

## [33] 造殻混練工法による貧配合コンクリートの特性に関する研究

正会員 ○黒羽 健嗣(大成建設技術研究所)  
 正会員 山本 康弘(同上)  
 丸嶋 紀夫(同上)  
 正会員 伊東 靖郎(リブコンエンジニアリング)

## 1. まえがき

巨大なコンクリート構造物の工事(原子炉工事, ダム工事, 護岸工事)に用いるマスコンクリートは, セメントの水和反応による発熱ひび割れを制御するため, 粗骨材の最大径を大きくすることにより単位セメント量を小さくしたり, フライアッシュ等の混和材を使用した貧配合コンクリートが用いられている。しかし, これらのコンクリートは, 水の分離によるブリージングの発生, 砂や粗骨材の分離による施工性の不良と強度低下, および耐久性の低下など, 未解決の問題が多い。我々は, これらの貧配合コンクリートにおける諸問題を解決するものとして造殻混練方式(以下S.E.C工法と称す)をとりあげ, その特性について検討した。S.E.C.工法とは, あらかじめ表面水量を一定に処理した細骨材と粗骨材に適当量の1次水を加えセメントと1次混練した後, 残りの水を加えて混練し, モルタルあるいは, コンクリートとするものである。これによると, モルタルあるいは, コンクリートのブリージング, 骨材分離, 品質変動巾の減少等, 種々の性能の向上が期待出来る。本研究においては, 最大寸法150mm程度の粗骨材を使用し, C種フライアッシュセメントによる単位セメント量を $120 \sim 220 \text{ kg/m}^3$ とした貧配合コンクリートに本工法を適用した場合の各種特性を従来工法によるものと比較検討した。

## 2. 供試体の製造

## 2.1 機械設備

コンクリートの製造に関する機械設備は, 下記の通りであり, 粗骨材最大寸法が150mmと, 大であるため, 工事用大型プラントを使用した。

- サンドコントローラ……細骨材の含水調整装置, 処理能力 $40 \text{ m}^3/\text{h}$

写真-1に示した。

- バッチャープラント……セメント, 粗骨材寸法3種類, 細骨材, 水, 混和剤を自動計量

- ミキサー……水平2軸式 $2 \text{ m}^3$ 練り, 回転数23 r.p.m.,

写真-2

## 2.2 使用材料

- セメント……フライアッシュセメントC種, 試験成績を表-1に示した。
- 細骨材……川砂, 試験結果を表-2に示した。
- 粗骨材……碎石を150~80, 80~20, 20~5mmに分けて使用, 試験結果を表-1に示した。
- 混和剤……リグニンスルホン酸塩系減水剤, A E剤

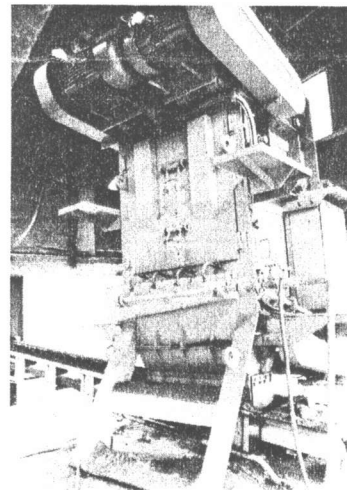


写真-1

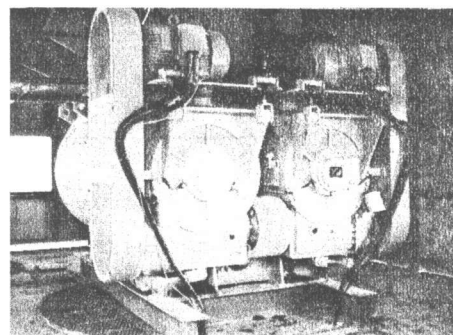


写真-2

表-1 セメントの試験成績表

フライアッシュ 混入率 (%)	比重	ブレン ( $cm^3/g$ )	凝 結		安定性	フロー値 ( $mm$ )	圧縮強さ ( $kg/cm^2$ )			水和熱 ( $cal/g$ )	
			始 発 (時-分)	終 結 (時-分)			3日	7日	28日	7日	28日
27.1	2.86	3.770	4-28	5-43	良	242	98	166	290	59.2	71.4

表-2 骨材試験結果

種 類	ふるい分け試験(上:ふるい寸法, 下:測定結果)							粗 粒 率	表乾比重	吸水率(%)	単位容積重量( $kg/m^3$ )	実積率(%)
	10~5 <sup>mm</sup>	5~2.5	2.5~1.2	1.2~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.15以下					
細 骨 材	2.3 <sup>%</sup>	8.4	15.6	28.9	29.7	12.0	3.1	2.76	2.61	2.89	1,615	63.6
	150~80 <sup>mm</sup>	80~40	40~20	20~10	10~5	5以下	—					
粗 骨 材	2.50	2.31	2.72	1.23	1.02	2.2	—	8.37	2.76	0.60	—	—

### 2.3 計画配合

計画配合は、下表の通りとした。

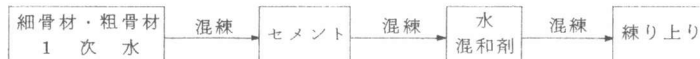
単位セメント量 ( $kg/m^3$ )	細骨材率 (%)	空気量 (%)	スランブ ( $cm$ )
120, 140, 160, 180, 200, 220	22~25	3±1	2.5±1

スランブ値は、40mmウェットスクリーニング試料による。

### 2.4 混練方法

前記ミキサーを使用し、S.E.C方式、従来方式について、各々、下記の順序で混練した。なお、S.E.C方式に使用した細骨材は、あらかじめ、サンドコントローラーにより表面水量を一定に処理した。

#### S.E.C方式



#### 従来方式



## 3. 各種性能試験項目と方法

### 3.1 練り上りコンクリートの性能

練り上りコンクリートを40mmのふるいを用いてウェットスクリーニングを行った後、スランブをJIS A 1101、空気量をJIS A 1128、ブリージングをJIS A 1123、単位容積重量をJIS A 1116にそれぞれ準じて測定した。

### 3.2 硬化コンクリートの性能

試験項目	方 法	ウェットスクリーニング( $mm$ )	供試体寸法( $m$ )	試験材令(週)
圧縮強度	JIS A 1108	40	$\phi 15 \times 30$	1, 4, 13
引張強度	JIS A 1113	40	$\phi 15 \times 30$	13
静弾性係数	ストレンゲージ法	40	$\phi 15 \times 30$	13
凍結融解性能	ASTM C 666	30	$10^2 \times 40$	10

凍結融解試験は、単位セメント量 220, 160, 140 kg/m<sup>3</sup> について実施した。

#### 4. 試験結果

##### 4.1 実施配合

実施配合を表-3 に示した。

表 - 3 実施配合

##### 4.2 練り上りコンクリートの性能

表-4 に示した。

##### 4.3 硬化コンクリートの性能

各種性能を表-4 に、凍結融解試験結果を図-2 に示した。

記号	混練方法	計画 セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	実施配合 (1m <sup>3</sup> )							
			水 (kg)	セメント (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)			W/C (%)	S/A (%)
						150-80	80-20	20-5		
S-1	S.E.C.	220	105	221	465	423	849	421	47.4	22.6
S-2		200	101	200	488	421	842	418	50.5	23.2
S-3		180	97	179	509	419	837	419	54.5	24.4
S-4		160	109	161	508	432	860	432	67.5	23.8
S-5		140	105	139	516	426	854	424	75.5	24.3
S-6		120	98	121	552	484	861	381	80.8	25.3
C-1	従来	220	99	220	464	422	843	422	45.2	22.6
C-2		200	101	200	493	422	843	418	50.5	23.4
C-3		180	100	179	502	419	838	417	55.9	24.1
C-4		160	102	159	502	426	849	426	64.4	23.6
C-5		140	108	138	514	424	845	424	78.2	24.3
C-6		120	100	118	532	474	844	374	84.4	25.0

表 - 4 試験結果

記号	混練方法	条件		練り上り性能				圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )			引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )
		計画セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	W/C (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	ブリージング率 (%)	単位容積重量 (kg/m <sup>3</sup> )	1週	4週	13週		
S-1	S.E.C.	220	47.4	1.8	4.6	0	2345	254	406	520	31.8	359×10 <sup>5</sup>
S-2		200	50.5	1.8	4.5	0	2355	166	325	433	35.3	354×10 <sup>5</sup>
S-3		180	54.5	2.5	5.7	0	2313	200	322	420	33.3	343×10 <sup>5</sup>
S-4		160	67.5	2.6	3.7	0	2369	162	276	350	24.2	338×10 <sup>5</sup>
S-5		140	75.5	2.7	5.1	0	2317	132	228	303	23.0	318×10 <sup>5</sup>
S-6		120	80.8	0.9	3.8	0	2345	109	205	256	19.8	262×10 <sup>5</sup>
C-1	従来	220	45.2	4.0	4.3	0.17	2340	212	418	483	30.1	362×10 <sup>5</sup>
C-2		200	50.5	1.7	3.9	0.39	2363	179	344	419	33.6	349×10 <sup>5</sup>
C-3		180	55.9	2.4	5.0	0.55	2306	188	279	345	32.4	326×10 <sup>5</sup>
C-4		160	64.4	1.7	4.7	0.63	2315	116	229	313	24.2	311×10 <sup>5</sup>
C-5		140	78.2	4.0	4.3	0.37	2303	80	173	239	20.7	283×10 <sup>5</sup>
C-6		120	84.4	1.4	5.6	1.13	2272	63	131	181	16.7	262×10 <sup>5</sup>

#### 5. 検討および考察

##### 5.1 練り上りコンクリートの性能

従来工法による場合、貧配合ほど、ブリージング率が大きくなる傾向があるが、S.E.C.工法によるものでは、ブリージングがほとんど認められなかった。

##### 5.2 圧縮強度

セメント水比と圧縮強度の関係を図-1 に示した。これによると、材令 1.4, 13 週 共、S.E.C.工法によるものが、従来工法によるものに比較して高強度となった。しかし、セメント水比が大きい部分で、その差は小となっ

たが、その原因は、不明である。

### 5.3 引張強度

セメント水比との関係を示した図-2によると、両工法には、ほとんど差がなかった。

### 5.4 静弾性係数

図-2によると、セメント水比の小さい部分で、S.E.C.工法によるものが大きな値となった。

### 5.5 凍結融解試験

図-3によると、両工法共、単位セメント量の小さい水セメント比の大きな配合ほど、相対動弾性係数の低下率が大きい。また、両工法を、比較すると、いずれの配合共、S.E.C.工法の方が、相対動弾性係数の低下率が小さくなった。

## 6. 結 論

本研究においては、S.E.C.工法による粗骨材最大寸法150mmの貧配合コンクリートの特性を従来工法によるものと比較の上で明らかにするため、2<sup>m</sup>練り大型ミキサーを使用し、材料条件・試験条件等を一定とし、実験を行った。この結果、明らかとなったS.E.C.コンクリートの特性は、以下の通りである。

- 練り上りコンクリートのブリージング量は、小となる。
- 圧縮強度は、やや大となる。
- 引張強度、静弾性係数は、従来工法によるものと同程度以上である。
- 耐凍結融解性能は、優れている。

以上であるが、S.E.C.工法による場合、前記のような混練方式をとるため、ミキサーの性能がコンクリートの物性に大きな影響を及ぼすと考えられるため、今後、この点を検討する必要がある。

本研究は、東京大学工学部 樋口芳郎教授、岸谷孝一教授 および法政大学工学部 小林正几教授の御指導をいただいた。特に凍結融解試験は、小林研究室において実施していただいた。ここに深く謝意を表します。

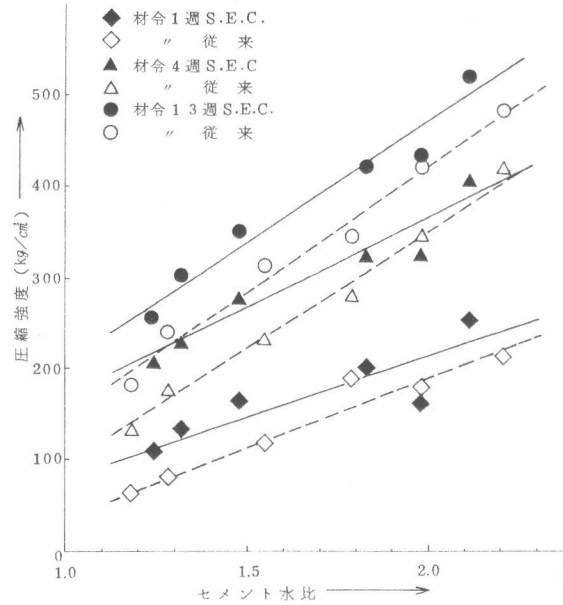


図-1 セメント水比と圧縮強度の関係

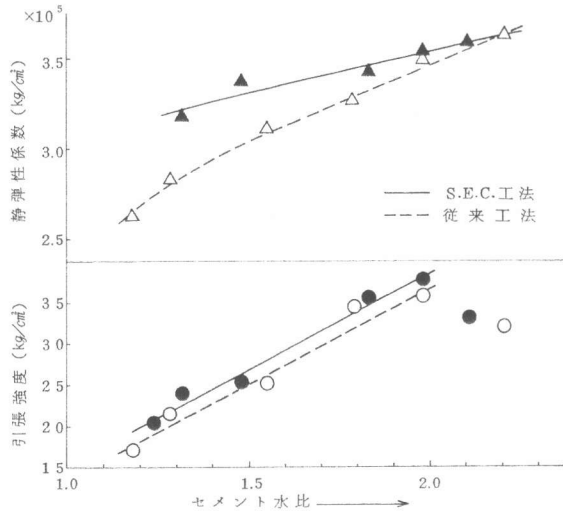


図-2 セメント水比と引張強度、静弾性係数の関係

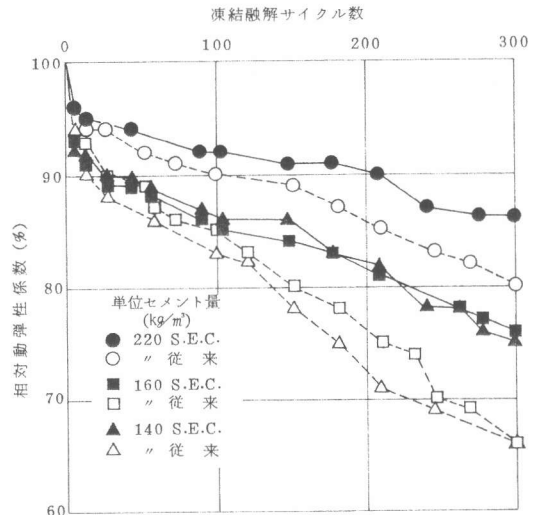


図-3 凍結融解試験結果