

# [41] ダブルミキシングした貧配合フレッシュモルタルの挙動

正会員 ○田中 満 (大成建設技術研究所)  
 鈴木明人 (大成建設技術研究所)  
 坂本全布 (大成建設技術研究所)  
 湯田坂益利 (大成建設土木設計部)

## 1 はじめに

RCDコンクリート (Roller Compacted Dam Concrete) は、使用コンクリートの振動締固め特性により仕上り後の強度、耐久性が変ってくる。近年開発されたコンクリートの製造方法の一つに Double Mixing (SECの方法、以下DMと呼ぶ)がある。この方法で製造したコンクリートは、従来の方法 (Single Mixing、以下SMと呼ぶ) で製造したコンクリートよりも、圧縮強さ、静的弾性係数が優れたものになることが報告されている。<sup>1)2)3)</sup> その理由の一つがまだ固まらないコンクリートの振動締固め特性の相違にあり、締固め易いコンクリートで構造物を建造する方が施工上有利になると考えられる。しかし、まだ固まらないコンクリートの振動締固め特性についての研究例が少ないのが現状であり、DMとSMの比較が行なわれていなかった。

その為、研究の第一段階としてRCDコンクリート中のモルタル分の動的、静的挙動を実験的に調べることにし、DM、SMで練った貧配合のまだ固まらないモルタルについて振動三軸試験、静的三軸圧縮試験を行なった。

## 2 実験方法

### 2.1 モルタルの配合

粗骨材を除いた他は、RCDコンクリートの示方配合表-1を参考にし、C種フライアッシュセメント及び粒径5mm以下の砕砂 (表-2、図-1) でモルタルを配合した。

表-1 RCDコンクリート示方配合表

粗骨材の最大寸法 (mm)	空気量の範囲 (%)	W/C+F (%)	F/C+F (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )							
					水	セメント C	フライアッシュ F	細骨材 S	粗 骨 材			混和剤
									20mm	40mm	80mm	
80	1.5±1	79.2	30	34	95	84	36	746	514	440	513	0.3

表-2 砕砂の骨材試験結果 (今市産)

ふるい分け試験		物 理 試 験	
ふるい呼び寸法 (mm)	通過率 (%)	項 目	
5.0	100.0	絶乾比重	2.56
2.5	91.4	表乾比重	2.60
1.2	67.0	吸水率	1.76%
0.6	39.8	実積率	66.2%
0.3	20.2	安定性試験	3.6%
0.15	8.2	洗い試験	4.5%

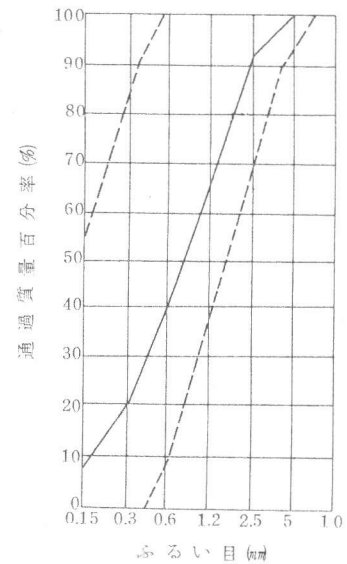


図-1 砕砂の粒度構成

図中の点線部は大崎<sup>(5)</sup>により流動化しやすいとされている粒度範囲を示す。

## 2.2 モルタルの混練方法

モルタル (DM, SM) は表-3の方法で練り混ぜた。

## 2.3 供試体の製作

練り上り直後のまだ固まらないモルタルをモールド (50φ×100H) に単位体積重量が 2.16 (gf/cm<sup>3</sup>) となるまで詰め込み製作した。

この時、製作時の振動履歴により供試体が異なる挙動をすることが予測された為、次の2通りの方法で詰めた。

- 1) 鉄筋棒 (9φ) 5層各 20回の割合で突きながら詰める。(以下手詰と呼ぶ)
- 2) 起振機 (3000RPM, 全振幅1mm) 上にモルタルを入れたモールドを固定し 10秒間加振する。(以下起振機締めと呼ぶ)

以上の方法で手詰め供試体、起振機締め供試体各 60個を製作しこれらを組み合わせて以下の実験を行なった。

## 2.4 振動三軸試験方法

供試体をモールドから取り出しメンブレン (51φ×150H 厚さ0.15) 着装後、振動三軸試験装置<sup>1)</sup>にセットした。各供試体には、拘束圧 1.0 Kgf/cm<sup>2</sup> を与えた後、軸方向に正弦波、振動数 1.0 Hz、片振幅 0.1 mm (ひずみ  $1 \times 10^{-3}$ ) に相当の変位振幅を 15秒間加力した。

## 2.5 静的三軸圧縮試験方法

振動三軸試験前後の各供試体に拘束圧 0.5 Kgf/cm<sup>2</sup>, 1.0 Kgf/cm<sup>2</sup>, 2.0 Kgf/cm<sup>2</sup> を与え、軸ひずみ速度 1.0%/min の静的三軸圧縮試験を行なった。

## 2.6 試験装置

試験は、土質試料の液状化<sup>4)</sup>、動的・静的変形特性を調べることを主目的とした静的三軸圧縮試験装置で行なった。

振動三軸試験装置の概要、仕様を図-2、表-4に示す。

表-3 DM, SMの混練方法

方法 DM		方法 SM	
添加順序	混練時間 (sec)	添加順序	混練時間 (sec)
砕砂+一次水 (S) (W <sub>1</sub> )	30	S+C+P+W <sub>2</sub> (一気混合)	120
セメント+フライアッシュ (C) (P)	120		
二次水 (W <sub>2</sub> )	90		

$$W_1 + W_2 = W$$

注 DM, SMで混練時間が異なるが、同等の混練ができることを別途実施の実験で確認済である。

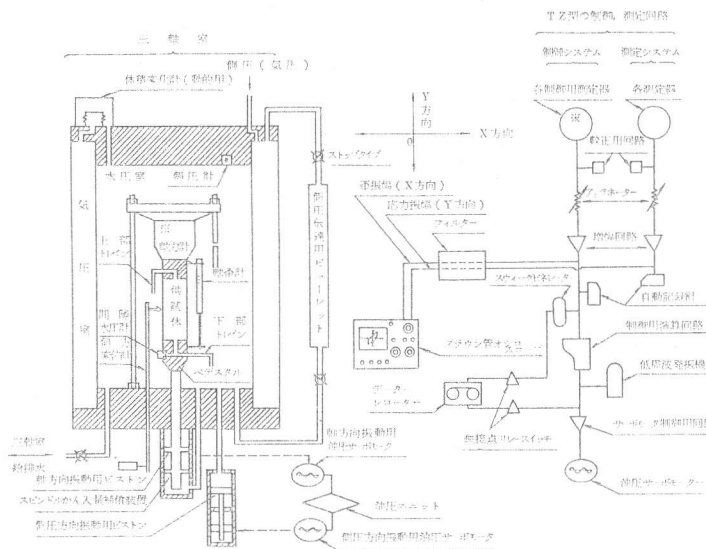


図-2 振動三軸試験装置構成概要

表-4 試験装置の主な仕様

項目	仕様	検出方法
軸圧	最大 500Kgf	バネの変形を差動トランス
軸歪	最大 60mm	差動トランス
側圧	最大 10Kgf/cm <sup>2</sup>	半導体ゲージ
間隙水圧	最大 10Kgf/cm <sup>2</sup>	
軸力又は軸歪許容振動数	2.0 Hz	
側圧許容振動数	1.2 Hz	
特徴	軸力、側圧同時振動が可能で位相差を変えられることができる。	

### 3 結果

振動三軸試験結果を図-3, 図-4, 図-5に, 静的三軸圧縮試験結果を図-6, 図-7, 図-8に示す。

このうち, 図-3, 図-4は供試体に加力した動的ひずみの繰返し回数と供試体の軸方向動的応力および動的割線係数(動的ヤング係数)との関係を, 起振機締固め供試体の場合について示したものであり, 図-5は手詰め供試体と起振機締固め供試体との相違をDM, SMに分けて比較したものである。

また, 図-6は静的応力~ひずみ曲線であり, 図-7は図-6の軸ひずみ10%時各軸差応力から描いたモール円である。さらに, 図-8は各供試体に対する振動履歴と各供試体の静的圧縮強さ(軸ひずみ10%時)との関係を示したものである。

### 4. 考察

#### 4.1 フレッシュモルタルの流動化について

今回配合し練り混ぜたモルタルのうちセメント分(表-1)を粘性土分と考えれば, 砕砂と合わせた今回のモルタルの粒度構成は, 粘性土分約11%で, 大崎よりの流動化しやすい<sup>5)</sup>と定めている範囲(図-1)に入る砂質土の粒度構成と同等である。そのため, 今回のモルタル供試体は振動三軸試験時に流動化を起しやすかったものと考えられる。

一般に, 砂質土は, 動的加力を受け続けると, 初期流動化を起し部分流動化に至りやがて完全流動化に達する<sup>4)</sup>といわれており, その際, 動的加力に対する供試体の軸方向動的応力や動的割線係数が急速に低下するとされている。

この現象についてDMとSMを比較すれば, 図-3, 図-4のように, DMの軸方向動的応力, 動的割線係数の方がSMよりも急速に低下したことから, 同じ動的加力に対しDM供試体の方がより流動化を起しやすかったものと考えられる。

#### 4.2 振動履歴の影響について

供試体成形時の振動履歴により, DM, SMでは, 動的割線係数の低下傾向が図-5のように異なっていた。すなわち, DMの場合, 起振機締固め供試体の方が手詰め供試体よりも流動化を起しにくかったものと考えられる。これに対し, SMの場合, 手詰め供試体と起振機締固め供試体ともに, はほぼ同程度の流動化を起したものと考えられる。

このことから, DMの方がSMよりも振動履歴の影響を受けやすかったものと思われる。

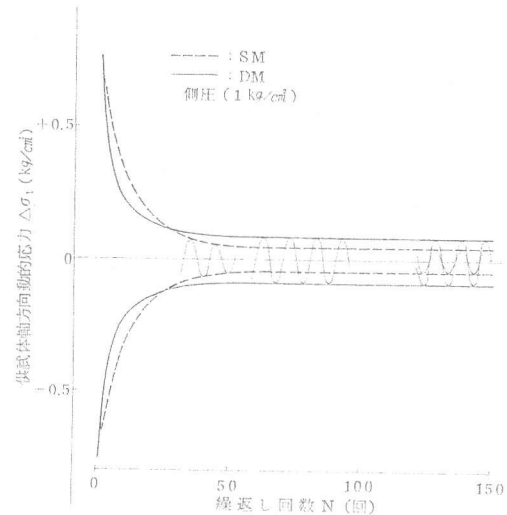


図-3 繰返し回数と供試体軸方向動的応力の関係(起振機締固め供試体)

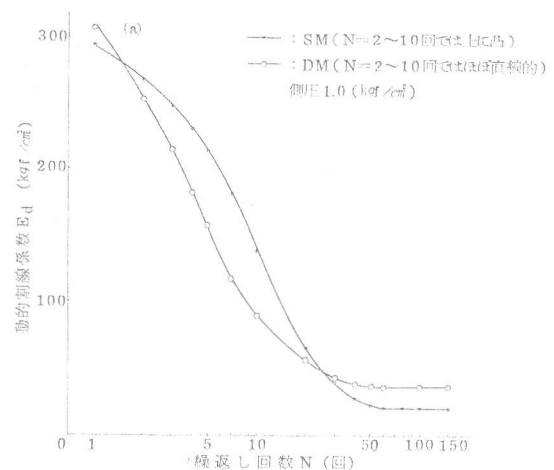


図-4 繰返し回数と供試体動弾性係数の関係(起振機締固め供試体)

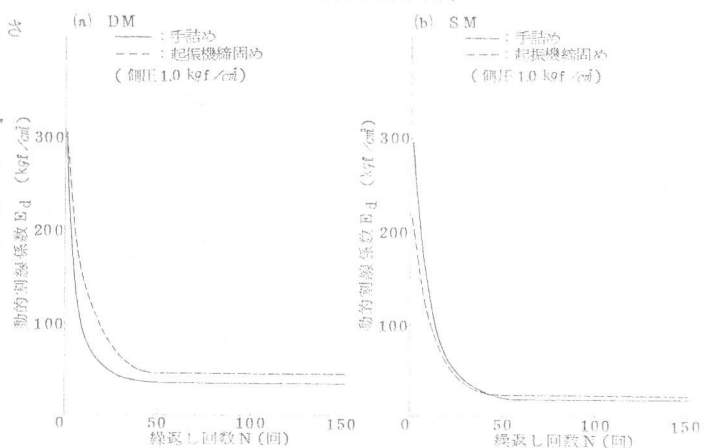


図-5 手詰め, 起振機締固め供試体の動弾性係数の違い

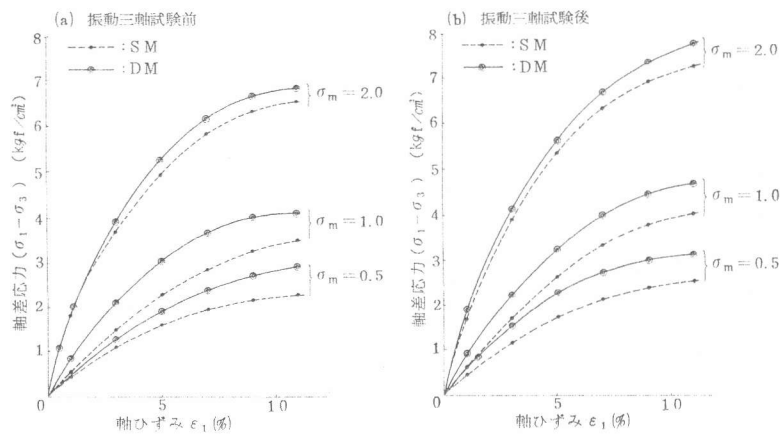


図-6 静的三軸圧縮試験時応力～ひずみ(起振機締固め供試体)

次に、振動三軸試験前後の各供試体の静的応力～ひずみの傾向が図-6のようになり、DMの軸差応力の方がSMのものより大きかった。また試験後の軸差応力は、試験前に比べ、DM、SMともに大きくなった。これを各供試体の粘着力C、内部摩擦角 $\phi$ についてみれば、図-7のように、DMのCがSMの約2倍であり、この関係が試験後の各供試体でも認められた。また、振動三軸試験前後の $\phi$ の差はDMの方がSMよりもやや大きくなった。このことから各供試体は振動三軸試験時の動的ひずみ履歴も受け、その影響がDMの方にやや大きく現われたことが考えられる。

#### 4.3 モルタルの振動締固めについて

砂質土には、流動化しても粒子の流失がなければ締固まって行く性質があり、この因子として、粒子の形状・組成、水分の動らき等が考えられている。<sup>4)5)6)</sup>

4.1、4.2で考察したことの原因の一つがこれ等諸因子の動らきであると推測され、図-8の傾向と合せて考察すれば、DMの方がSMよりも振動に対し流動化がより早く起り、より早く締固まって行ったものと考えられる。

### 5. 結論

本実験ではR.C.D.コンクリート中のモルタル分について示したが一般に混合材料の場合でも細粒材の挙動が全体材料の締固め度合をあらわすとされており、同一配合の場合には、粗骨材を含むコンクリートでも同様の挙動を示すと考えられ、R.C.D.コンクリートの締固め性に関与する大きい因子の一つがモルタル分の組成と水分の分布状況であり、DMの方がSMよりも振動締固め性が良いことが明らかとなった。また、今回の実験から、コンクリート(特にモルタル)の流動性及び締固め性を調査する場合、本文で述べたような振動三軸試験が有効であることが明らかになった。最後に、今回の実験に際し御指導、御助言を広島大学の田沢栄一教授からいただいたことを記し、深謝の意を表する次第である。

#### (参考文献)

- 1) 早川, et al : SECコンクリートの基礎的性状について; 第4回コンクリート工学年次講演会; 1982; PP121~124
- 2) 松原, et al : タプルミキシングで作製したセメントペーストの諸性質について; 同上; PP125~128
- 3) 黒羽, et al : 造製混練工法による後配合コンクリートの特性に関する研究; 同上; PP129~132
- 4) 田中, et al : 砂質土の液化化防止に関する一試験; 第10回土質工学研究発表会; 1975; PP345~348
- 5) Ohsaki : Effects of Sand Compaction on Liquefaction During The Tokachioki Earthquake; Soils and Foundations; 1970; PP112~128
- 6) Seed, et al : Simplified Procedure For Evaluating Soil Liquefaction; Soil Mecha. & Foundations Div., Proc. ASCE; 1971; PP1249~1273

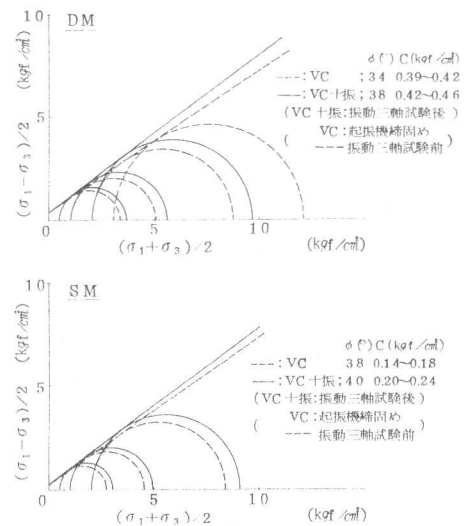


図-7 静的三軸圧縮試験結果

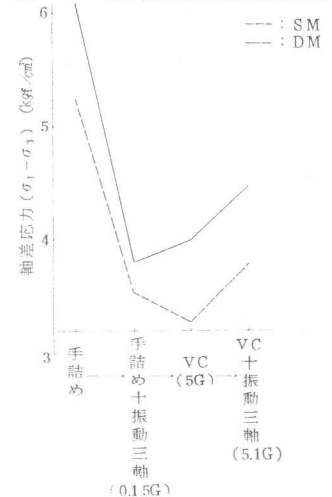


図-8 加えた振動履歴と供試体の強さ(ε<sub>1</sub>=10%時)