

コンクリート破砕物の再利用に関する研究 破砕物を用いたコンクリートの弾塑性的性質について

鳥取大学 正員 西村 新蔵
鳥取大学 学員 ○ 湊 正彦
(附)中筋組 四方田 明之

1. まえがき

本研究は、コンクリート破砕物の再利用に関する研究プロジェクトの一環として行なったものである。コンクリート破砕物を骨材(再生骨材)として使用した場合、付着しているモルタル分によってコンクリートの弾塑性的性質にかなりの影響を与えることが予想される。しかし、この再生コンクリートの弾塑性的性質については ほとんど研究されていないのが現状である。したがって本研究では、粗骨材として再生骨材を使用したコンクリートについて、コンクリートの弾塑性的性質を実験的に把握し、普通コンクリートと比較 検討を行ない、あわせてコンクリート部材の設計のための基礎的資料を得ようとするものである。

2. 実験概要

(1) 配合 再生コンクリートの配合は、スランプ7.5cm、単位セメント量を250、350、450 kg/m³の3水準とし、予備試験で求めた最適S/aを用いて試し練りによって決定した(表-1)。同時に再生コンクリートと対比させるために、これと同一のスランプ、同一の水セメント比を有する普通コンクリート(コントロール用コンクリート)の配合も試し練りによって決定した(表-2)。

(2) 実験方法 クリープ試験用供試体は、中心部に塩化ビニル管を配した10×10×38cmの角柱を2本並列に並べ供試体間ならびに両端に鉄製プレートを挿入し、断面中心に中13mmの第4種PC鋼棒を通したもので、それぞれ28日目に応力の導入を行なった。応力の導入に先立ち、中10×20cmの円柱供試体を用いて圧縮強度および静弾性係数(1/2割線弾性係数)を測定し、これらの値をもとに導入応力の大きさを決定した。なお導入応力の大きさとは、静的強度の1/2(1/2σ_c)、1/4(1/4σ_c)としたが、1/2σ_c導入応力度がPC鋼棒の降伏点応力度以上になる場合は 1/4σ_cだけとし、また最も静的強度が大きい配合Cは 再生、コントロール用とも導入応力度を110 kgf/cm²(≒11MPa)とした(表-3)。

応力導入後 供試体は、恒温恒湿室中(20℃ 90%RH)に静置した。長さ変化(ひずみ)の測定は、フーゲンベルガー型 ひずみ計を用いて行なった。

3 実験結果

(1) 弾性的性質 再生、コントロール用とも応力-ひずみ曲線は、ほぼ同じような形状を示すが、再生コンクリートは原点における曲線の立ち上がりの勾配が

表-1 再生コンクリートの配合

配合の種類	最大スランプ(mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				増和剤 ポリアス No8A
						W	C	G	S	
A	25	7.5±1	4	62	42	155	250	1023	789	C×10 (ml)
B	25	7.5±1	4	45	39	156	350	1027	700	
C	25	7.5±1	4	36	37	161	450	1004	629	

表-2 コントロール用コンクリートの配合

配合の種類	最大スランプ(mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				増和剤 ポリアス No8A
						W	C	G	S	
A	15	7.5±1	5	62	44	155	250	1082	816	C×10 (ml)
B	15	7.5±1	5	45	40	156	350	1106	707	
C	15	7.5±1	5	36	38	158	442	1082	636	

表-3 導入応力度とクリープ係数ε_{cr}

配合の種類	圧縮強度 σ _c (kgf/cm ²)	静弾性係数 Es(×10 ³) (kgf/cm ²)	導入応力度 (kgf/cm ²)		導入時のひずみ (×10 ⁻⁵)		終極クリープ係数 ε _{cr}		
			1/30σ _c	1/40σ _c	1/30σ _c	1/40σ _c	1/30σ _c	1/40σ _c	
Or-C	335	3.63	112	84	31	23	2.0	1.8	
R	A	209	2.31	69	52	30	23	2.9	2.9
	B	303	2.76	101	76	37	26	2.9	2.9
	C	407	3.02	-	110	-	36	-	1.9
C	A	235	2.89	78	59	27	20	2.4	2.3
	B	411	3.56	-	103	-	30	-	1.9
	C	514	3.90	-	110	-	30	-	1.5

小さく、曲線の曲率も大きいようである。検査28日の圧縮強度と静弾性係数との関係は、再生、コントロール用とも直線関係を示し、圧縮強度の増大に伴って静弾性係数の増加割合は、ほぼ等しい(図-1)。

(2) 塑性的性質 再生コンクリートの単位応力当りのクリープひずみ、クリープ係数などは、コントロール用コンクリートのそれと比べ大きい。再生コンクリートとコントロール用コンクリートとの単位応力当りのクリープひずみの差は、再生骨材とモルタル部との単位応力当りのクリープひずみの違いによって異なる。すなわち、モルタル部のクリープひずみが再生骨材のそれとほぼ等しい再生コンクリート(配合B)では、コントロール用コンクリートとの単位応力当りのクリープひずみの差が最も小さくなり、モルタル部のクリープひずみが再生骨材のそれと異なる再生コンクリート(配合A, 配合C)においてコントロール用コンクリートとの差が大きい。図-2は、配合Aのクリープひずみ-時間曲線を示す。再生コンクリートの乾燥収縮ひずみは、コントロール用のそれと比べ大きく、その原因は再生骨材がある程度乾燥収縮するため、および再生骨材の吸水量が碎石のそれと比べかなり大きいためと考えられる。

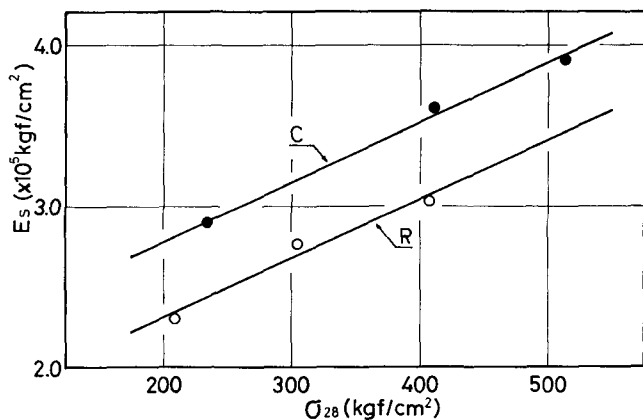


図-1 検査28日の圧縮強度と静弾性係数の関係

(3) 長期強度 再生コンクリートは、検査28日から検査3ヶ月までの強度の増加はコントロール用のそれとほぼ等しいが、やや小さいが、検査3ヶ月から検査6ヶ月までの強度の増加の割合がコントロール用のそれの2倍以上になっている。

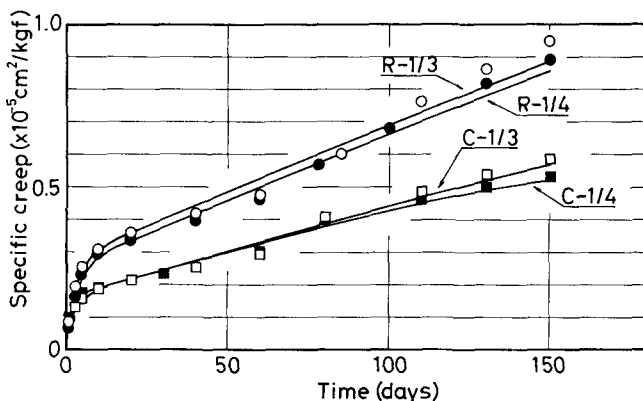


図-2 クリープ時間曲線(配合A)

(4) 複合則による再生コンクリートの弾塑性解析 本研究では、複合則による再生コンクリートの弾塑性解析を試みた。一般にコンクリートは、骨材の弾性係数の測定が困難であるが、再生コンクリートの場合、原コンクリート(再生骨材を製造した、性質が判っているコンクリート)の弾性係数を骨材の弾性係数とした。再生コンクリートの弾性係数は、複合則を適用してほぼ推定できると考えられる。また再生コンクリートのクリープひずみの推定は、Countoの理論を応用して、「骨材も時間依存性の変形を示す。」という仮定のもとで式を誘導し、その結果を図-3に示す。

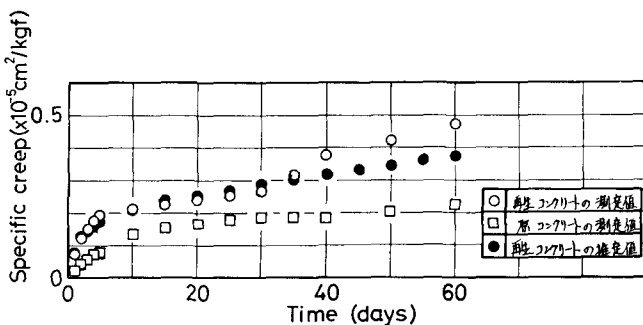


図-3 複合則を適用したクリープ時間曲線(配合B)

これによるとクリープひずみもほぼ推定できると考えられる。このように再生コンクリートの特性を検討する上で、複合則を適用することは、非常に有効な手段と考えられる。