

# コンクリートの練り混ぜ方法に関する基礎的研究 (3)

## —乾燥収縮と重量変化—

Effect of Mixing Sequence on Properties of Concrete (3)

魚本健人\*・小林一輔\*・星野富夫\*・西村次男\*

Taketo UOMOTO, Kazusuke KOBAYASHI, Tomio HOSHINO and Tsugio NISHIMURA

### 1. は し が き

前報<sup>1),2)</sup>では、コンクリートの練り混ぜ方法を変えた場合の単位水量、ブリージング、強度ならびにヤング率に関する検討を行った。その結果、練り混ぜ方法を一括方式とする場合と分割方式とする場合とでは、得られるコンクリートの品質に違いがあることが明らかとなった。しかし、さらにコンクリートの体積変化に関しても、その違いを明らかにすることが必要である。

そこで、本文では前報と同様な品質のコンクリートについて乾燥収縮および重量変化を調べた結果について報告する。

### 2. 実 験 概 要

実験は、前報<sup>1),2)</sup>で報告したものの継続であるため、詳細については省略するが、実験計画法 ( $L_{16}$ ) によって要因実験を行った。なお、実験で取り上げた要因と水準は表-1のとおりである。

コンクリート供試体は、 $10 \times 10 \times 40$ cmの寸法で、脱型後1週間水中養生 ( $20^\circ\text{C}$ ) 後、温度  $20^\circ\text{C}$ 、湿度60% R. H. の恒温恒湿室に放置し、長さ変化および重量変化を測定した。長さ変化の測定は JIS A 1129 のコンタクトゲージ方法で行った。

表-1 要因と水準

記号	要 因	水 準	
		1	2
A	練り混ぜ方法	一括方式	分割方式
B	水セメント比	55%	70%
C	高性能減水剤の後添加	無	有
D	細骨材の機械的処理	無	有
E	細骨材の種類	川砂	海砂
F	ス ラ ン プ	8 cm	15 cm
G	細骨材の表面水量	0%	5%

\* 東京大学生産技術研究所 第5部

供試体の個数は1条件に対してそれぞれ3体とし、分散分析ではこれらの各供試体から得られたデータを3回の繰り返しと考えて解析した。

### 3. 乾 燥 収 縮

乾燥収縮量の分散分析結果を表-2にまとめて示す。また、各材令において有意となった要因の影響を図-1にまとめて示す。

表-2から明らかなように乾燥収縮に影響を及ぼす要因は、乾燥期間によっても異なっているが、いずれの乾燥期間においても有意となった要因は練り混ぜ方法(A)および細骨材の種類(E)である。また、注目されるものとしては、乾燥期間1週では有意とならなかったが、乾燥期間2週以降有意となった練り混ぜ方法と細骨材の機械的処理との交互作用(A×D)があげられる。

図-1は、各種要因が乾燥収縮量におよぼす影響を示したもので、有意となった場合のみを表示したため、要因によっては必ずしも全乾燥期間における値が示されていないが、この図より次のことが明らかである。

- i) いずれの要因の場合にも、乾燥期間によってその傾向が異なることはなく、ほぼ同じ傾向を示している。
- ii) 練り混ぜ方法を分割方式とすると、一括方式に比べ乾燥収縮量は約10%大きい。
- iii) 海砂を使用する方が川砂を使用する場合よりも乾燥収縮量は小さい。

iv) 細骨材の機械的処理の有無は、一括方式で練り混ぜた場合にはほとんど影響を及ぼさないが、分割方式で練り混ぜると処理した方が乾燥収縮量は大きい。

海砂を使用する方が川砂を使用する場合よりも乾燥収縮が少ないのは、海砂中の塩分の影響により初期材令におけるセメントの水と反応が促進され、より緻密な組織となったためであると推定される。

練り混ぜ方法を変えた場合に乾燥収縮量が異なる原因の1つとして、コンクリートの単位水量の違いが考えられるが、その割合は3~4%であった<sup>1)</sup>ことから必ずし

研究速報

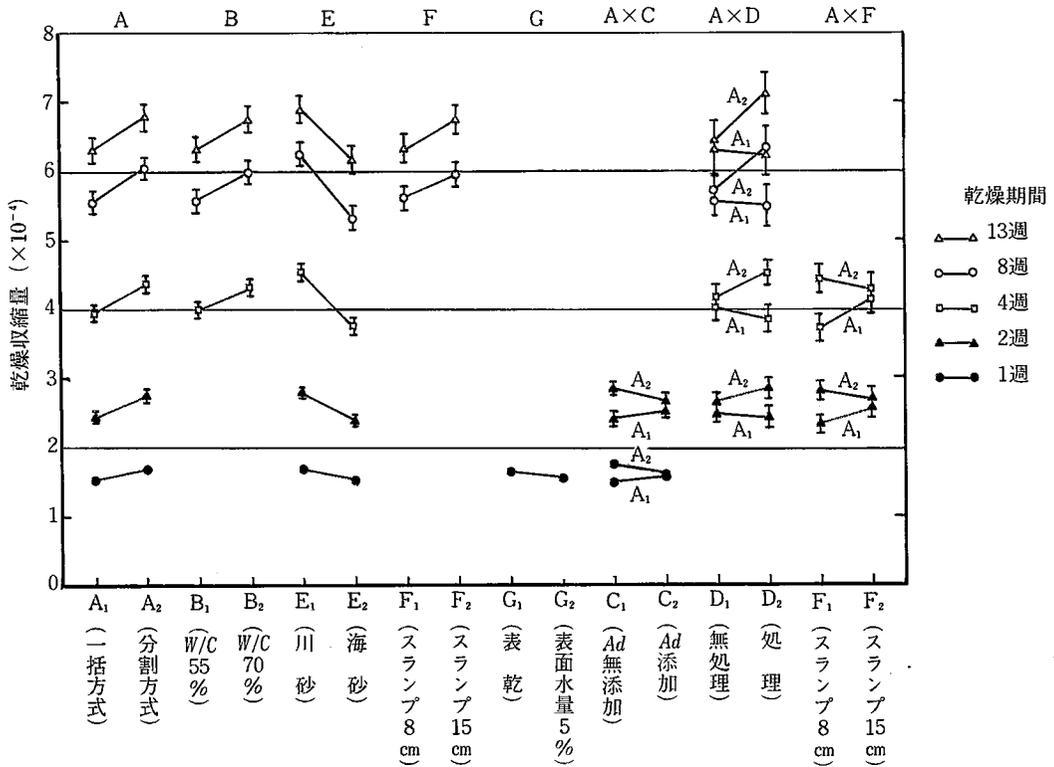


図-1 乾燥収縮量に及ぼす各種要因の影響

表-2 乾燥収縮量分散分析結果(寄与率)

要因	乾燥期間	1週	2週	4週	8週	13週
A		13.7**	17.7**	10.0**	9.1**	8.4**
B		—	—	6.7**	5.9*	6.5*
C		—	—	—	—	—
D		—	—	—	—	—
E		15.1**	31.2**	38.3**	32.2**	18.7**
F		—	—	—	3.5*	5.8*
G		5.5*	—	—	—	—
A × B		—	—	—	—	—
A × C		10.3**	3.6*	—	—	—
A × D		—	2.9*	4.1*	3.9*	4.2*
A × E		—	—	—	—	—
A × F		—	5.3*	4.2*	—	—
A × G		—	—	—	—	—
B × C		—	—	—	—	—
D × E		—	—	—	—	—
e		55.4	39.3	36.7	45.4	56.4
T		100	100	100	100	100

\*\* 1%有意 \* 5%有意

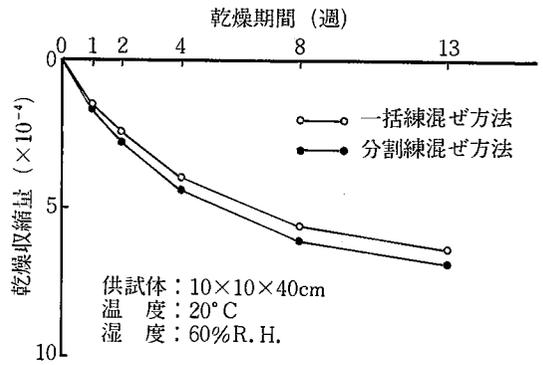


図-2 練り混ぜ方法が乾燥収縮量に及ぼす影響

も単位水量の違いだけではないと考えられる。この問題に関しては今後さらに検討を要するものと考えられるが、分割方式で練り混ぜた場合、骨材周囲のセメントペーストと骨材間のセメントペーストに品質の違いが生じることや、骨材とセメントペーストとの付着が改善されることなどが原因であるとも考えられよう。

なお、参考のために練り混ぜ方法の違いが乾燥収縮に及ぼす影響が乾燥期間によってどのように異なるかを図-2に示す。

4. 重量変化

材令1週まで水中養生後、気中(20℃, 60% R. H.)に放置した場合のコンクリート重量変化の分散分析結果を表-3にまとめて示す。また、各材令において有意となった要因の影響を図-3および図-4にまとめて示す。

表-3から明らかなように、重量変化は同一条件での供試体間におけるバラツキが少ないため、ほとんどの要因が有意となっている。しかし、寄与率の高い要因は、水セメント比(B)と細骨材の種類(E)であり、両者ではほぼ80%の寄与率となる。

これらの表および図より、次のことが明らかである。

i) 水セメント比の大きいものほど、また海砂よりも川砂を使用した方が重量減少率は大きい。

ii) 練り混ぜ方法を分割方式とする方が重量減少率は大きく、またスランプや細骨材の表面水量の大きい方が重量減少率は大きい。

iii) 交互作用のうち寄与率の高いものは練り混ぜ方法と細骨材の処理(A×D)、細骨材の表面水(A×G)、およびスランプ(A×F)との交互作用である。いずれの場合も分割方式で練り混ぜると細骨材の無処理より処理、スランプ8cmよりスランプ15cm、細骨材が表乾状態よ

表-3 重量減少率分散分析結果(寄与率)

要因	乾燥期間	1週	2週	4週	8週	13週
A		2.0**	3.0**	4.1**	3.3**	3.8**
B		46.6**	45.5**	45.7**	53.1**	54.3**
C		0.1*	0.1*	—	—	—
D		0.1*	0.2**	0.5*	0.4**	0.4**
E		44.6**	43.1**	37.0**	30.9**	26.6**
F		1.2**	1.9**	1.7**	3.2**	3.7**
G		1.7**	2.6**	4.0**	3.7**	4.5**
A×B		0.4**	0.4**	—	0.6**	0.5**
A×C		0.1*	—	—	—	—
A×D		0.6**	0.8**	1.3**	1.0**	1.3**
A×E		—	—	—	—	—
A×F		0.1*	—	—	0.6**	1.1**
A×G		0.3**	0.4**	1.0**	0.8**	1.1**
B×C		0.2**	0.3**	—	0.4**	0.6**
D×E		1.0**	0.7**	1.0**	0.7**	0.5**
e		1.0	1.0	3.7	1.3	1.6
T		100	100	100	100	100

\*\* 1%有意 \* 5%有意

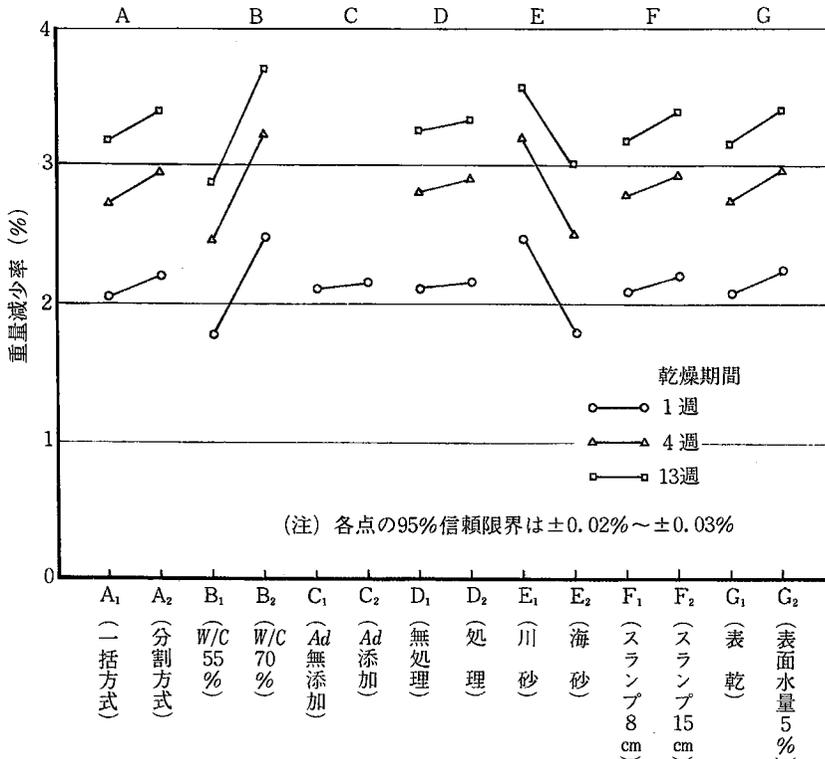


図-3 重量減少率に及ぼす各種要因の影響(主効果)

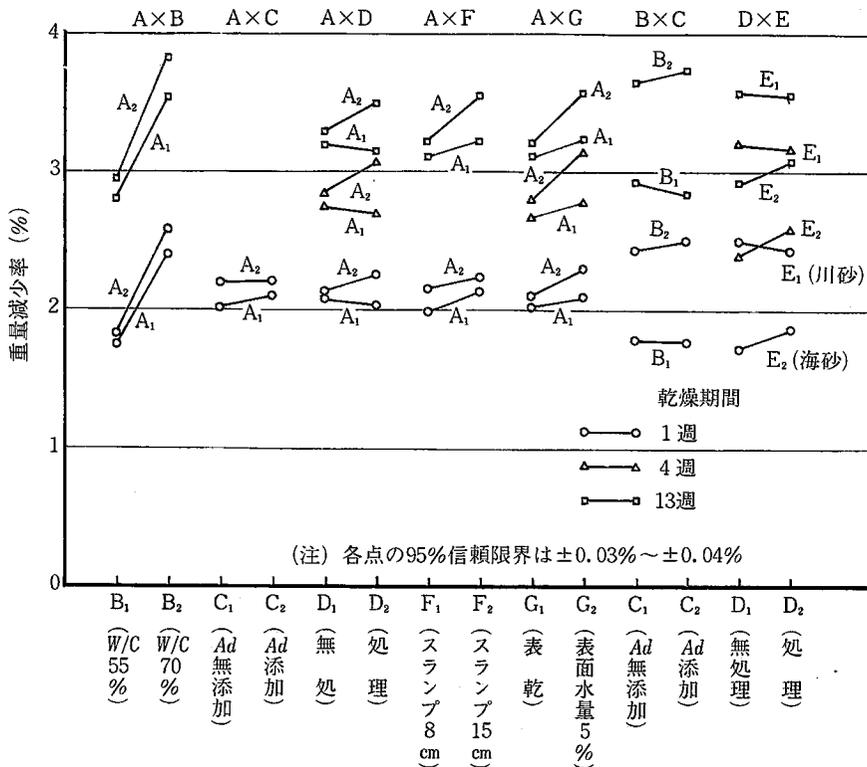


図-4 重量減少率に及ぼす各種要因の影響(交互作用)

り表面水量5%の方が重量減少率は大きくなる傾向を示し、一括方式ではいずれの場合にもほとんど差がない。

これらの結果のうち水セメント比やスランプの影響に関しては、従来指摘されているとおりの結果であるが、細骨材の種類を川砂よりも海砂とした方が重量減少率が小さくなる現象は3.で述べた海砂中の塩分によるセメントの水和反応速度の違いによるものと推定される。

練り混ぜ方法の違いによる影響に関しては、3.で述べたと同様に今後の課題であると考えられる。また、細骨材の表面水量の影響や、iii)で述べた交互作用についても今後検討すべき問題であると考えられる。

5. あとがき

前報から引き続きコンクリートの乾燥収縮および重量

変化について検討した結果、コンクリートの練り混ぜ方法を従来の一括方式から分割方式へ変えることは、ブリージングの減少や若干の圧縮強度の増大をもたらすが、単位水量の増大や乾燥収縮の増大をも生じさせることが明らかとなった。また、使用する骨材の品質によってその効果も異なることが明らかとなった。

これらの結果をふまえ、今後は使用する骨材の品質を考慮したより望ましいコンクリートの練り混ぜ方法に関する検討を行う予定である。

(1981年8月19日受理)

参考文献

- 1) 魚本, 小林, 星野, 西村: 生産研究 Vol 33, No 8, 1981, 8
- 2) 魚本, 小林, 星野, 西村: 生産研究 Vol 33, No 9, 1981, 9