

高強度コンクリートの凍結融解性に関する研究

京都大学 正員 岡田 清, ○ 宮川 豊章
 学生員 ハマダ アサミ, 江口 逸雄

1. まえがき

高強度コンクリートは、普通強度コンクリートと比較して、単位セメント量が大きく、水セメント比が小さいためコンクリートの組織は密実であると考えられるが、空気連行性のない高性能減水剤を使用するため、凍結融解作用に対する耐久性が低下する可能性が存在する。一方コンクリートの凍結融

表-1. コンクリート種別、配合、および圧縮強度

CONCRETE	W/C (%)	S/a (%)	C (kg/m ³)	Admix.	σ_{28} (kg/cm ²)	略称
AE CONCRETE	52.0	40.0	300	Vinsol	318	AE-1
AE CONCRETE	55.0	40.5	269	"	286	AE-2
NON AE CONCRETE	57.0	40.0	300	-	289	NonAE
HIGH STRENGTH CONCRETE	31.9	32.0	580	NL-1400	791	高1
HIGH STRENGTH CONCRETE	31.9	32.0	700	"	828	高2
HIGH STRENGTH CONCRETE	26.6	25.0	580	"	941	高3
HIGH STRENGTH CONCRETE	26.6	25.0	700	"	966	高4

解作用に対する耐久性を向上させるためには、一般に適当な空気量をエントレンドエアとしてコンクリート中に連行させるが、この場合は強度が低下することになる。以上のことより本研究では、普通強度コンクリートと比較の上で、エントレンドエアを連行させない、圧縮強度 800 ~ 1000 kg/cm² の高強度コンクリートの凍結融解耐久性の解明を試みた。

2. 使用材料および実験計画

本実験で使用した材料は、高強度コンクリートで早強ポルトランドセメント、鬼怒川産川砂（比重 = 2.62, 吸水率 = 1.9%, F.M. = 2.68）、鬼怒川産玉砕石（比重 = 2.64, 吸水率 = 1.9%, F.M. = 7.98）および高縮合トリアジン系化合物を主成分とする高性能減水剤 NL-4000 を用いた。また普通強度コンクリート NonAE および AE-1 では、普通ポルトランドセメント、吉井川産川砂（比重 = 2.58, 吸水率 = 0.99%, F.M. = 2.80）および吉井川産砂利（比重 = 2.6, 吸水率 = 0.18%, F.M. = 7.22）を、AE-2 では普通ポルトランドセメント、鬼怒川産川砂（比重 = 2.62, 吸水率 = 2.50%, F.M. = 274）および富士川産川砂利（比重 = 2.66, 吸水率 = 1.37%, F.M. = 7.10）を使用し、AE-1, AE-2 の AE 剤としてはヴァンソルを用いた。コンクリートの打設は容量 100 l の強制練りミキサーを用い、高強度コンクリートの場合まずセメント、細骨材および水を投入し、30 秒間練りまぜてモルタルを作り、つづいて粗骨材を投入して 30 秒間練りまぜてから最後に減水剤を投入して 2 分間練りまぜた。普通強度コンクリートの場合通常の練りまぜ方法を行った。各種別についてそれぞれ 3 本ずつの 10 × 10 × 40 cm の角柱供試体を作成した。その他同一バッチより圧縮、引張 および曲げ試験用の供試体も各 3 本ずつ作成した（AE-2 はなし）。いずれの供試体も投設後 24 時間で脱型し、その後材料 2 週まで水中養生（20 ± 2℃）を行ない、材料 2 週で凍結融解試験を開始した。試験方法は ASTM

C 666 急速凍結融解に対するコンクリートの抵抗試験方法に準じ、供試体中心温度が $-18^{\circ}\text{C} \sim +5^{\circ}\text{C}$ となるようにサイクル運転を行ない、サイクル速度は1サイクル3時間とした。測定期は30サイクルを越えない範囲で、重量、たわみ振動および残留膨張 (Non AE, AE-1 はなし) について 300 サイクル まで行ない、1式により相対動弾性係数を求め、重量減少率および残留膨張率を求めた。また2式より耐久性指数 DE(%) を求めた。

$$P_n = (f_n/f_0)^2 \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

f_0 : 開始直前における1次共鳴振動数 (サイクル/秒)

f_n : n サイクルにおける1次共鳴振動数 (サイクル/秒)

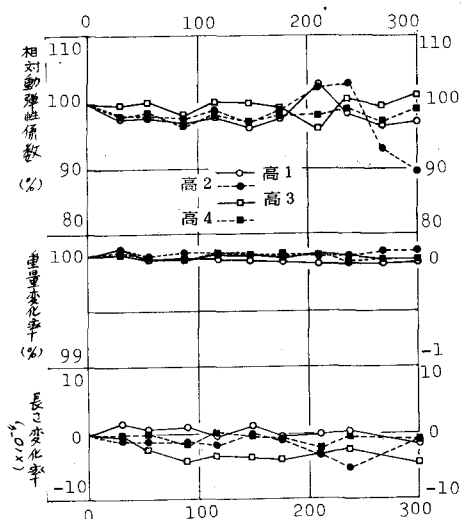
$$DF = P \cdot N / N_s \quad (\%) \quad (2)$$

D: 凍結 N サイクルにおける相対動弾性係数, N : 300 サイクル, N_s : 終了すべき凍結融解サイクル数

3. 試験結果および考察

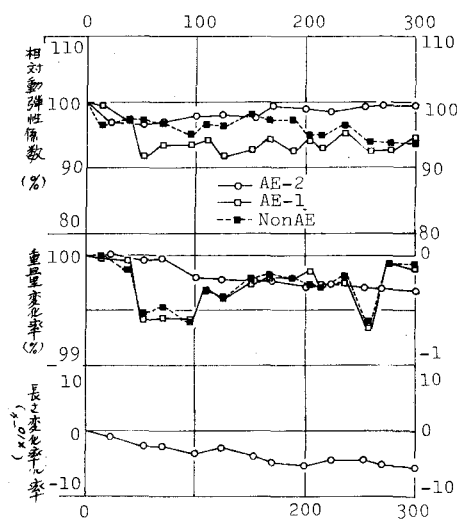
材令 24 日における各種配合コンクリートの圧縮強度を表-1 に示す。また相対動弾性係数、重量変化率および長さ変化率をそれぞれ凍結融解回数との関係で図-1 および図-2 に示す。凍結融解試験方法として、比較的劣化速度の遅い“方法 B” (空中凍結水中融解法) を用いたため、高強度コンクリートと普通強度コンクリートとの顕著な差は認められない。しかし相対動弾性係数、重量変化率、長さ変化率の3者ともに、高強度コンクリートは空気連行性がほとんどないにもかかわらず、300 サイクル以内の範囲では、普通強度 AE コンクリートと同等以上の結果が得られた。さらに、高強度コンクリートにおいてセメント比およびペースト量を変化させた場合は、本実験の範囲内においてはセメント比が小さく、ペースト量が少ない配合が耐久性が増す傾向にあったが、その傾向は有意な値ではない。以上より、高強度コンクリートにおいては、エントレドエアーを連行させなくても、凍結融解作用に対して十分な抵抗性を有するものと推定される。

Ref. 1, JMC 凍結融解 WG 資料, 2, 岡田清, 他 3 名, 昭和 50 年 関西支都 年次 学術 講演会



凍結融解回数

図-1. 高強度コンクリート試験結果



凍結融解回数

図-2. 普通強度コンクリート試験結果