を与えた図-2 と図-4 をみると、ケイ酸塩系表面含浸材を塗布した供試体はいずれ

表-1 コンクリート配合

配合	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m^3)				
			W	C	S	G	A
N	55	43.0	165	300	774	1034	1.20
B	55	43.2	165	300	774	1026	1.20

【記号の説明】 W/C…水セメント比, S/a…細骨材率, W…水, C…セメント, S…細骨材, G…粗骨材, A…AE 減水剤

表-2 実験水準

供試体記号	N10	N1L	N1C	N00	N0L	N0C	B10	B1L	B1C	B00	B0L	B0C
配合	N						B					
初期劣化	あり			なし			あり			なし		
表面含浸材	無	L	C	無	L	C	無	L	C	無	L	C

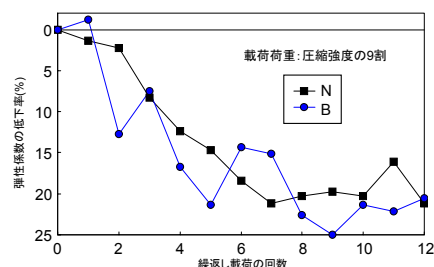


図-1 予備実験の結果

キーワード コンクリート, ケイ酸塩系表面含浸材, 弾性係数, 凍結融解

〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 TEL 011-841-1719 FAX 011-837-8165

も湿気養生を行うことで、初期劣化の導入に起因して低下した動弾性係数は経時的に上昇し、湿気養生終了時にはほぼ100まで回復した。一方、初期劣化を与えていない図-3と図-5をみると、配合Nでは塗布による動弾性係数の上昇効果は小さかった。配合Bでは上昇が確認されたが、その上昇量は4~5%で、図-4の上昇量(4~10%)に比べると小さかった。以上の結果から、ケイ酸塩系表面含浸材は、初期劣化の影響で低下した弾性係数を回復させる材料として有効であることがわかった。

次に、凍結融解試験の結果について述べる。ケイ酸塩系表面含浸材の塗布により相対動弾性係数が回復・上昇した供試体は、図-2、図-4におい

ては150サイクル、図-5では200サイクルまで相対動弾性係数100以上の状態をキープできていることが読み取れる。図-6は質量減少率の結果を示している。塗布の有無に関わらず、全体的に配合Bの方が質量減少率は大きかった。N1LとB0Cを除くと、ケイ酸塩系表面含浸材を塗布した方が相対的に質量減少率は小さい結果が示されたものの、配合Bでは塗布によってスケーリングが大きく抑制される傾向はみられなかった。

4. まとめ

限られた試験結果ではあるが、ケイ酸塩系表面含浸材は初期劣化の影響で低下した弾性係数を回復させる材料として有効と言える。その回復効果は一定の凍結融解サイクルまで保持される傾向が示された。なお、本成果はあくまで実験的な評価であり、施工に適する環境条件やコンクリート品質条件および構造物の部位条件の明確化に向けて、今後は実際の環境下でのデータを蓄積していく必要がある。

謝辞：実験の実施にあたり、(株)ビューテックの高山俊春氏には供試体の作製と運搬、(株)リナックの鈴木美樹氏ならびに(株)アイビスの関係各位にはケイ酸塩系表面含浸材の提供と塗布作業の面で多大なる協力を賜りました。末尾ではありますが、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：表面保護工法設計施工指針(案) [工種別マニュアル編]，コンクリートライブラリー119，p. 145，2004. 4
- 2) 樋原弘貴，武若耕司，松元淳一，前田聡：ケイ酸塩系表面含浸材の浸透深さと浸透域でのコンクリート品質改善に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 29，No. 2，pp. 547-552，2007. 7
- 3) 例えば) 林大介，坂田昇，田口史雄，遠藤裕丈：浸透性吸水防止材を用いたコンクリートの塩害および凍害環境下における耐久性に関する考察，コンクリート工学年次論文集，第30巻，No. 2，pp. 649-654，2008. 7
- 4) 名和豊春，鈴木美樹，長沼洋：高浸透性コンクリート表面改質剤，ファインケミカル，Vol. 35，No. 4，pp. 5-12，シーエムシー出版，2006. 4
- 5) 土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書【設計編】，p. 123，2008. 3

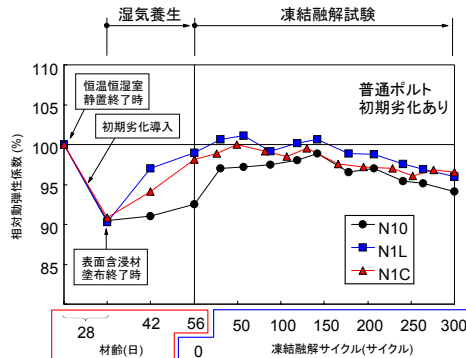


図-2 動弾性係数の推移(N, 初期劣化あり)

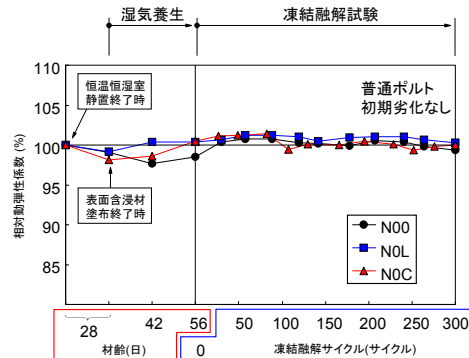


図-3 動弾性係数の推移(N, 初期劣化なし)

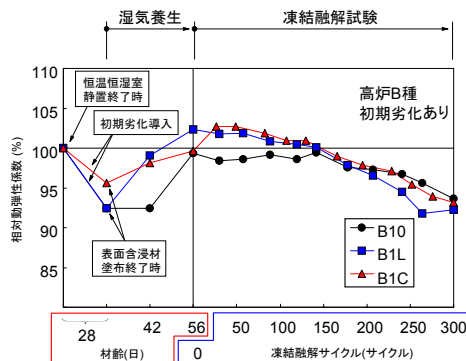


図-4 動弾性係数の推移(B, 初期劣化あり)

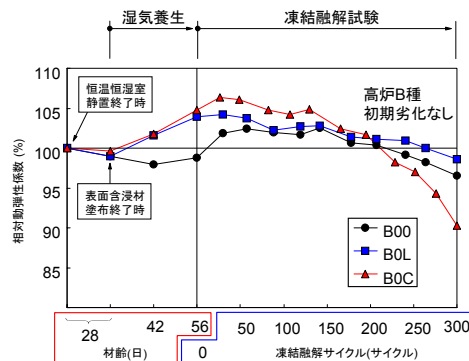


図-5 動弾性係数の推移(B, 初期劣化なし)

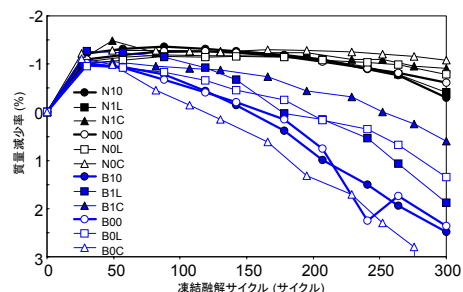


図-6 質量減少率