

－20℃を超える寒冷地におけるコンクリートの品質確保の検討

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正 ○石井 秀和 正 進藤 良則 正 井上 翔 朝長 光
東急建設(株) 正 前原 聡

1. はじめに

コンクリート構造物の設計は、耐久性があることを前提としており、構造物に想定以上の劣化が生じることが構造物の設計上の性能を損ないかねない。コンクリートの劣化の一因には凍結融解による凍害が挙げられる。

鉄道・運輸機構では凍害の対策として、温暖地のコンクリートに比べて、①水セメント比(W/C)を2%減らすこと(53%)、②鉄筋かぶりを10mm増やすこと、③空気量を1%増やすこと(5.5±1.5%)を実施している。しかし、今後は更なる厳しい環境(－20℃を超える寒冷地)での施工が想定されるため、既往の方法で耐久性が保持できるかを検討する必要がある。また、橋面等において防水工を施すこともあるため、適切な材料を用いなければ、耐久性を保持することは難しい。そこで、－20℃を超える寒冷地における凍害対策となるコンクリートの配合や保護材の選定を目的として、凍結融解試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 試験の概要

試験は、JIS¹⁾で定めている試験方法のうち、水中凍結融解試験法(A法)とするが、そこで定められている凍結融解温度の管理は5℃から－18℃である。今回は－20℃を超える寒冷地で供用されるコンクリートの凍結融解抵抗性を評価することを目的としているため、全300サイクルのうち270サイクルまでの最低温度を－18℃、最後の30サイクルを－25℃とした。コンクリート供試体の配合は表－1の通りとした。供試体 No.1 は、W/C を既往の配合より下げた 50%とし、No.2～4 は W/C

表－1 配合条件表

No	目標強度 Fc(N/mm ²)	水セメント比 W/C(%)	単位水量 W(kg/m ³)	空気量 Air(%)	備考
1	27	50	173	4	
2	27	53	173	4	
3	27	53	173	5	
4	27	53	173	6.5	
5	27	53	173	4	(i-1)ケイ酸塩系含浸剤
6	27	53	173	4	(i-2)シラン系含浸剤
7	27	53	173	4	(i-3)シラン・シロキサン系含浸剤
8	27	53	173	4	(i-4)特殊含浸剤(アクリル樹脂+石油系溶剤)
9	27	53	173	4	(s-1)無機系表面保護材
10	27	53	173	4	(s-2)有機系表面保護材

を既往の通りとして、空気量をパラメーターとした。No.5～8は含浸剤を主成分で4つに大別し、No.9、10は表面保護材を有機系と無機系に分けて、それぞれ代表となる材料を選定して、供試体に塗布した。なお、含浸剤と表面被覆材を施工するため、材齢14日以降から気中養生として、乾燥した状態で補修材を施工している。供試体 No.1～5は、併せて圧縮強度試験を実施しており、No.1～4は標準水中養生で材齢7日、14日、28日、35日、No.5は標準水中養生で材齢28日、標準水中養生14日後に気中養生で材齢28日、35日で試験を実施した。

3. 試験結果

3-1. 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図－1に示す。供試体 No.2～4に着目すると、空気量が大きくなるに従い強度が低下していることが分かる。同一のW/Cの場合、空気量が1%増加することで28日強度が5%程度低下するこ

キーワード 凍結融解抵抗性、水セメント比、空気量、含浸剤

連絡先 〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 TEL : 045-222-9082 FAX : 045-222-9102

とが知られているが、本試験では、それ以上の低下が見られた。いずれも目標強度 27N/mm^2 を満足しているが、強度管理のために W/C を下げる必要が生じ得ることが懸念される。供試体 No.5 においては、標準水中養生 28 日より、14 日で気中養生に切り替えた供試体の方が、圧縮強度が大きくなった。これは、供試体の内部が湿潤状態、外部が乾燥状態という差によって、外部に引張りの拘束力が働き、これが試験の圧縮力を打ち消すように影響していたためと考えられる²⁾。

3-2. 凍結融解試験

試験結果を図-2に示す。供試体 No.1~4 の平均相対動弾性係数に着目すると、No.1 と No.3、4 で同程度の相対動弾性係数であることが分かる。すなわち、 W/C を 3%減らすことと空気量を 1%以上増やすこと（当試験で確認したのは 2.5%まで）は、凍結融解対策として同程度の効果があると言える。No.2 は、これらに及ばないものの、相対動弾性係数は 89.1%であり、十分な凍結融解抵抗性を有していると判断できる。

次に供試体 No.5~8 に着目すると、No.6（シラン・シロキサン系）が 150 サイクル後、No.6（シラン系）が 180 サイクル後、No.8（アクリル樹脂+石油系溶剤系）が 300 サイクル後に相対動弾性係数が 60%以下となった。シラン系の含浸剤の凍結融解抵抗性は、既往の研究^{例えば 3)}の通りで、撥水層内に水分が押し込まれ、凍結時に生じる撥水層内での未凍結水の毛管流動が疎水化された組織によって阻害されることで流動圧が高まり、スケーリングを起こし易い状況であったと考えられる。

供試体 No.9（無機系表面保護材）と No.10（有機系表面保護材）は 300 サイクルまで質量変化率および相対動弾性係数の大きな変化は見られなかった。

4. まとめ

空気量と W/C をパラメーターとして凍結融解試験を行ったが、本実験で使用した配合は、いずれも十分な凍結融解抵抗性があることを確認できた。含浸剤は成分によっては、凍結融解で表面劣化が進行する場合があるため、選定には注意を要すると考えられる。

参考文献 1) JIS A 1148 2010, 2) 澤本武博、望月昭宏、舌間孝一郎、樋口正典：コンクリートの強度発現に及ぼす配合および初期の湿潤養生期間の影響、Cement Science and Concrete Technology, Vol.67, pp311-317, 3) 齊藤進、丸山正、谷藤義弘：コンクリート表面含浸材（シラン系）の凍結融解試験結果報告、土木学会第 69 回年次学術講演会、V-494, pp987-988, 2014

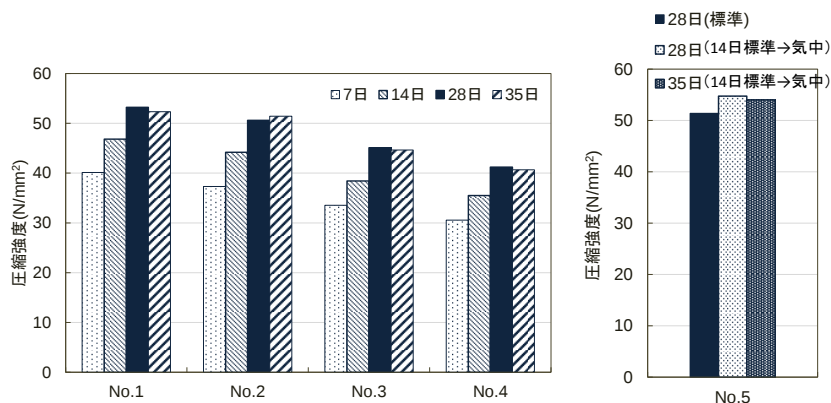
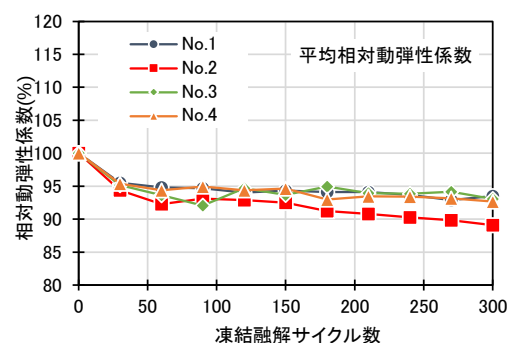
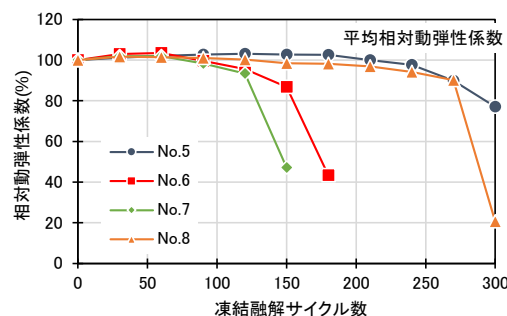


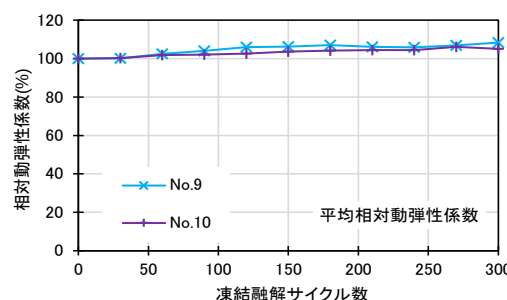
図-1 圧縮強度試験結果



(a) 供試体 No.1~4



(b) 供試体 No.5~8



(c) 供試体 No.9、10

図-2 凍結融解試験結果