

都立大学 正員 村田=郎

都立大学 正員 小川=博道夫

日本大学 正員 伊藤=義也

1. まえがき 即脱法により製造される2次製品には, コンクリート積みブロック, 無筋コンクリート管等有り, また, 鉄筋コンクリート管等RC製品も即脱法により造られるよう勢にある。しかし, これに用いられる超硬ねりコンクリートに関する研究は, 比較的少ない。本研究は, 超硬ねりコンクリートに関する一連の研究のうち, 強度, 弾塑性, 水密性および凍結融解に対する耐久性等について検討を行ったものである。

2. 使用材料および配合 実験には, 日本製普通ポルトランドセメントを使 表-1 骨材の物理試験結果

用した。細骨材は, 富士川産川砂, 粗骨材は, 美山産碎石2005をそれぞれ用いた。なお, 凍結融解試験には, 川砂以外に4種の高炉スラグ砂を使用した。骨材の物理試験成績を表-1に示す。また, 混和剤として超硬ねり用混和剤Lを一部に使用した。実験に用いたコンクリートの配合を表-2に示す。ここで, %および‰は, 通常用いられている値を採用した。また, %=55‰は, JISに定められている積みブロックの限界値であって, 比較のために用いたものである。空隙率(v)は, 3, 6および9‰を逆算し, この v となる試験的に単位水量を求めた。なお耐久性及び水密性試験(一部)に供した供試体は, 同一の配合を振動締固め時間を変化させ所定の v となる様にした。

3. 実験方法 供試体の作製は, 型枠にコンクリートを一層に投入し, 表-2 コンクリートの配合**

所定の時間テーブルバイブレータ($\alpha=5.2g$)で締固めを行った。上面を成形後, 1日以内に, 空隙率の計算に必要な重量を測定した。供試体は翌日脱型後試験材料14日まで水中養生とした。供試体の寸法および実験方法を表-3に示す。

4. 実験結果 (i) 強度 図-1は, σ_c と $\%w$ の関係について示したもので空隙率が大きくなるに従い両者の関係は同一の空隙率においても直線とならない。即ち, $v=6$ および9‰において, $\%w$ が2.50以上の場合には, 2.50以下と異なった勾配となり, $\%w$ に対応する強度増加が認められない。図-2は, これを空隙セメント比との関係に整理し直したもので, 図中の式に対する相関係数(r)は, 0.98と非常に良い相関性が認められた。なお, 図-2は, σ_c についても併記しており, この場合も $r=0.96$ と相関性が高い。図-1で空隙率1‰の増加は, 圧縮強度8.5%の低下に相当している。図-3は, σ_c と σ_t の関係を示したもので, σ_t は σ_c の約3/5乗に比例している。また, せん断係数は, 7.1~11.1の範囲であった。

(ii) 弾塑性 図-4は, E_s および E_b と σ_c の関係を示したもので, 両者の関係は, 前者が σ_c の約1/2乗に比例し, また後者は, σ_c の約1/3乗に比例している。図-5は, σ_c

実験の種類	% (%)	‰ (‰)	単位 量(g)	W	C	S	G
強度	40	50	369	128	320	90	1009
	35	50	3	14	326	1025	1037
	6	11	377	1033	1044		
	9	104	247	1050	1063		
	3	115	288	1040	1051		
水密性	40	50	6	109	273	1054	1066
	9	104	260	1066	1078		
	3	119	216	1054	1076		
	55	50	6	113	205	1077	1089
	9	108	196	1087	1099		

* 混和剤を使用し, 配合も同一である。

** 配合は空隙率0‰と1‰のものである。

表-3 供試体寸法および実験方法

試験の種類	供試体の寸法(cm)	実験方法
圧縮	$\phi 10 \times 20$	JISA1108
動弾性	"	JISA1127
静弾性	"	ゲージ法(2-60°)
引張り	$\phi 15 \times 30$	JISA1113
耐久性	$10 \times 10 \times 40$	ASTMC666A
水密性*	$\phi 15 \times 10$	Out-Pit 法

* $\phi 15 \times 30$ cm 供試体を3分中, 中程を40℃槽で定重量まで乾燥させた。

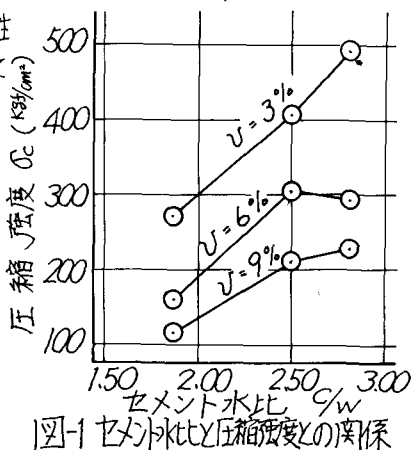


図-1 セメント比と圧縮強度との関係

とポアソン比の関係の一例を示したもので、弾性域でのポアソン比は、0.15程度である。なお、 σ - ϵ 線については、当日報告する。

(iii) 水溶性 図-6に試験結果を示す。同図より明らかに、超硬ねりコンクリートの水溶性は、空隙率によって一義的に決まると考えて差しつかえないものと思われる。即ち、 W/C の違い、振動締め固め時間の違い、および混和剤使用の有無等には、殆んど影響されないといえる。これは、コンクリート中の外圧に依る水の流れが、主として連続した空隙を透過するためと考えられる。水路構造物等不透水性を必要とする場合は、少なくとも $K=10^{-10} \text{ cm/sec}$ 程度が望まれ、従って、図-6より空隙率は、3~6%以下とする必要がある。

(iv) 凍結融解に対する耐久性 図-7に凍結融解試験結果を示す。耐久指数 (DF値) は、 $v=3, 6, 9\%$ に対し、1, 3, 4および6であり、何れも耐久的とはいえない。超硬ねりコンクリートの場合、コンクリート中の気泡は、AEコンクリートの微細な気泡とは異なり、不整形の大空隙が殆んどであって、これらは凍結融解に対し、むしろマイナス要因として働くものと思われる。図-8は、DF値と v との関係を示したもので、い砂を用いた超硬ねりコンクリートでも $v=1\%$ 以下とすれば耐久性は、ある程度期待できるが、2次製品の場合、製造上の理由より空隙率がある程度大きくなるので、実際上空隙率を1%以下とするのは不可能と思われる。また、図-8中に3種の高炉水砕砂および1種の風砕砂を使用した場合の実験結果も併記した。この場合、DF値は強いもので66, 69、弱いもので20~30であり、同一の空隙率で比較すると、い砂を使用した場合の約3~10倍程度の耐久性の改善がなされている。これはスラック中の10~100 μ 程度の気泡が、AE剤と同じ働きをし、凍結時に生ずる水圧を緩和するためと思われる。以上より、超硬ねりコンクリートの耐久性の改善方法として、高炉スラックの使用は、有力な手段と考えられる。

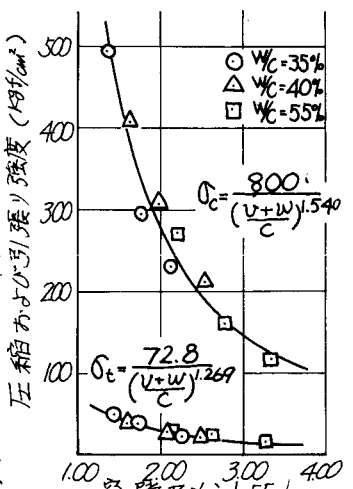


図-2 圧縮および引張強度と空隙セメント比の関係

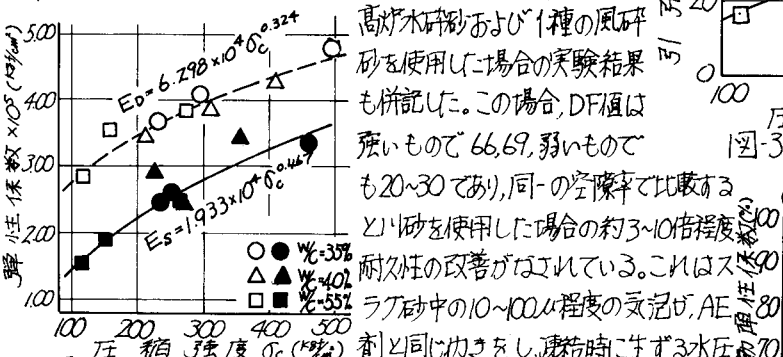


図-4 弾性係数と圧縮強度の関係

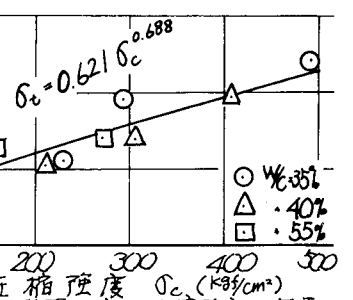


図-3 引張強度と圧縮強度の関係

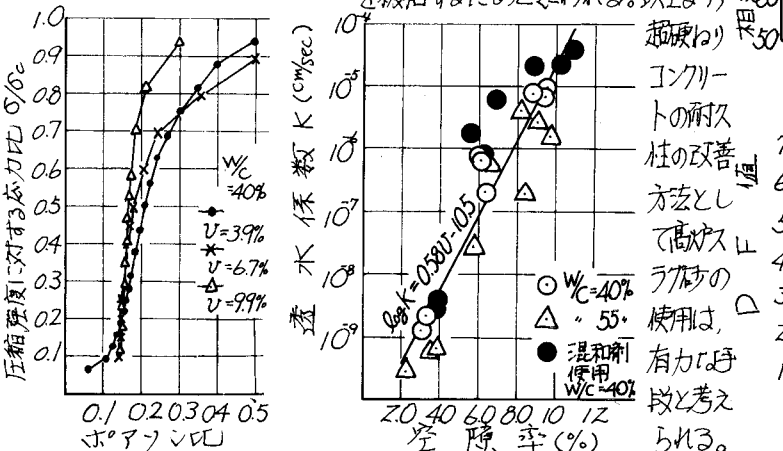


図-5 ポアソン比と圧力の関係

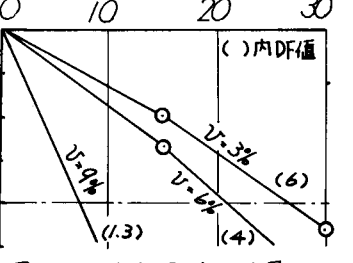


図-7 凍結融解試験結果

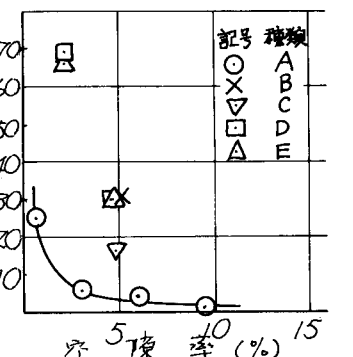


図-8 DF値と空隙率の関係

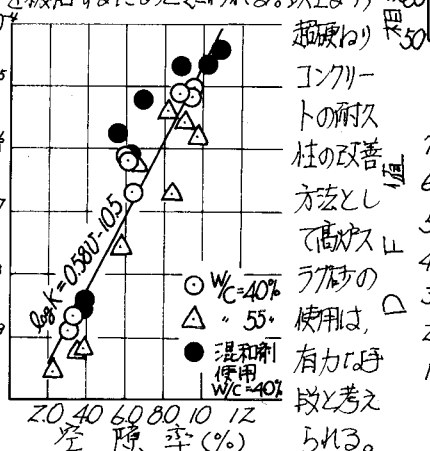


図-6 空隙率と透水係数の関係