

[42] タブルミキシングした RCD コンクリートの振動締固め特性

正会員○飯田一彦 (大成建設技術研究所)
 堀米昇士朗 (大成建設技術開発部)
 正会員 桜井 宏 (大成建設技術研究所)
 菅原輝夫 (大成建設新潟支店)

1. はじめに

本研究は S E C 工法に関する基礎研究の一環として、R C D (Roller Compacted Dam) コンクリートの振動締固め特性に着目し、R C D コンクリートの練り混ぜ方法の相違が振動締固めに及ぼす影響を実験したものである。R C D 工法の練り混ぜ方法としては、S E C 工法で行なわれている水を2回に分けて添加し練り混ぜする方法 (Double Mixing : 略称 DM) と、一般に従来から行なわれている水を1回で投入する練り混ぜ方法 (Single Mixing : 略称 SM) の2通りを行なった。

実験は起振機で同一振動を与え、DMとSMの振動締固め特性を、フレッシュなRCDコンクリートの沈下量、深さ方向の締固め密度分布、深さ方向の加速度分布、間隙水圧等により比較した。

なお、本実験に先立ち基礎実験として実施した貧配合モルタルの振動三軸試験結果よりモルタル分の挙動について次のことが分っている。DMとSMに繰り返し荷重をかけると、繰り返し回数第1回目ではDMはSMに比べて、動的応力、動弾性係数が約5~10%程度大きい値を示した。またDM、SMともに、繰り返し回数の増加につれて動的応力、動弾性係数が急速に低下し、その程度はDMの方が大きく、繰り返し回数2~10回までのDMの各値はSMより低い値となった。さらに20~30回ではDM、SMともに動的応力、動弾性係数が低下しなくなったが、その値はDMの方がSMより大であった。すなわち、RCDコンクリートのモルタル分を、ダブルミキシング (DM) することにより、モルタル分の振動特性がSMとは異なるものとなり、これがRCDコンクリートのDMとSMの振動締固め特性の相違となって現われることが予測された。さらに、振動時加速度の伝播状況がDMとSMで異なることも推定された。これを明らかにする為に行なったのが今回の大型モールド振動締固め実験であり、以下、本実験の概要を紹介する。

2. 実験方法

表-1に練り混ぜ方法を示す。練り混ぜには水平二軸ミキサーを使用した。表に示すようにSMは水を1度に投入し、DMは水を2度に分けて投入する。表-2にコンクリートの配合を示す。本実験では $G_{max} = 80mm$ とするとモールドの直径との関係からアーチアクションの影響があり好ましくなかったため $G8040$ を除去し実験を行なった。

表-3に使用材料の品質を示す。セメントはフライアッシュC種を用いた。

表-1 練り混ぜ方法

SM	$(G+(C+F)+S+W+Ad)$ 練り混ぜ → 終了 7.5秒 (水平2軸ミキサー使用)	計7.5秒
DM	$(G+(C+F)+S+W_1)$ 練り混ぜ → (W_2+Ad) 練り混ぜ → 終了 7.5秒 7.5秒 (水平2軸ミキサー使用)	計15.0秒

(W_1 : 1次水, W_2 : 2次水 $W_2=W-W_1$)

G:粗骨材 (C+F):フライアッシュセメント, S:細骨材
 W:水 Ad:混和剤, $W/C+F=3.0$

表-3 使用材料

種類	セメント	粗骨材 2005	粗骨材 4020	細骨材
	フライアッシュ C種	相模産 砕石	相模産 砕石	相模産 砕砂
比重	2.88	2.60	2.62	2.62
吸水率 (%)		2.69	2.41	1.26
F.M.		6.79	8.04	2.88

表-2 コンクリートの配合

配合	目 標			単 位 量 (kg/m ³)										
	G _{max} (mm)	V/C値 (%)	空気量 (%)	W/C _中	E/C _中	S/a	水	セ メント	フ ァ イ ア ッ シ ュ	細 骨 材 S	粗骨材 G			混 和 剤 Ad
実験1	80	10±5	1.5±1	87.5	3.0	34	105	84	3.6	714	435	508	508	0.3

振動締固め実験は図-1に示す鋼製の大型モールドを用いた。大型モールドに310kgのコンクリートを底板から高さ900mmとなるように突き棒で詰め初期の密度： $\gamma_0 = 1.986 \text{ t/m}^3$ と一定になるようにした。振動締固めは起振機により行ない、現場における振動締固め状況を考慮し、10秒1回の断続振動締固めとした。振動波が側面から反射するのを防ぐため防振ゴムをモールドの内側に貼った。そしてこの時のコンクリートの締固め度（表面からの沈下量）を、また深さ方向の加速度分布を調べるため、表面からの深さ250mm、480mm、及び650mmのところに加速度計を埋設し、測定した。

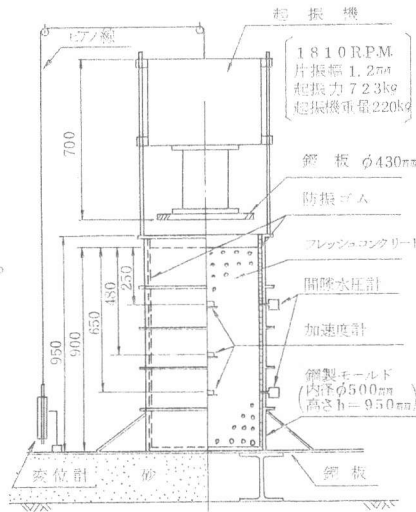


図-1 実験装置



写真-1 実験状況

さらに振動締固め時の間隙水圧を測定するため深さ250mmと650mmのところに間隙水圧計を埋設した。

振動締固め用の起振機の仕様は、起動部自重が220kgで1810rpm、片振幅1.2mm、起振力723kgである。なお、起振時にモールド自体の横方向の振動を防ぐためにモールドと鋼板を鋼材で固定した。

3. 実験結果

実験に用いたコンクリートの物性を表-4に示す。DMはSMに比べ同一の配合でもVC値がやや小さい傾向を示している。

図-2に振動締固め回数（10秒/回）と沈下量の関係を示す。

DMはSMに比べ、平均で振動締固め初期の30秒（10秒/回×3回）では26%沈下量が多く、最終の140秒でも18%も沈下量が多かった。最終締固め密度では平均でDMは 2.30 t/m^3 なのに対し、SMは 2.23 t/m^3 であった。また、振動締固め実験開始前のモールド中のコンクリート密度をSM、DM共に一定とする為に、底板から高さ900mmへなるように突き棒で詰めたが、その突き回数はSMで400回なのに対し、DMでは300回ではほぼ詰まり突き固めに要するエネルギーも少ないことがわかった。（表-4参照）

図-3にはフレッシュコンクリート中に埋設した加速度計で測定された加速度の深さ方向分布の経時変化を示す。これによるとDMはSMに比べ振動締固め時に表面からの深さ200~400mm（底面からの高さ

表-4 コンクリートの物性値

実験Ⅲ	一次水 結合材比 W1/C+P(%)	練上り 温度 (°C)	VC値 (秒)	単位容積 重量 (t/m^3)	圧縮強度 σ_{91} kg/cm^2	備 考		
						砂の表面 水率 (%)	大型モールド 突き固め 回数(回)	サンドコントロール
SM-1 (No.1)	-	23.2	10	2372	15.6	4.28	400	未使用
SM-1 (No.2)	-	24.8	7	2399	14.1	4.28	400	未使用
DM-2 (No.1)	3.0	24.6	8	2385	17.5	4.71	300	使用
DM-2 (No.2)	3.0	25.6	6	2396	15.8	4.17	300	使用

*VC試験後の値

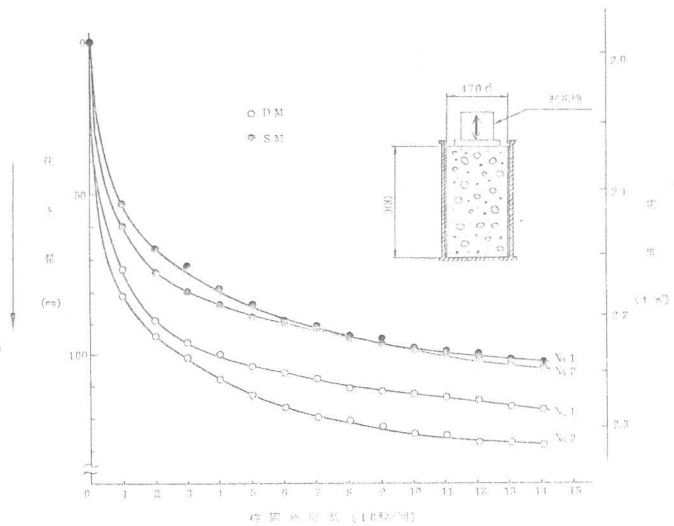


図-2 締固め回数と沈下量の関係

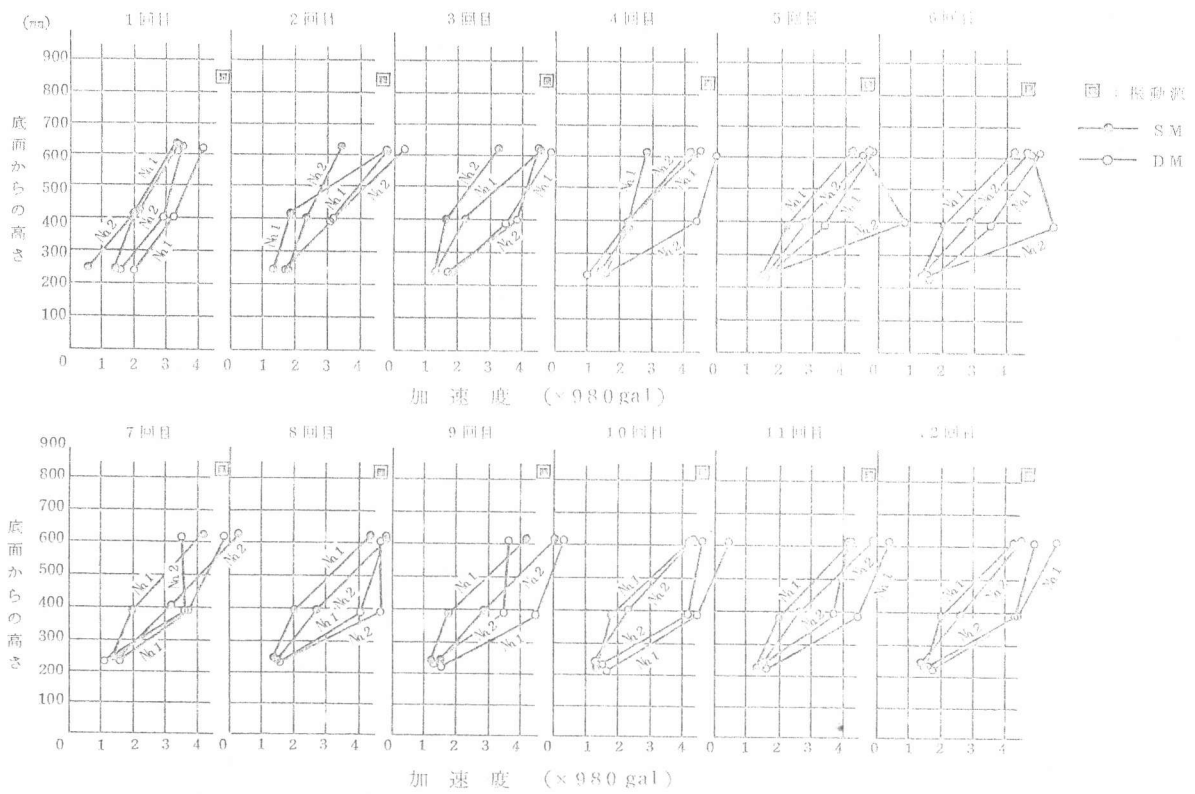


図-3 加速度の垂直方向分布の経時変化 (定常振動 10 秒間)

400~600mm) で大きな加速度を示している。特に振動時間が 50 秒を過ぎるとコンクリート表面から約 400mm のところでは DM は SM に比べ約 1.8 倍の加速度が測定された。また SM の 200mm に相当する加速度が DM の深さ約 400mm のところで測定されている。このように DM は SM に比べ加速度の依存性が良いことが実験で明らかになった。

図-4 に間隙水圧と振動締め回数の関係を示す。DM の間隙水圧のピークが 4 回~5 回の振動締めめでピークを示し、その後漸減するのに対し、SM はおよそ 14 回までわずかではあるが間隙水圧の上昇する傾向が認められた。

間隙水圧の上昇は流動化現象を示すものであり、その後の間隙水圧の低下は、振動締めめにより骨材が再配列充填され、有効応力が増大したことを意味していると考えられる。

図-5 は振動締めめによる深さ方向の密度分布を示す。これはモールド解体時に各層のコンクリートの重量を計測し、密度を計算したものである。これによると各深さにおいて、DM が SM に比べ締めめ密度が高い

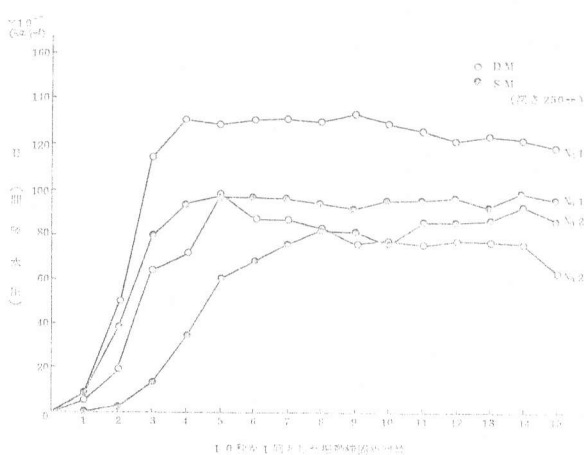


図-4 振動締めめ回数と間隙水圧の関係

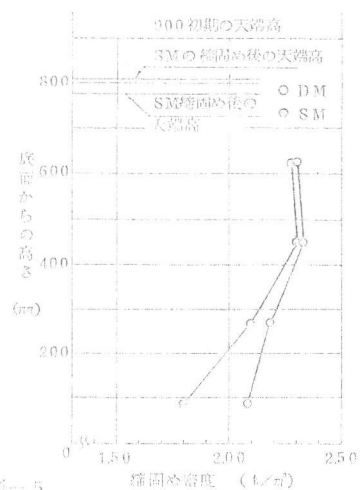


図-5 締めめによる深さ方向の密度分布

が特にコンクリート表面から450mmの深さになるとかなりその差が大きくなり、深さ約800mmのところではSMが $1.806 \frac{1}{m^3}$ なのにDMは $2.091 \frac{1}{m^3}$ と16%高い締固め密度を示している。このように同一振動締固め条件ではDMがSMより深部まで締固まる傾向がある。

4. 考 察

ダブルミキシング(DM)したRCDコンクリートはシングルミキシング(SM)したものに比べ、振動締固め時の沈下が早く大きく、また加速度の伝播も比較的深部まで及び、さらに深部の密度が大きい結果を得た。

これはフレッシュモルタルの振動三軸試験結果にも対応している。すなわち、初期の沈下量が大きい現象は、振動を受けるとDMモルタルの動弾性係数がより急激に低下することに関係していると思われる。また、加速度の伝播性の相違には、DMモルタルの流動化後の動弾性係数がSMに比べ1.8倍であったことが大きな影響を与えていると思われる。そして加速度の伝播性が高いことがDMがSMに比べて深部まで締固まる原因の1つであると考えられる。

5. 結 論

ダブルミキシング(DM)したRCDコンクリートを従来のシングルミキシング(SM)したものと同一締固め条件で締固めを行なったところ次の特性があった。

- 1) ダブルミキシングしたRCDコンクリートはシングルミキシングしたものより振動締固め時の沈下が早く特に初期の沈下量大きい。
- 2) ダブルミキシングしたRCDコンクリートの加速度の伝播性は、シングルミキシングしたものより高い。
- 3) 締固め密度もダブルミキシングしたものはシングルミキシングしたものより大きく、特に底部での差が大きい。

以上より、RCDコンクリートを適切な1次水・結合材比($W_{(1+P)}$)で練り混ぜることにより、振動締固め性を向上させることができる。またRCDコンクリートをSEC工法で行なわれているダブルミキシング(DM)することにより振動締固め性能を上げ、振動転圧締固め層厚の増大が期待できる。

今後、現場での実大実験を行うとともに現場で施工可能な最適な配合の研究、また、同時にDMに伴う現象の基礎的な研究等を進める予定である。

最後に、本研究に対し、御指導をいただいた広島大学田沢栄一教授ならびに建設機械化研究所関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 田沢栄一, 松岡康訓, 金子誠二, 伊藤靖郎; ダブ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, 第4回コンクリート工学年次講演会論文集, 1982 P125~P128
- 2) 黒羽健嗣, 山本康弘, 丸嶋紀夫, 伊藤靖郎; 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, 第4回コンクリート工学年次講演会論文集, 1982 P129~P132
- 3) 山本康弘, 丸嶋紀夫, 早川光敬, 伊東靖郎; SECコンクリートの基礎的性状に関する研究, 第4回コンクリート工学年次講演会論文集, 1982 P121~P124
- 4) 田中満, 鈴木明人, 坂本全布, 湯田坂益利; 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, 第5回コンクリート工学年次講演会講演予定, 1983