

V-318

初期凍害を受けた高流動コンクリートの品質低下に関する研究

東北大学	学生員	高 京澤
東北大学		関 紀宏
東北大学	正会員	岩城一郎
東北大学	フェロー	三浦 尚

1. はじめに

近年、締固めを必要としない高流動コンクリートが実用化され、寒冷地においても施工例が増加しつつある。しかし、高流動コンクリートは、水和反応が遅い高炉スラグ微粉末を用いたり、高性能AE減水剤を比較的多量に使用するため、凝結硬化が遅れる傾向にある。その傾向は低温下でより顕著に現れるため、冬期に寒冷地で高流動コンクリートを施工する場合、一般のコンクリートに比べ初期凍害を受ける恐れが大きくなることが考えられる。そこで、本研究では高流動コンクリートが初期凍害を受けた場合を取り上げ、その後のコンクリートの品質低下とその対策について調べた。

表-1 使用材料

材料	記号	性質
セメント	C	普通ポルトランドセメント、 比表面積3250cm ² /g、比重3.16
高炉スラグ 微粉末	BS4000 BS8000	比表面積4240cm ² /g、比重2.92 比表面積8240cm ² /g、比重2.92
細骨材	S	山砂、比重2.53、吸水率2.64%
粗骨材	G	砕石、比重2.86、吸水率0.98%、 Gmax20mm
高性能AE 減水剤	SP	ポリカルボン酸系と架橋ポリ マー複合体
空気量調節剤	AE	変性アルキルカルボン酸系

2. 試験概要

表-1に使用材料、表-2に配合を示す。本研究で用いた配合は、水結合材比W/B=35%、高炉スラグ微粉末の粉末度4240cm²/g、置換率80% (BS4000-80)及び粉末度8240cm²/g、置換率50%(BS8000-50)の2種類の高流動コンクリートである。配合は、スランブフロー65±5cm、Vロート流下時間10±5秒、空気量4.5±0.5%を満足するように決定した。凍結の程度は、-10℃で12時間、-10℃

で24時間、-20℃で12時間の3種類とし、打設後すぐに凍結させることとした。養生条件は表-3に示す通り材齢7日までは養生方法を変えて、以後の材齢では20℃で封かん養生とした。ここで、封かん養生は寒冷地における現場を考慮したもの、水中養生や給熱養生は凍結後の対策として行うものである。初期凍害を受けたコンクリートの品質を評価するため、圧縮強度試験と凍結融解試験を行った。圧縮強度試験は、材齢7日、材齢35日、材齢91日で行った。凍結融解試験は材齢35日まで養生を行い、試験を開始する前に供試体を2日間浸水させた後、ASTM C 666 A法に準拠して行った。

表-2 高流動コンクリートの配合

配合名	W/B %	s/a %	単位量(kg/m ³)					SP (P× wt.%)	AE (P× wt.%)
			W	B		S	G		
				C	BS				
BS4000 — 80	35	52	175	100	400	804	803	1.26	0.007
BS8000 — 50	35	52	175	250	400	810	843	1.35	0.005

表-3 養生条件

5S	凍結を受けず、5℃で7日間封かん養生
F5S	凍結を受けた後、5℃で封かん養生
F5W	凍結を受けた後、5℃で5日間水中養生
F30S	凍結を受けた後、30℃で3日間封かん養生、 その後5℃で封かん養生
F30W	凍結を受けた後、30℃で5日間水中養生

3. 結果及び考察

図-1に凍結程度がコンクリートの品質に与える影響の一例として、BS4000-80の結果を示す。図から凍結を受けたことにより、強度発現性、耐凍害性ともに大きく低下していることが分かる。また凍結持続時間が長いほど、凍結温度が低いほど、コンクリートの品質低下が大きくなる。

図-2に-10℃12時間で凍結を受けた後の対策が圧縮強度に及ぼす影響を示す。対策として5℃で水中養生を行ったF5Wは、初期材齢では対策による効果が見られないが、材齢が経過するに従って、その効果が大きくなる。BS4000-80の場合、材齢91日における圧縮強度は凍結を受けない5Sの圧縮強度まで回復している。しかし、凍結を受けたことにより、初期強度が小さくなるため、初期強度を要求される場合には注意が必要

キーワード：初期凍害、高流動コンクリート、圧縮強度、耐凍害性

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06東北大学工学研究科土木工学専攻 Tel 022-217-7431 Fax 022-217-7432

である。BS8000-50でF5Wを行った場合も、BS4000-80の場合とほぼ同様な傾向を示しているが、凍結を受けても、初期強度の絶対値がある程度大きいいため、対策として水中養生を行うことにより十分な効果が得られると判断される。

対策として、30℃で封かん養生を行ったF30Sは、初期強度には非常に効果があるが、それ以後の材齢では強度発現性が頭打ちになり、むしろ悪影響を与える傾向を示している。よって、凍結後、30℃で封かん養生を行ったF30Sは、対策として適当ではないと判断される。

対策として、30℃で水中養生を行ったF30Wは、BS4000-80の場合には、初期強度が大きく改善される同時に長期強度も、5Sを上回る結果となり、対策として良いと判断される。これに対してBS8000-50の場合には、初期強度は増加するが、その後の強度発現性は改善されず、また経済性も考慮すると対策としてあまり適当ではないと考えられる。

図-3に凍結を受けた後の対策が耐凍害性に及ぼす影響を示す。図より、凍結を受けたものの耐凍害性は、配合及び対策に関わらず、凍結を受けない5Sより劣化している。つまり、初期凍害を受けた後、対策を行っても、初期凍害を受けないものの同程度の耐凍害性まで改善させるのは難しいと思われる。しかし、対策として水中養生を行ったF5W、F30WはF5Sより耐凍害性が大きく改善される結果を示している。また、F5W、F30W両者の間にそれほど大きな差が見られないことから、耐凍害性については給熱養生による効果はあまりないものと考えられる。対策として、30℃で封かん養生を行ったF30SはF5Sよりも耐凍害性が劣っているため、初期凍害を受けた後の対策としては、適当ではないと判断される。

4. 結論

- (1)初期凍害を受けた高流動コンクリートは、強度発現性、耐凍害性ともに大きく低下する。
- (2)初期凍害を受けた後、対策として水中養生を行ったものは、初期強度にはほとんど効果がないが、長期強度や耐凍害性の改善には非常に効果的である。また、初期強度の確保も必要な場合には水中養生と給熱養生を併用したものが有効である。
- (3)初期凍害を受けた後、対策として封かん状態で給熱養生を行ったものは、初期強度の改善には大きな効果があるが、その後の強度発現性や耐凍害性が悪くなり、初期凍害を受けた後の対策としては、適当ではないと判断される。

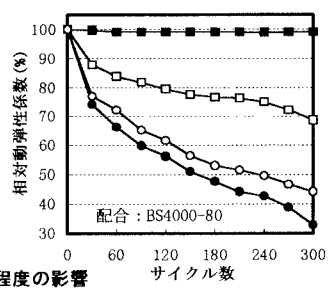
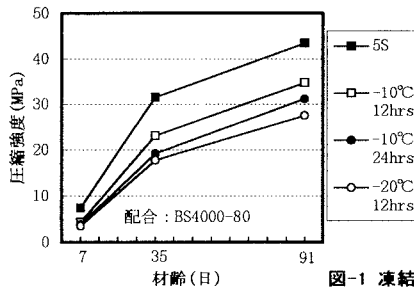


図-1 凍結程度の影響

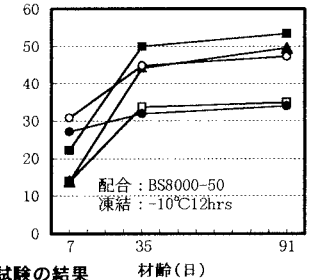
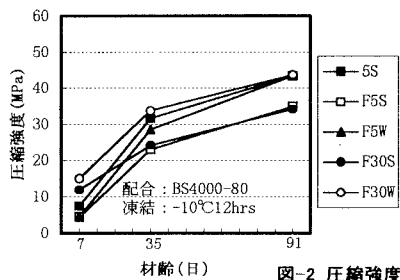


図-2 圧縮強度試験の結果

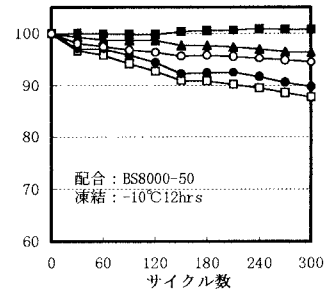
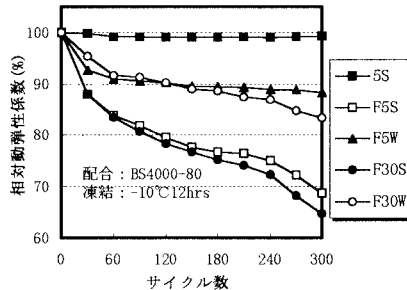


図-3 凍結融解試験の結果