

高流動コンクリートの凍結融解抵抗性に関する研究

八戸高専 学員 ○佐藤 良美 葛西 晃

八戸高専 正員 菅原 隆 西村 良雄

1. はじめに

高流動コンクリートは、コンクリート構造物の施工における大幅な省力化や合理化、および施工の信頼性の確保とこれに伴う耐久性の向上などを目的として開発されたものであり、通常の締固めを必要とするコンクリートでは施工が不可能あるいは困難な部材や構造物においても施工が可能となる。昨今、積雪寒冷地において冬季の凍結融解作用や、凍結防止のために使用する融氷剤に含まれる塩分による浸食などの原因によってコンクリート構造物の劣化が問題視されている。本研究は高流動コンクリートの力学的性状を調べるとともに、積雪寒冷地において高流動コンクリートを使用した際、凍結融解作用によるコンクリートの劣化について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料、配合および型枠

セメントには普通ポルトランドセメント
(密度: 3.15g/cm³)、骨材は細骨材として川
砂 (密度: 2.60g/cm³、吸水率: 2.20%、F.M.:
2.94%)、粗骨材として碎石 (最大粗骨材寸法:
20mm、密度: 2.73g/cm³、吸水率: 0.60%、F.M.:

6.84%)、混和剤には高性能 AE 減水剤 標準形 1 種、消泡剤および空気連行剤を用いた。配合は表-1 に示す通りである。本実験では凍結融解供試体を取り出すために図-1 に示すような型枠を使用した。

2.2 実験方法

(1) 引き抜きコアによる圧縮強度試験: コア採取は JIS A 1107 に準拠して L 字型型枠供試体から、直径 68mm および 33mm のコアビットを用いて 10～14 本および 35 本のコアを採取、その後 JIS A 1108 に準拠して圧縮強度試験を行った。圧縮試験の際、直径：高さの比を 1：2 とする必要があるが今回は直径に対して高さが十分な値をとれなかったため、試験で得られた圧縮強度の 2 倍の高さを持つ供試体の強度に換算した。

(2) **反発硬度試験**: 反発硬度試験はシュミットハンマーによる実地コンクリートの圧縮強度判定方法指針に基づいて行った。本研究では N 型シュミットハンマーを用いて反発硬度を測定し、反発硬度とコア圧縮強度の関係から実験式を提案して推定圧縮強度を算定し圧縮強度の変化性状を考察した。

(3) **凍結融解試験**:凍結融解(Freeze-Thaw:F-T と略)試験は、ASTM(American Society for Testing and Materials) –C666 B 法に準じて気中凍結水中融解方式で行い、材齢 14 日から試験を開始した。凍結融解温度条件は、供試体の中心温度を+4℃から-18℃に下げ、その後-18℃から+4℃に上げるものとし、1 サイクルは 3～4 時間である。コンクリートの変化性状については、F-T : 300 サイクルまで F-T : 30±5 サイクルごとに質量、共振周波数を測定し、質量減少率および相対動弾性係数は試験時の条件を同一とするため F-T : 1 サイクルの値を基準として算定した。

3. 実験結果および考察

(1) **引抜きコアによる圧縮強度試験**:反発硬度試験に用いたコンクリート供試体から $\Phi 68\text{mm}$ のコアを 14 本および 10

キーワード：高流動コンクリート、反発硬度試験、圧縮強度試験、凍結融解試験

連絡先: 〒039-1192 青森県八戸市田面木字上野平 16-1 八戸工業高等専門学校建設環境工学科 Tel・Fax: 0178-27-7307

表-1 コンクリートの配合

Mix	Gmax (mm)	SIF. (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	AEA (C*%)	AER (C*%)
1	20	60±5	1.0	36	50.2	175	486	828	887	0.03	0.85
2	20	60±5	6.0	36	50.2	175	486	828	887	0.10	1.10

AEA: Air-entraining agent

AER: High range air-entraining and water-reducing

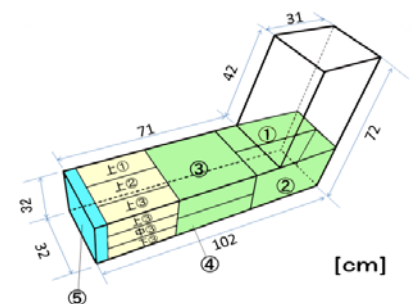


图-1 L 字形型桩

本、L字型型枠の先端からΦ33mmのコアを36本引き抜いた。その後行った圧縮強度の測定結果を図-2に示す。図および文中に示す①～⑤は図-1を参照。L字型型枠のよる高流動コンクリートの強度性状としては、型枠先端部分である⑤における強度が一番大きくなり、流れ込む途中となる③、④が一番小さくなる傾向にあった。

(2) 反発硬度試験:L字型型枠から作製したコンクリートの各面において反発硬度を測定した。測定結果から算定した圧縮強度を図-3に示す。推定圧縮強度はコンクリートを流し始めた部分(①、②)、供試体の下側の部分(④)の方が大きい値を示した。本研究では建築学会マニュアルに基づいて、本実験におけるシュミットハンマー法によるコンクリート強度の実験式は次のように表した。

$$f_c = 18R_0 - 249$$

ここに、 f_c : 圧縮強度、 $R_0 = R + \Delta R$ 、 R_0 : 基準硬度、
 R : 測定硬度、 ΔR : 打撃方向などによる補正值

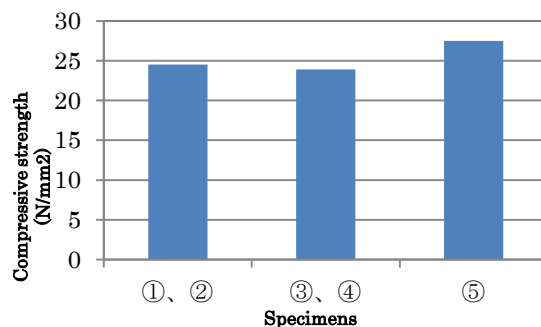


図-2 引抜きコアによる圧縮強度

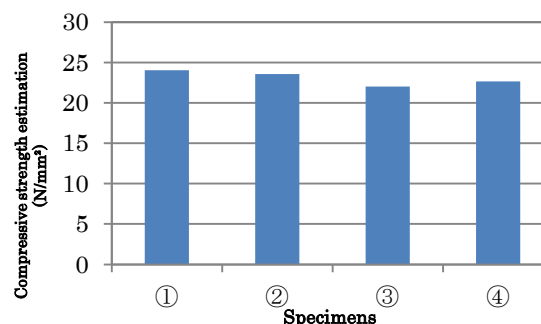


図-3 反発硬度試験による推定圧縮強度

(3) 凍結融解試験:凍結融解試験を行った場合の質量変化率を図-4、図-5(Air=1.0%、Air=6.0%)に、相対動弾性係数を図-6、図-7(Air=1.0%、Air=6.0%)に示す。Air=1.0%供試体において質量変化率は最大で約1.00%の増加、相対動弾性係数は最大で約15.9%という不安定さを示した。その後Air=1.0%供試体は完全破壊(Volume Break Down : VBDと略)を起こしている。Air=6.0%供試体において質量変化率は最大で約0.11%の減少、相対動弾性係数は最大で約6.1%の増加を示した。結果から高流動コンクリートにおいても空気量は凍結融解抵抗性に大きく影響を与えるということがわかった。

4. まとめ

高流動コンクリートは流れ込んだ先の強度がほかの部分より大きくなる傾向にあり、流動途中における硬化コンクリートは圧縮強度が小さくなる傾向にあった。また、通常のコンクリートにおける凍結融解作用に有効な空気量は3.0～6.0%程度であり、高流動コンクリートにおいても通常のコンクリートと同じ空気量とすることで凍結融解抵抗性を向上させることができるものといえる。

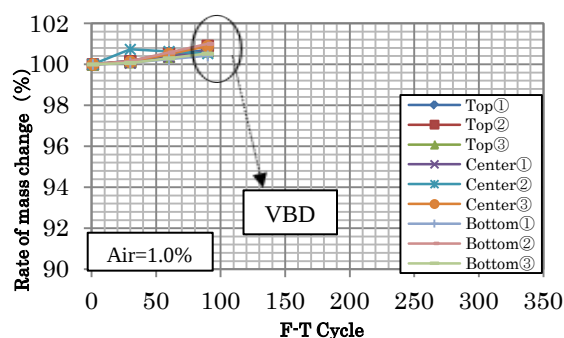


図-4 質量変化率

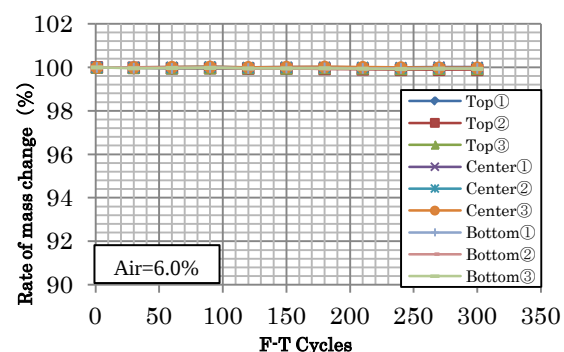


図-5 質量変化率

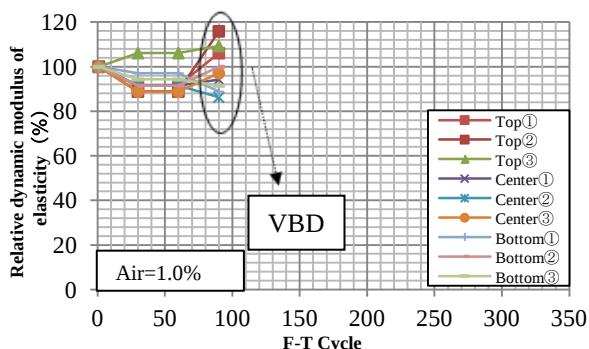


図-6 相対動弾性係数

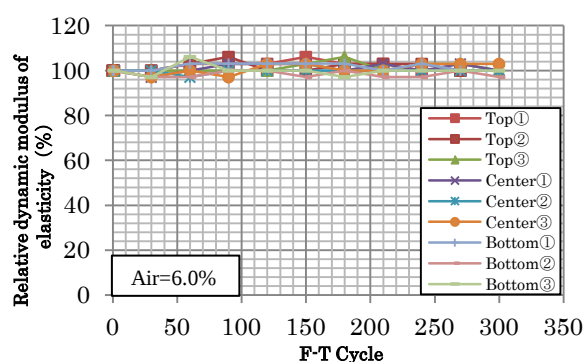


図-7 相対動弾性係数