

日本鉄道建設公団	正員	○豊島 英明
東北大学	正員	後藤 幸正
東北大学	正員	三浦 尚

1. まえがき

高性能減水剤を用いた超高強度コンクリートの製造が行なわれるようになって来たが、この減水剤の特徴は、空気を連行しないで減水効果を上げているものである。一方コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性を上げるためには、一般に適当な空気量をエントレンドエアの形でコンクリート中に入れてやるのがよいということで、耐久性を上げる必要のあるコンクリートはほとんどAEコンクリートとなっている。

このようなことから言え、連行空気の少ない超高強度コンクリートは、凍結融解作用に対する耐久性の悪いのではないかと考えられるし、強度の大きいコンクリートは、空気量が少なくても十分耐久性が有るとも考えられる。事実今日まで行われて来た超高強度コンクリートの耐久性に関する研究では、超高強度コンクリートは耐久性が良いというもの悪いというものがあり、未だこの点は明確にされていない。

以上のことから、この研究では超高強度コンクリートの凍結融解に対する耐久性を明らかにするため、水セメント比、空気量、あるいは混和剤のちがひ耐久性に及ぼす影響について実験的に明らかにしたものである。

2. 実験材料

試験に用いたセメントは東北開発社製早強ポルトランドセメント、細骨材は宮城県白石川屋川砂(比重2.55、吸水率2.38%, FM 2.91), 粗骨材は宮城県丸森産碎石(比重2.86, 吸水率0.76%)であり、粗骨材の最大寸法は25mmである。減水剤はβナフタリンスルホン酸ホルマリン縮合物を主成分とするもの3種(MT, NL, RA), それにリグニンスルホン酸カルシウムを主成分とするもの1種(PO), AE剤はアニオン系界面活性剤(V), 非イオン系界面活性剤(P), 及びポリエチレンアルキルフェニールエーテルの硫酸化物(A)の3種類である。

3. 実験方法

凍結融解試験はASTM C 290コンクリート供試体の水中急速凍結融解試験による耐久性試験方法によった。供試体寸法は $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ のものを、コンクリート打設後14日間水中養生した後試験を開始した。凍結融解の速度は1サイクル約3時間とした。

硬化コンクリート中の空気泡の測定は、 $10 \phi \times 20 \text{ cm}$ の供試体の上部と下部から試験片を切り出し、入念に研磨した後、ポイントカウント法、およびニエトラバース法によって行なった。

4. 実験結果

実験を行なったコンクリートの配合、及び混和剤の組合せ、実験結果を表-1, 図-1, 2に示す。またそれらの硬化コンクリートの空気泡測定結果を表-2, 図-3に示す。これから次のことがわかった。

(1) AE剤を用いない $\% \text{C} = 26\%$ の超高強度コンクリートの凍結融解に対する耐久性は、300サイクルまではいずれも良好であった。しかし、RA-26は700サイクル、NL-26は500サイクルまで同じであったが、MT-26は360サイクルで急激に劣化した。これら3つのZは若干連行空気が入っているからであると思われる。

(2) AE剤を用いた超高強度コンクリートの耐久性は、使用したAE剤の種類によって異なり、非イオン系AE剤を用いたものは、他のものよりいかに劣化が早い。これも表-2に示すように、非イオン系AE剤を用いたコンクリートは、凍上りの空気量が多くなると硬化後の空気量が少なくなっているからであると思われる。

- (3). W/C が 33% 程度以上では、凍結融解に対する耐久性を上げるためには、ある程度の空気が必要である。
- (4). W/C が 40% のコンクリートの劣化は、表面のモルタル部が剥離して生じるのに対し、 W/C が 33% 以下では、表面剥離はあまり生じないで劣化する。
- (5). 以上の結果から超高強度コンクリートにおいても凍結融解に対する耐久性を持たせるためには、ある程度の空気の連行が必要と考えられる。

5. あとがき

この研究において、超高強度コンクリートに耐久性を持たせる方法の目安を得たが、今後3年以内必要空気量を調べる実験を継続中である。なおこの研究においては、硬化コンクリートの空気泡測定に関して花王石鹼株式会社にご協力いただいた。

表-1. コンクリートの配合と凍結融解試験結果

W/C	減水剤	AE剤	名称	水 (g/m^3)	セメント (g/m^3)	S/A (%)	スラング (cm)	空気量 (%)	凍結融解 試験回数	サイクル	耐久性 試験結果	重量減少
26%	MT	ナシ	MT-26	156	600	35	8.0	1.4	784	98.5	300	98.5 0.06*
	NL	ナシ	NL-26	156	600	35	22.0	2.0	806	102.3	300	102.3 0.01
	RA	ナシ	RA-26	156	600	35	10.0	1.9	811	100.5	300	100.5 0.06
	MT	ナシ	MTV-26	156	600	35	17.0	4.9	757	101.9	300	101.9 0.03
	MT	ナシ	MTP-26	148	570	35	15.0	3.6	790	60.0	236	47.2 0.43*
33%	MT	ナシ	MT-33	150	455	35	7.0	1.0	556	60.0	218	43.6 0.15
	NL	ナシ	NL-33	149	450	35	9.0	1.4	706	60.0	134	26.8 0.20
	MT	ナシ	MTV-33	129	390	35	8.0	3.8	663	98.5	300	98.5 0.20
40%	ナシ	ナシ	ナシ-40	200	500	35	9.0	0.9	481	60.0	90	18.0 1.27
	PO	ナシ	PO-40	174	435	37	8.0	1.9	502	82.9	300	82.9 2.62
	MT	ナシ	MT-40	154	385	37	7.0	2.2	527	24.0	120	24.0 0.64
	PO	ナシ	POA-40	164	410	37	7.0	5.0	489	90.9	300	90.9 1.90
	MT	ナシ	MTA-40	132	330	37	7.0	3.8	465	90.9	300	90.9 2.72

注: *は0サイクルに対する吸水による重量増加を示す。

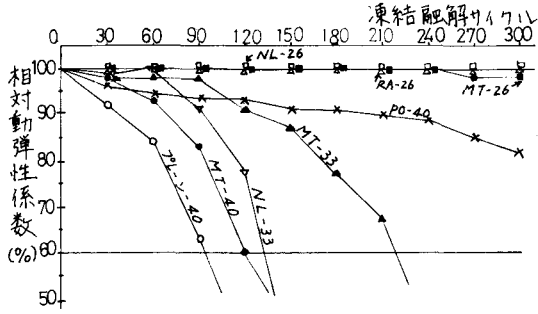


図-1 減水剤だけを用いたコンクリートの相対動弾性係数

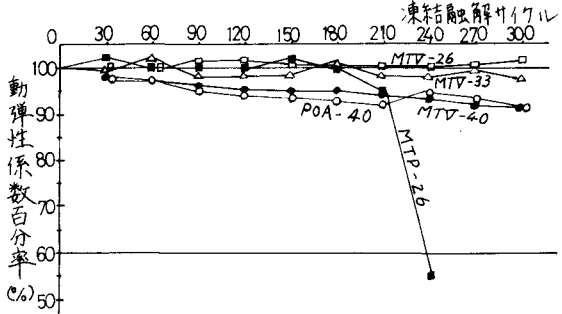


図-2 AE剤を用いたコンクリートの相対動弾性係数

表-2 硬化コンクリートの気泡組織

名称	練り上げ コンクリートの 空気量%	気泡組織 空気量%	比表面積 (m^2/m^3)	気泡間隔 係数(μ)
MT-26	1.4	0.44	238	637
NL-26	2.0	0.55	316	544
MTV-26	4.9	2.89	443	158
MTP-26	3.6	0.55	196	697
MT-33	1.0	0.38	244	647
MTV-33	3.8	1.24	308	274

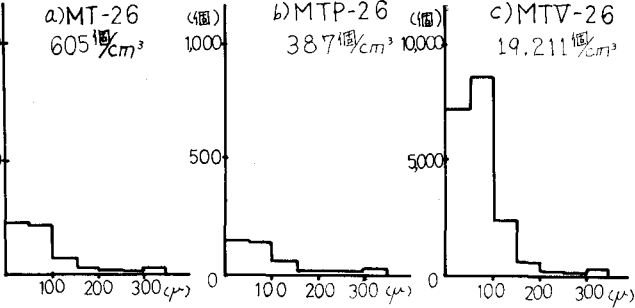


図-3 コンクリート中の気泡の粒径分布の一例