

都立大学 正員・川崎道夫
都立大学 正員 村田二郎

1. まえがき

本文は、二次製品を対象とした即脱用超硬練りコンクリートの配合設計法に関する考え方を現時点までに明らかにされた範囲でまとめたものである。即脱用超硬練りコンクリートの性質は、①充填性が良く、②即時脱型が容易であり、かつ③脱型直後の変形量が小さいこと、等が要求されている。現在の配合設計法としては、例えばACI211委員会指針等があるが、これらの設計法に従うコンクリートが上記条件を十分満足しているとはいえず、解決しなければならぬ問題を多く残している。

2. 超硬練りコンクリートの配合設計法

(i) 充填性を重視した配合設計法——この配合設計法には①粗骨材を適当な比率で加え合せ振動下で最大密度状態をつくり、その空間をセメントペーストで充填するという考え方、②%に締固めに要する仕事量が最小であるような%（以後最小細骨材率と称す）を採用し、別に求めた単位水量より配合を決める、等がある。

図-1は前者について、また図-2は後者について実施した実験結果を示したもので、最大密度を与える%は骨材のみの場合とコンクリートとした場合とで10%程度の差が認められる。また図-2で、最大密度を与える%が何れもほぼ40%であったということは同一の粗骨材を用いた場合、実用的範囲内で単位水量、 W/C 、および細骨材の種類の違いによらず最大密度を与える%はほぼ一定であるといえることができる。なお、粗骨材が異なる場合は最小細骨材率が相当異なる結果となった。図-3は3種類の W/C について示したものであるが、振動締固め（この場合 $\alpha=19g$ ）を行った場合、超硬練りコンクリートでも一定単位水量の法則が成立することを示している。以上より、即脱用超硬練りコンクリートの配合設計法で充填性に主眼を置く場合は、実験により最小細骨材率および単位水量を求め、これらより配合を決めるのが適当と思われる。

(ii) 即時脱型性を重視した配合設計法——現行、即時脱型法を採用している工場で使われている配合は、コンクリート積みブロックを対象とした場合、%50%以上、単位水量 $90 \sim 150 kg/m^3$ 程度が主であり、これは即時脱型性に主眼が置かれ経験的に決められたものと思われる。即時脱型性は、型枠とコンクリート間の付着力、摩損係数およびコンクリートの内部摩損等に依存するものと思われるが、現時点では定量的にこれを表わし得ておらず、即時脱型性を重視した配合設計法は摸索の段階にある。

(iii) 適正配合を得るための実験的検討——上記2配合設計法の比較検討を行うため、細骨材としてFM2.52および高炉灰砕石(FMZ.23)を用い、充填性を重視した場合は%として40%、即時性を重視した場合は50%をそれぞれ選び、その硬化前および硬化後の諸性状について比較検討を行った。なお、コンスタテンシーは空隙率で表わし、前者で約2%、後者で5~6%を目標とした。コンクリートの配合を表-1に示す。実験に使用したセメ

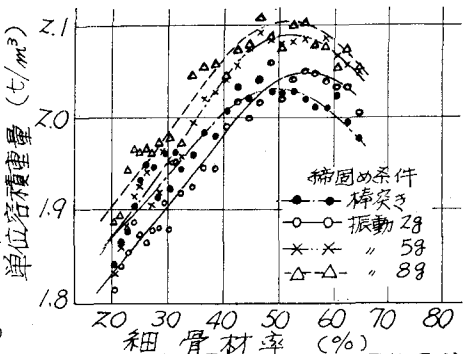


図-1 細骨材率と単位容積重量の関係(水砂)

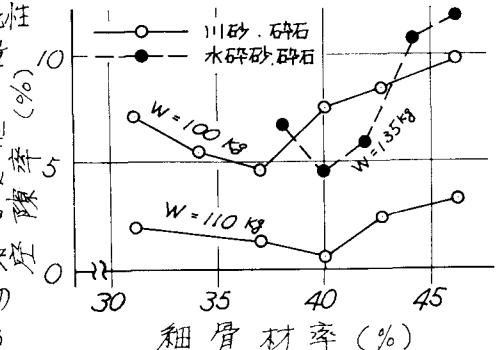


図-2 細骨材率と空隙率の関係

ントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は砕石2005である。表-2は試験結果について示したものである者のコンクリートの性状を比較検討することにより次の知見を得た。①空隙率およびCF値で表わしたコンシステンシーは $\%a=40\%$ のコンクリートが $\%a=50\%$ に比して相当良好である。これに反し即時脱型性は、 $\%a=50\%$ のものが良好であり、これらの性質は相互相反する。②圧縮強度(σ_c)および耐久性指数は $\%a=40\%$ のコンクリートが、 $\%a=50\%$ を前者で約65~80%、後者で約100%上回っている。③凍結融解に対する抵抗性は、細骨材として高炉水砕砂を用いる方が有利である。これは微細な気泡が多量に分散することのためと考えられる。これより、超硬ねりコンクリートの配合設計法として気象作用の厳しい地域では、 $\%a$ を減じ空隙率を小さくするが、あるいは高炉水砕砂を用いたコンクリートとし、温暖な地域では圧縮強度の許す範囲で即時脱型性を重視し、ある程度空隙率を大とするのも一方法と考えられる。

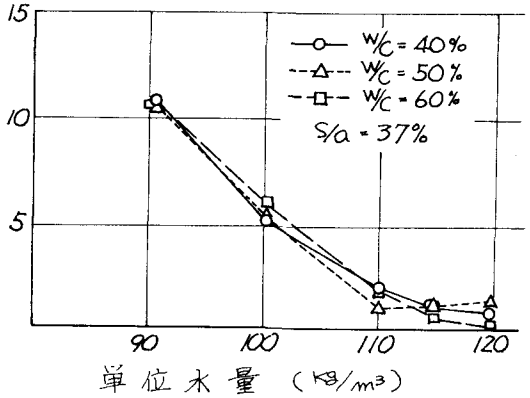


図-3 空隙率と単位水量の関係(川砂, 砕石)

(iv) 即時脱直後の変形の改善(即時脱型用混和剤の効果)
——超硬ねりコンクリートのコンシステンシー測定法としては、①コンクリートを自由落下させその充填度を測定する方法(CF試験)、②振動による充填度を測定する方法(空隙率)、③振動による所定の変形に要する時間を測定する方法(振動による変形値)等が考えられるが、混和剤を使用する場合は、③の方法によるのが適切である。図-4は、即時脱型直後の変形量と振動による変形値との関係について示したもので、即時脱超硬ねりコンクリートに要求される即時脱型直後の変形の改善について検討したものである。図-4より、フーレンでは(振動変形値が10秒以下になると変形量が急増するのに対し、混和剤を使用した場合は変形の急増する振動変形値を7秒以下にすることができた。これは混和剤を使用した場合コンシステンシーを良好にしても Green strengthの増加により初期剛性が大々、これが多数変形の増大を起さなかった理由と思われる。以上より即時脱超硬ねりコンクリートの脱型直後の変形の改善には即時脱型用混和剤が有効であると思われる。

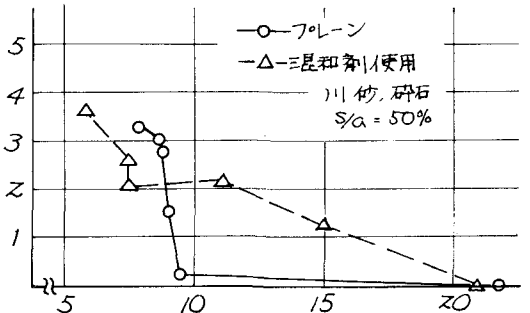


図-4 振動変形値と脱型直後の変形量の関係
表-1 コンクリートの配合

細骨材の種類	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m³)				
			セメント	水	細骨材	粗骨材	
水砕砂	60	40	250 (244)	150 (146)	836 (815)	1231 (1200)	
	58	50	250 (231)	145 (134)	1051 (970)	1032 (952)	
川砂	51	40	250 (246)	128 (126)	822 (808)	1266 (1245)	
	51	50	250 (235)	128 (120)	1027 (964)	1055 (991)	

注) 単位量は空隙率を無視して計算した量である。() 内に実験値

表-2 硬化前、硬化後のコンクリートの性状の比較

細骨材の種類	細骨材率(%)	硬化前コンクリートの性状						硬化後コンクリートの性状							
		空隙率(%)	CF値	振動変形値(秒)	*脱型性	弾性係数(N/mm ²)	三軸試験圧縮強度(80MPa)	内部摩擦角θ _{in} (°)	圧縮率(%)	弾性係数(%)	圧縮強度(個)	平均弦長(mm)	空気量(%)	比強度(N/mm ²)	間隙率(%)
水砕砂	40	2.6	0.79	14.5	BとCの中間	1.7	627	39°18'31"	297	36	257	0.26	2.60	15.38	396
	50	5.3	0.73	21.7	B	0	527	24°39'1"	242	18	265	0.28	3.08	14.29	375
川砂	40	1.7	—	12.0	C	1.5	—	37°28'1"	406	29	134	0.35	1.75	11.43	588
	50	6.5	0.75	17.3	B	0	330	24°32'54"	263	15	259	0.42	4.62	9.52	443

* A: 抵抗なく型枠がはずれるもの C: 鉛直方向にしか脱型できないもの B: AとCの中間のもの