

# 単粒粗骨材DAコンクリートの力学的諸性質に関する研究

加賀美一二三\*・長谷川 博\*・関 一\*

## Study for Dynamical Properties of Singly Grained Coarse Aggregate DA Concrete

Hifumi KAGAMI, Hiroshi HASEGAWA, Hajime SEKI

### Abstract

It is fairly difficult at times to guarantee standard grading of aggregate from local features on executive field at present time, in such a case, it is considered that there are convenient for execution using with state of singly grained aggregate.

Owing to results of former experiment of singly non-admixture grain aggregate concrete, dynamical properties were same degree for general concrete, but there were insufficient points to the workability of fresh concrete.

So, in this experiments, authors investigated the special characters and few dynamical properties on fresh concrete added dispersive agent in order to prove some properties on execution of their.

### 1. 緒 言

コンクリート工事に当り、建設現場の地域性によっては標準粒度の骨材を確保できない場合があり、碎石粗骨材は単粒状として保存されているので、そのまま単粒形式で使用できれば施工上好都合であるといえる。

単粒粗骨材プレーンコンクリートの実験を既に実施した結果、一般コンクリートよりも使用水量を減少できるため力学的性質においてはかなり、有利な面も示したが、その特質上、生コンクリートの分離の傾向が認められた。

よって、本研究においては、その施工性に関する諸性質を改善するため、分散剤を使用し、生コンクリートの性質ならびに2、3の力学的性状について一般コンクリートと比較し、その特性を検討した。

本文において次の記号を用いた。

SGC ; 単粒粗骨材コンクリート

CGC ; 連続粒度粗骨材コンクリート

NAC ; 混和剤を用いないコンクリート

DAC ; 分散剤コンクリート

AEC ; 空気連行コンクリート

### 2. 実験方法

セメントは普通ポルトランドセメント比重, 3.15, 細骨材は北九州若松沖産, 粗骨材は山口県山陽町産の碎石, 粒径が5~10(I), 10~15(II), 15~25mm(III)の単粒粗骨材と5~25mm(IV)の一般連続粒度粗骨材を使用した。骨材の試験結果はTable 1のとおりである。

分散剤, ポゾリスNo. 5 Lは25%水溶液とし, セメント1kgに対して10cc使用した。

コンクリートの配合は, 粗骨材の種別により, 水セメント比が一定で細骨材率をかえた場合(A)と, 細骨材率が一定で水セメント比をかえた場合(B)にわけ, A, B配合とも基準スランプ値を5±1cm, 空気量を5%程度を目標にTable 2のように決定した。

練りませ直後, スランプ試験(ワーカビリティの判定)と空気量試験を行ない, 直ちに圧縮, 引張試験用供試体(φ10×20cm)を作製した。

標準養生後, 配合(A)のコンクリートは材令14日で配合(B)は7日および28日で圧縮強度試験, 圧縮ひずみの測定(中央部10cm)および引張強度試験を実施した。

ヤング係数は圧縮強度の1/2程度の応力段階における割線ヤング係数である。

\* 工業短期大学部土木工学科

Table 1 Properties of aggregate

Each terms of experiment		Grading (mm)	Specific gravity	Absorption (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )	Fineness modulus	Percentage of solid volume (%)	Organic impurities
Kinds of aggregate								
Fine aggregate		5 ~	2.54	1.83	1590	2.76	63	Good
Coarse aggregate	SGC	I 5 ~ 10	2.68	1.13	1542		58	
		II 10 ~ 15	2.69	1.04	1548		58	
		III 15 ~ 25	2.69	0.98	1590		60	
	CGC IV 5 ~ 25	2.68	1.03	1627	6.89	61		

Table 2 Mixed proportion of concrete (standard)

Kinds of concrete		Max. size of coarse aggr. (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )				
							W	C	S	G	Pozzolith No. 5 L (25%)
A	SGC	I 10	1.7	5.8	62	44	187	300	768	1035	3.0
		II 15	3.9	4.2	59	44	177	300	769	1037	3.0
		III 25	5.1	4.5	53	40	159	300	718	1140	3.0
	CGC IV 25	3.7	5.2	55	40	164	300	712	1131	3.0	
B	SGC	I 10	4.5	5.6	55	44	190	315	738	995	3.5
		II 15	12.4	6.4	55	44	180	327	756	1019	3.3
		III 25	6.6	5.5	55	40	162	294	716	1137	2.9
	CGC IV 25	5.5	5.6	55	40	167	304	708	1124	3.0	

3. 生コンクリートの性質

(1) スランプならびに空気量におよぼす s/a, W/C の影響

Fig. 1 は W/C を一定とし s/a をかえた場合 (A) のスランプ値の傾向である。s/a に対するスランプ値の増減の傾向は粗骨材の最大寸法が大きくなるほど顕著であり、最大寸法が同じときは (III), (IV) 曲線のごとく SGC (III) の増減量がやや大きい結果となる。図中の既実験 (最大寸法 40mm, AEC) の結果は CGC (IV) と相似して関係にある。

Fig. 2 は s/a および W を一定とし W/C をかえた場合 (B) のスランプ値の傾向であるが、リースの理論のようにあまり大きな差異は示さない。

Fig. 3 および Fig. 4 はそれぞれ配合 (A) および (B) の場合の空気量の関係であり、SGC と CGC との差異は認められない。

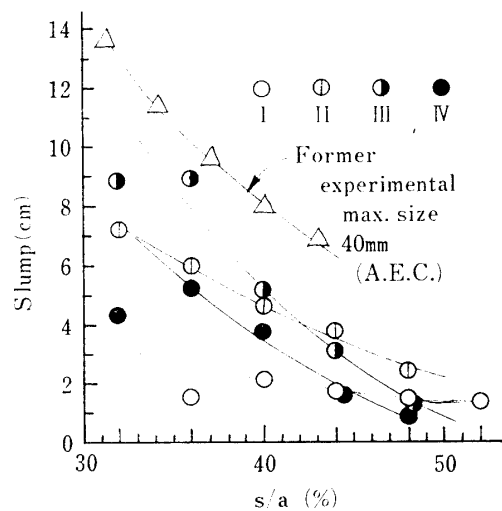


Fig. 1 Relations between s/a and slump

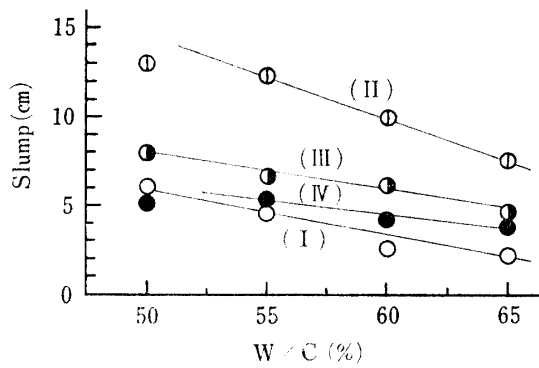


Fig. 2 Relations between w/c and slump

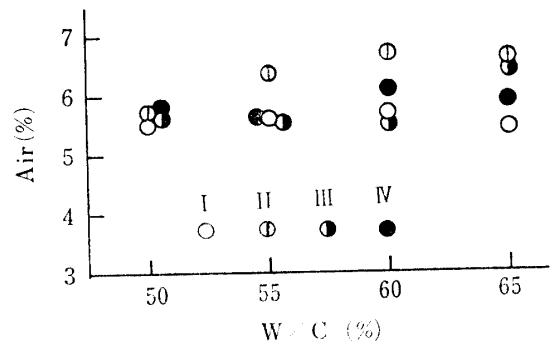


Fig. 4 Relations between w/c and air content

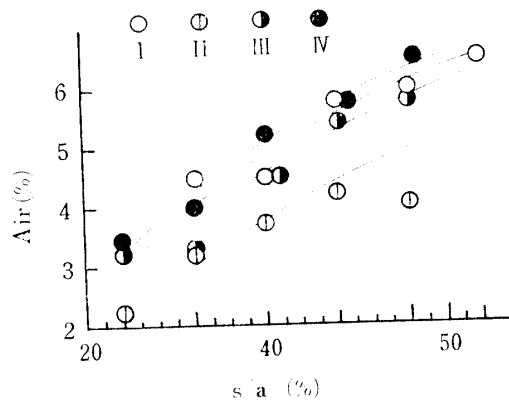


Fig. 3 Relations between s/a and air content

(2) s/a とワーカビリティー

スランプテスト後にプラスチック、フィニッシュャピリチーなどを判定した結果、混和剤が有効に作用して、コンシステンシー（スランプ値）が同じであればSGC、CGCのワーカビリチーは同程度と判断された。Table 3は粗骨材種別とs/aの関係である。DACの最適s/a値はNACの場合よりも平均5%程度小さく、分散剤使用の効果はSGCも同じである。

Table 3 Comparisons of sand-coarse aggregate ratio (s/a)

Kind of concrete		SGC			CGC
		I	II	III	IV
Each terms					
Suitable extent	DAC	40~50	40~48	36~44	46~44
	NAC	44~52	46~52	45~52	40~46
Suitable values	DAC	48	44	40	40
	NAC	49	46	45	43
Correction values by reference table		53	49	39	39
Max. density of mixed aggregate		49	46	40	40

(3) 単位水量および減水量

Fig. 1よりスランプ5cm程度を得るに必要な単位水量を求めるとFig. 5のごとくほぼ直線関係となる。

SGCの単位水量をs/a=40%の場合で比較すると(II)は(I)よりも約15kg/m<sup>3</sup>、(III)は(II)よりも約20kg/m<sup>3</sup>少ない。既実験(NAC)において、CGC(IV)に対するSGC(III)の減水量は約3kg/m<sup>3</sup>と

のべたがDACはTable 4のごとく配合(A)、(B)いずれも約8kg/m<sup>3</sup>となり、NACの場合よりも約5kg/m<sup>3</sup>の減少となるので、単粒粗骨材はDACとすれば減水効果が大きく、その特性が十分に活用できると考えられる。

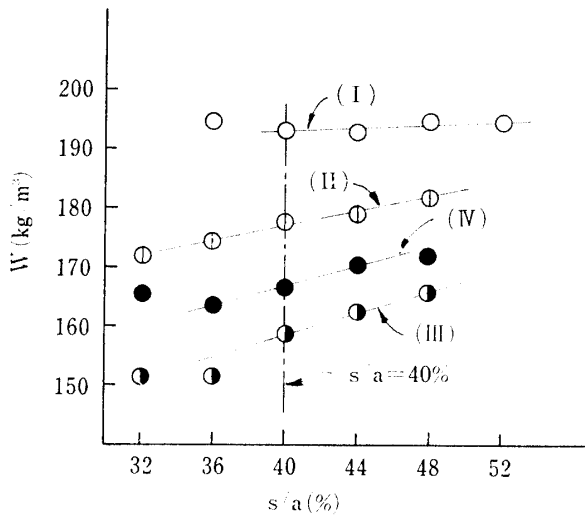


Fig. 5(a) Necessary unit waters for slump 5 ± 1 cm (D.A.C)

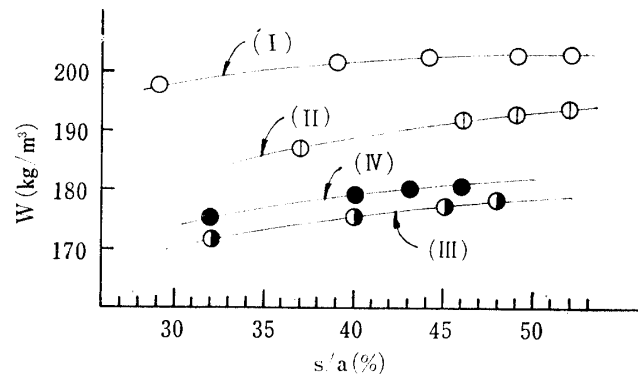


Fig. 5(b) Necessary unit waters for slump 5 ± 1 cm (N.A.C)

Table 4 Comparisons of grade with unit water

Kind of concrete		SGC				CGC	
		I	II	III	IV		
Each terms	Mix. proportion	(A)	s/a	48	44	40	40
			Water quantity for slump 5 cm	194.7	178.8	158.4	166.5
			Decreasing water(SGC)			8.1	
		(B)	s/a	44	44	40	40
			Water quantity for slump 5 cm	191.1	165.6	158.5	166.6
			Decreasing water(SGC)			8.1	

(4) スランプ値の変化に対する s/a の増減量  
 コンクリート配合の決定にあたり、スランプ値をある程度大きくしたいとき、セメントペースト量を増せば不経済となるので、ワーカビリチーをそこなわない

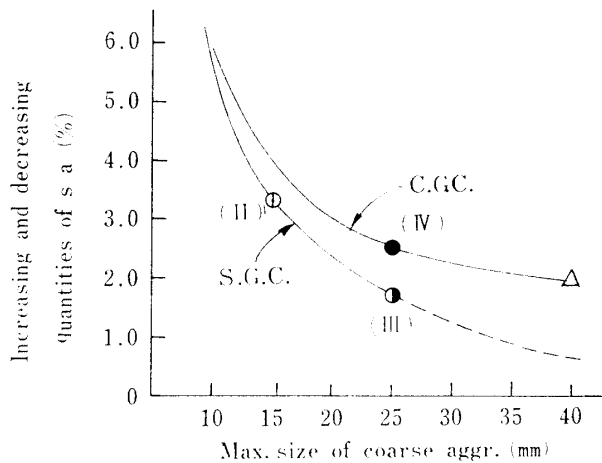


Fig. 6 Increasing and decreasing quantities of s/a for slump 1 cm

範囲で s/a を小さくする方法がよく用いられている。

Fig. 1 よりスランプ 1 cm に対する s/a の増減量を求めると Fig. 6 となる。その増減量は粗骨材の最大寸法が大きいほど小さく、また、最大寸法が同じときは CGC よりも SGC が小さい。

よって、SGC もワーカビリチーを保持しつつスランプをかえる目的は達成できる。

#### 4. 圧縮強度

##### (1) s/a と圧縮強度

Fig. 7 は単位セメント量一定にて W/C はコンクリート種別ごとに同一とした場合(A)の s/a と圧縮強度の関係である。

s/a が 40% 程度以下の圧縮強度は多少異なる傾向があるが、Table 3 の適当と思われる s/a の範囲では、各種コンクリートともほぼ一定とみなすことができる。

圧縮強度より  $s/a$  の最適値を求めると (I), (II), (III) および (IV) でそれぞれ 44, 48, 40, 40% となり、生コンクリートにおける最適  $s/a$  値とほぼ一致する。コンクリート種別によって強度差があるのは  $W/C$  の相異による影響といえる。

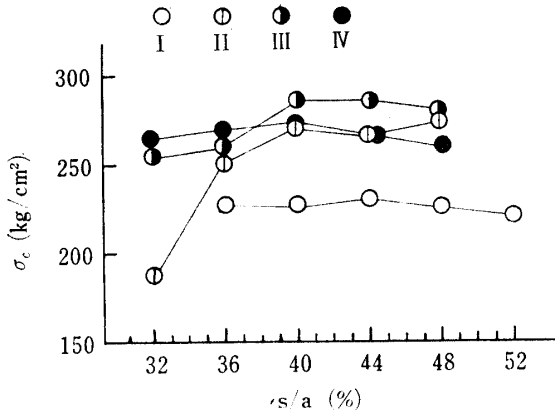


Fig. 7 Relations between  $s/a$  and compressive strength

(2) セメント水比と圧縮強度

材令 7 日および 28 日の  $C/W$  と圧縮強度の関係は Fig. 8, 9 に示すごとく、コンクリート配合理論の直線関係が成立し、その傾向はほぼ類似したものといえる。

同じ  $C/W$  に対する圧縮強度は材令 7 日および 28 日ともコンクリート種別 (粗骨材粒度) によって僅少の差が生じている。SGC (III) と CGC (IV) を比較すると、 $\sigma_7$  においては強度差はほとんどないが、 $\sigma_{28}$  の場合には SGC (III) が  $10\text{kg/cm}^2$  程度小さい。この強度差は粗骨材粒度の相異よりも単位セメント量の相異によって生じたものと考えられる。

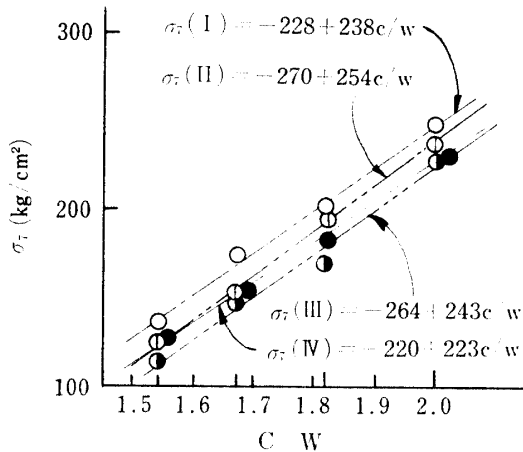


Fig. 8 Relations between  $c/w$  and compressive strength ( $\sigma_7$ )

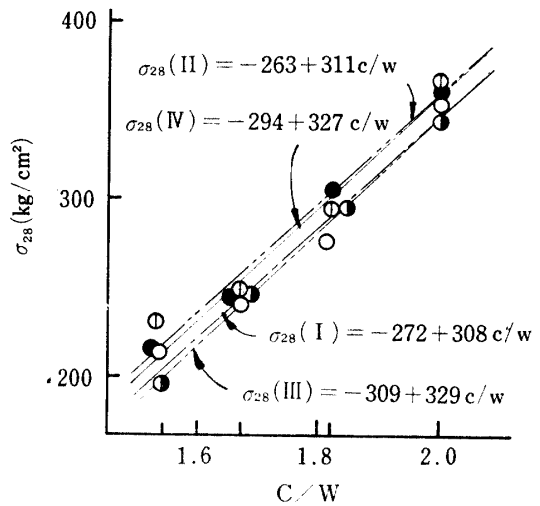


Fig. 9 Relations between  $c/w$  and compressive strength ( $\sigma_{28}$ )

(3) 材令と圧縮強度

材令 7 日と 28 日の圧縮強度の関係は Fig. 10 のとおりであり、コンクリート種別によって関係式を図中に示した。材令と圧縮強度の関係においても SGC と CGC はほぼ同様の傾向といえる。

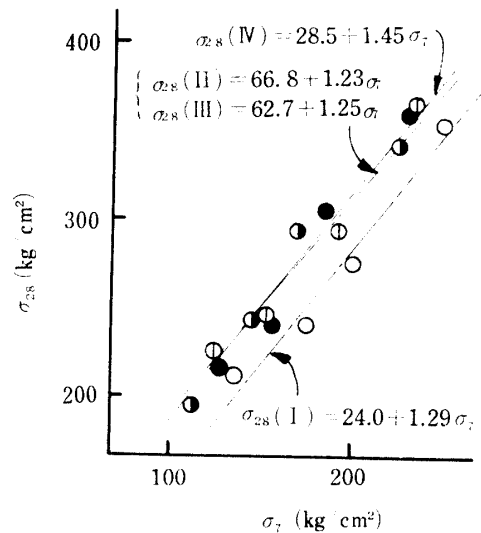


Fig. 10 Relations between age and compressive strength

5. 応力-ひずみ曲線およびヤング係数

Fig. 11 は各種コンクリートの代表的なものについての応力-ひずみ曲線であり、いずれも既報<sup>2)</sup>のごとく圧縮強度の 50 および 90% の位置に変曲点が認められ曲線の傾向も類似している。

ヤング係数と圧縮強度の関係は Fig. 12 のごとく直

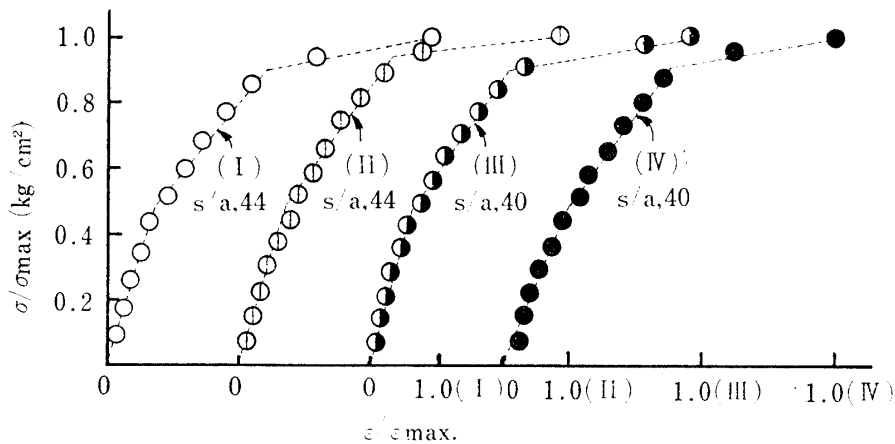


Fig. 11 Stress-strain curve (say, one example)

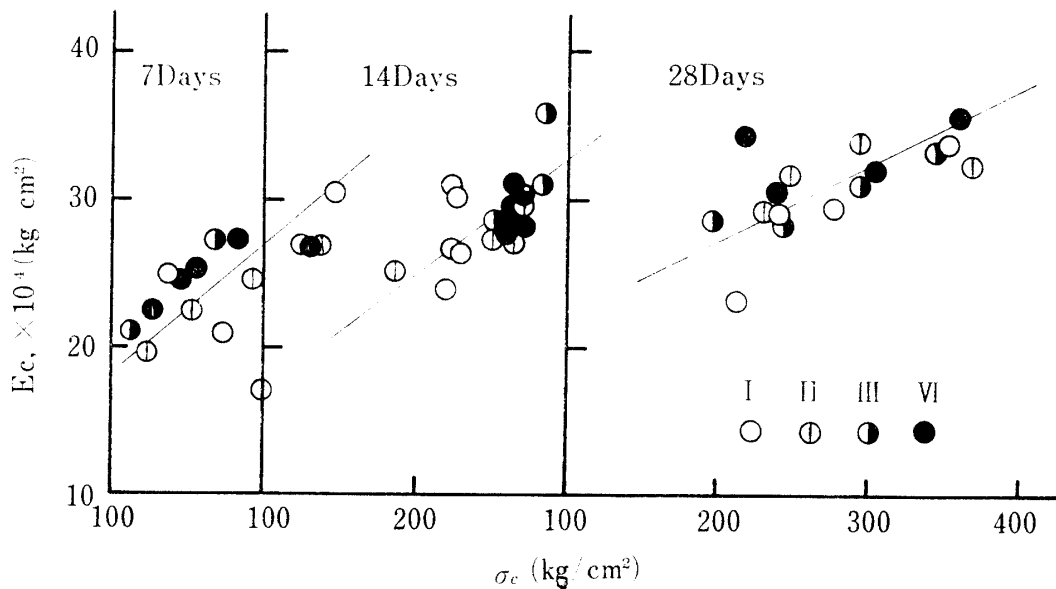


Fig. 12 Relations between Young's modulus and compressive strength

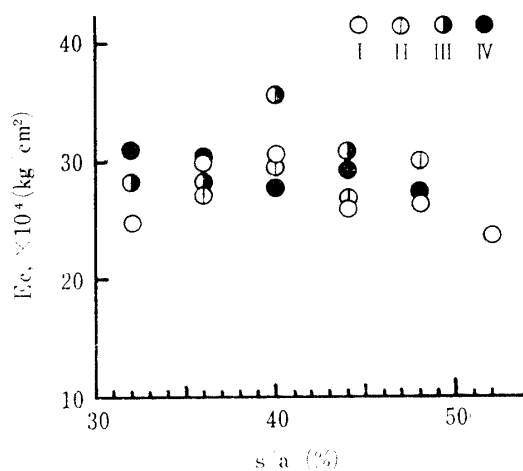


Fig. 13 Relations between Young's modulus and s/a

線的傾向にあり、材令がすすむにつれて、その直線の傾きは小さくなる。

Fig.13はヤング係数と s/a の関係であるが s/a の影響は認められない。

以上の応力-ひずみ曲線ならびにヤング係数の考察によれば、粗骨材粒度の影響は少なく SGC と CGC の差異は認められない。

### 6. 引張強度

s/a と引張強度の関係は Fig. 14(a)のとおりであり圧縮強度の場合と同様に、各種コンクリートとも s/a の変化に対してほぼ同程度の引張強度を示す。

脆度係数は Fig. 14(b)のごとく圧縮強度が大きくなるにしたがい大きくなる。

両図より、引張強度においても SGC と CGC は同

様の性状を示すものといえる。

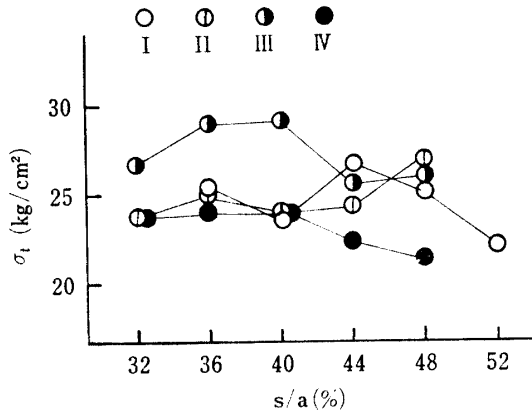


Fig. 14(a) Relations between s/a and tensile strength

Table 5 Comparisons of cement quantity with compressive strength

Compare items		SGC (III)	CGC (IV)
Conditions	Air (%)	5	5
	Slump (cm)	5	5
	s/a (%)	40	40
Case of equal quantity of cement (1)	C (kg/m³)	300	300
	W (kg/m³)	158	167
	C/W	1.9	1.8
	$\sigma_7$ (kg/cm²)	198	182
	$\sigma_{28}$ (kg/cm²)	316	295
Case of equal compressive strength (2)	$\sigma_{28}$ (kg/cm²)	295	295
	C (kg/m³)	291	300
	$\sigma_7$ (kg/cm²)	182	182
	C (kg/m³)	289	300

7. 結 言

本実験の結果を要約すると次のとおりである。

生コンクリートの空気量、スランプ、s/a が一定の場合のセメント量ならびに圧縮強度について、一般コ

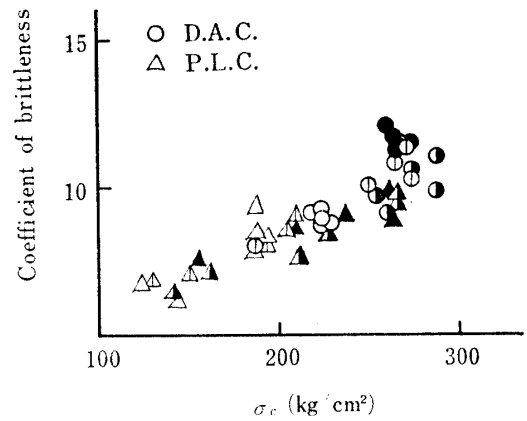


Fig. 14(b) Relations between compressive strength and coefficient of brittleness

ンクリートと比較検討すると Table 5 のごとくなる。

SGC (III) の圧縮強度は Table 5 の比較項目(1)に示すように、単位水量を 9 kg/m³ 程度減少でき、そのため水セメント比が3%程度小となるので、CGC (IV)  $\sigma_{28}$  よりも約 21 kg/cm² 大きい値が得られる。

比較項目(2)における SGC のセメント節減量は約 10 kg/m³ となり、本例による結果では、強度性状ならびに経済性にかかなりの効果があるものと考えられる。

DA コンクリートは分散剤を用いない単粒粗骨材コンクリートの不十分な作業性もなくなり、一般構造用コンクリートとしても有効に利用できるものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 内山 実：土木学会誌, 24, 12 (1938)
- 2) 加賀美一二三：材料試験, 6, 49 (1957)
- 3) M.F. Kaplan: Magazine of concrete research, Aug. (1958)
- 4) 磯崎正晴, 養生田栄一：セメント技術年報, XIV (1965)
- 5) 山本泰三：コンクリートジャーナル, 7, 11 (1969)
- 6) 加賀美一二三, 二木一夫, 長谷川博：山口大学工学部研究報告, 17-2 (1966)
- 7) 児玉武三：コンクリートジャーナル, 9, 3 (1971)
- 9) 加賀美一二三, 長谷川博：山口大学工学部研究報告, 24, 2 (1973)

(昭和49年10月15日受理)