

超高強度コンクリートの耐久性に関する研究

東北大学 学生員 ○豊島 英明
東北大学 学生員 近藤 哲亘
東北大学 学生員 堀江 道夫

1. まえがき

我が国においてはこれまで、コンクリートの強度の増大を目ざしてたくさんの研究がなされて来たが、最近では従来になかった高性能減水剤が開発され、水セメント比を極端に下げることににより、通常のコンクリートと同様の製造方法で圧縮強度が800 $\times 10^5$ 以上の超高強度コンクリートを作ることができるようになった。それ以来、この種の混和剤を使用した超高強度コンクリートの性状が明らかにされ、一部では実用化され始めている。

超高強度コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性の問題については種々の報告がなされているが、その結論は一定ではなく、超高強度コンクリートは非常に優れた凍結抵抗性を示すという説と、凍結抵抗性はあまりよくないという説に極端に分かれている。そこで、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し、あわせて、水セメント比がかなり小さい範囲での水セメント比と空気量および混和剤の違いが耐久性に及ぼす影響について、実験的に明らかにした。

2. 実験材料

試験に用いたセメントは東北開発社製早強ホルランドセメント、細骨材は宮城県白石市産川砂(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。

3. 実験方法

試験に用いた供試体は10×10×40cmの直方体であり、21±3℃の水中養生をした後材令14日で凍結融解試験を開始した。凍結融解サイクルは供試体中心で-18℃～+5℃の温度サイクルで、1サイクルあたりの時間は約3時間とした。凍結融解に対する耐久性は、たわみ共振周波数から求めた動弾性係数法と重量損失法によって表現した。測定は30サイクルごとに行ない、相対動弾性係数が60%以下に低下するまで、低下しない時は超高強度コンクリートでは300サイクルを越えて、他のコンクリートでは300サイクルまで継続した。試験値は供試体3個の平均値とした。

試験は $\%C=26\%$ の超高強度コンクリートと $\%C=33\%$, $\%C=40\%$ の3つの水セメント比で行ない、それぞれの水セメント比で減水剤だけを用いたコンクリートと、AE剤を添加したAEコンクリートを作成し、それらの凍結融解に対する耐久性を調べた。

4. 実験結果

凍結融解試験結果を表-1および図-1～4に示す。この実験から言える主なことは次の通りである。

(1) 高性能減水剤だけを用いた $\%C=26\%$ の超高強度コンクリートの凍結融解に対する耐久性は極めて優れており、RA-26では700サイクル、NL-26では500サイクル後も全然劣化は生じていない。しかし、MT-26だけは吸水による重量増加とともに360サイクルで劣化した。(2) 超高強度AEコンクリートの耐久性は使用したAE剤により異なり、減水剤MTにAE剤Vを使用したものは500サイクル後も劣化は見られなかったが、AE剤Pを用いたものは240サイクルで劣化した。(3) $\%C=33\%$ の減水剤だけを用いたコンクリートは極端に凍結融解に対する耐久性が悪く、 $\%C=40\%$ の減水剤だけのコンクリートと大差がなかった。しかし、劣化に伴う重量減少はかなり少なかった。(4) $\%C=33\%$ のAEコンクリートの耐久性はかなり優れており、 $\%C=26\%$ のコンクリートと遜色ない。 $\%C=40\%$ のAEコンクリートは、耐久性係数は高いものの表面剥離が目立った。

表-1 凍結融解試験結果

W/C	混和剤		名称	水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	S/a (%)	スランプ (mm)	空気量 (%)	圧縮強度 0.4 (kg/cm ²)	凍結融解試験結果			
	減水剤	AE剤								相対動弾性係数	サイクル	耐久性係数	重量減り率
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	(空孔型) 通付型	RA-26	156	600	35	10.0	1.9	811	100.5	300	100.5	0.06
	MT	V	MTV-26	156	600	35	17.0	4.9	757	101.9	300	101.9	0.03
	MT	P	MTP-26	148.2	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	V	MTV-33	129	390	35	8.0	3.8	663	98.5	300	98.5	0.20
43%	ナシ	ナシ	アレン-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	60.0	120	24.0	0.64
	PO	A	POA-40	164	410	37	7.0	5.0	489	90.9	300	90.9	1.90
	MT	V	MTV-40	132	330	37	7.0	3.8	465	90.9	300	90.9	2.72

注: *は0.4kg/cm²に対する給水による重量増加を示す。

: AE剤Vはアニオン系界面活性剤, A三剤Pは非イオン-アニオン活性剤であり, さらにAE剤Aはポリエチレンアルキルフェノールエーテルの硫酸化物である。

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

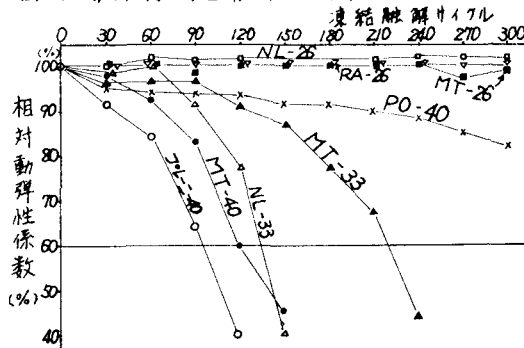


図-2 AE剤を用いたコンクリートの相対動弾性係数

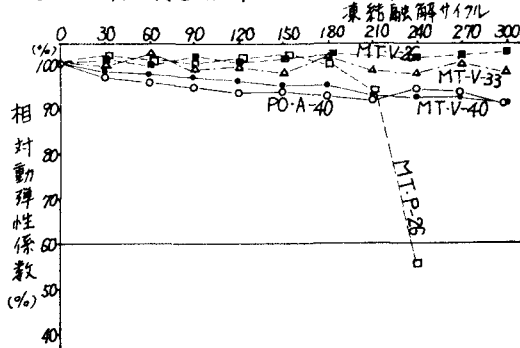


図-3 相対動弾性係数と重量百分率

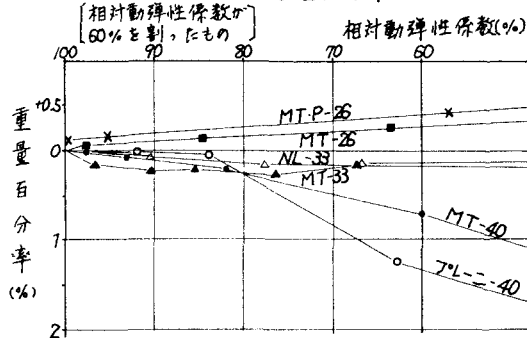
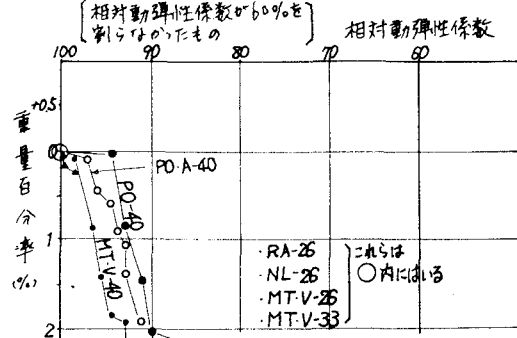


図-4 相対動弾性係数と重量百分率



最後に、この研究にあたり御指導を賜りました、東北大学工学部土木工学科、後藤孝正教授、三浦尚助教授に厚く御礼を申し上げます。