

入戸高専 正員 菅原 隆
 入戸高専 正員 西村 良雄

1. はじめに

凍害によるコンクリート構造物の表層部の劣化は、スケーリングやポップアウトなどに代表されるように、骨材界面からの付着切れや、低品質骨材の影響によって剥離を生じることもあり、長年月に渡って凍結融解作用等を受けることにより劣化が進み、コンクリート構造物の安全面や信頼性の点から問題となる。ここでは外気温をシミュレートした凍結融解試験を行い、凍結融解作用を受けたコンクリートの表層強度について、埋め込み鋼片の直径と深さによる違い、材令の違い、槽内湿度の違いについて実験を行ったのでここに報告するものである。

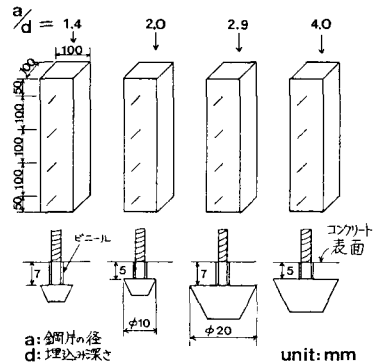
2. 使用材料、配合および供試体作製

セメントは普通ポルトランドセメント(比重2.15)を用い、骨材は奥入瀬川産の川砂(比重2.62, 吸水率3.09% 粗粒率2.65)と川砂利(最大寸法25mm, 比重2.50, 吸水率3.69%, 粗粒率6.52)を用いた。凝和剤はAE剤(ヴァインソル)を使用した。配合は水セメント比50%, 細骨材率40%とし、目標スランプ8cm, 目標空気量5%を得るよう単位水量およびAE剤量を決めた。供試体は図1に示すような10×10×40cmの角柱で、鋼片の直径(a)と埋め込み深さ(d)の違いによる表層強度を測定するため、それぞれ打込み方向に対して側面の表層部に図1に示すような逆円錐台形の鋼片を4本ずつ埋め込んでいる。圧縮強度測定用としてφ10×20cmの円柱供試体も作製した。

表1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				AE C×%
		W	C	S	G	
50	40	175	350	696	996	0.02

図1. 供試体および鋼片の形状



練りまぜは強制練りミキサーで1分間練りまぜた後、スランプと空気量を測定し、打込み、棒状バイブレーターで締め固めた。打込み後1~2日は麻袋とビニールシートで湿潤養生し、その後所定の材令(28日, 5日)まで水中養生(20℃)を行った。

3. 実験方法

表層強度測定用の実験装置はミハエリス2重てこ式曲げ試験機を改良し、埋め込んだ鋼片をカプラーと連結して引抜く構造となっている。表層強度はてこ比を乗じた最大荷重を鋼片上面の断面積で除し、さらに厚さを測定し、厚さと表層強度を最小二乗法で処理した後、所定の深さ(7mm, 5mm)に対応する表層強度を求めた。水中養生を行った供試体は所定材令(28日, 5日)における標準表層強度と標準圧縮強度を測定し、その他の角柱、円柱供試体は凍結融解試験槽内に入れた。凍結融解試験は1日1サイクルの緩速での気中凍結気中融解方式で行い、温度変化は図2に示すような外気温をシミュレートしたプログラムコントロールによって行った。凍結融解作用

図2. シミュレートした温度変化

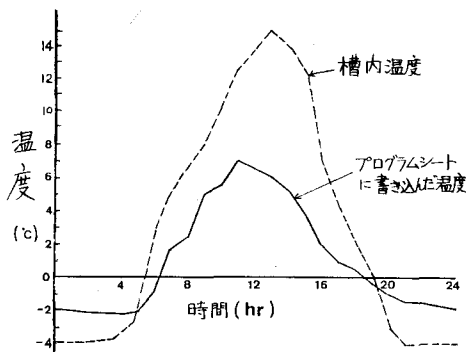
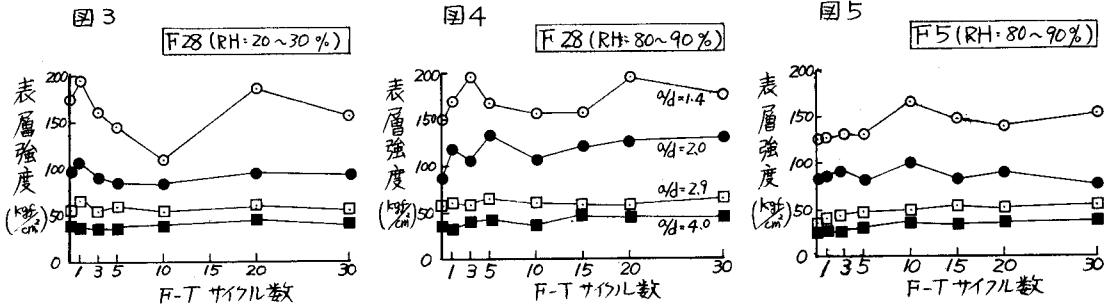


表2. 圧縮強度

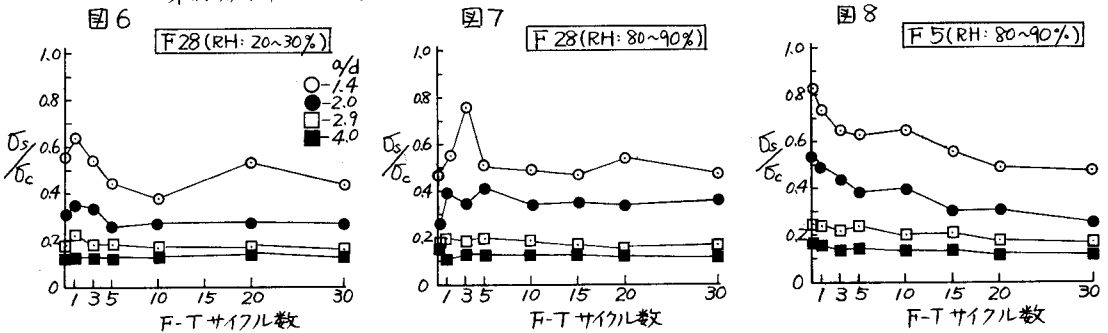
F.T (ヶ月)	圧縮強度 (kg/cm ²)		
	F 28 (RH: 20~30%)	F 28 (RH: 80~90%)	F 5 (RH: 80~90%)
0	314	321	151
1	304	307	175
3	301	311	200
5	331	326	206
10	314	314	254
15	—	336	263
20	348	364	281
30	361	372	318

(F-T)を受けたコンクリートはF-T 1, 3, 5, 10, (15), 20, 30 において試験を行い、表層強度の他圧縮強度、質量減少率についても試験を行った。

凍結融解サイクル数と表層強度との関係



凍結融解サイクル数による圧縮強度に対する表層強度の割合



4. 実験結果

水中養生後に行った標準表層強度 (σ_s) を $\sigma_s = \alpha(\%d)^\beta$ の形で表わし、 α , β を最小二乗法で求めると、材令28日における σ_s は、 $\sigma_s = 275(\%d)^{-1.5}$ (槽内湿度20~30%用) と $\sigma_s = 225(\%d)^{-1.3}$ (槽内湿度80~90%用) となり、材令5日における σ_s は $\sigma_s = 220(\%d)^{-1.6}$ となった。表層強度は埋め込み鋼片の直径 (α) と埋め込み深さ (d) によって大きな変化を示すことがわかる。凍結融解作用を受けたコンクリートの表層強度を図3, 4, 5に示す。標準表層強度と同様にF-Tを受けたコンクリートも $\%d$ の違いによって大きな変化のあることがわかる。槽内湿度80~90%の方はF-T初期に全体として強度増の傾向を示し、その後は $\%d$ の違いによ、て強度変化の性状は異なるものの僅かではあるが強度を増していく傾向が見られた。

質量減少率も図9に示すように、F-T 30サイクルにおいて、F28については0.9%、F5については1.4%であった。またF28における槽内湿度20~30%の方は質量減少率が2.9%となり表層強度もF-T初期において強度減少の傾向を示しており、その後F-T 30サイクルまで見ると標準表層強度と同程度か小さめの値となっている。

圧縮強度 (σ_c) に対する表層強度の割合について示したのが図6, 7, 8である。F-T サイクル、材令によって多少バラツキはあるが σ_s/σ_c の値はF28において $\%d=14, 20, 2.9, 4.0$ の時それぞれ平均して $1/2 \sim 1/3$, $1/3 \sim 1/2$, $1/4 \sim 1/3$, $1/4 \sim 1/2$, F5においては $1/4 \sim 1/2$, $1/2 \sim 1/4$, $1/4 \sim 1/6$, $1/6 \sim 1/8$ 程度の値を示している。材令の違いによる表層強度はF28を基準としてみた場合、F5では全体を平均してみると0.80程度の値となった。また槽内湿度80~90%のF28に対し、20~30%のF28の表層強度は全体の平均で0.94程度の値となった。

図9. 凍結融解サイクル数と質量減少率との関係

