

大成建設(株) 技術研究所 正員 松岡 康訓

宇治 公隆

金子 誠二

1. まえがき

筆者らはセメントペースト製造の際、水を2回に分割添加することによって特性が大幅に異なるセメントペーストが得られることを報告した。この練りませ方法をDouble Mixing(DM)と名付け、これによって得られる効果をDM効果と定義した。セメントペーストのDM効果の最も特異な現象は、 $\frac{w}{c}$ によってブリージングが大きく変化し、かつブリージングが最小となる最適 $\frac{w}{c}$ が存在するということであり、この現象をセメントペーストの液塑性限界との関連で検討を加え、最適 $\frac{w}{c}$ がセメント粒子の塑性限界と一致することを報告した。

本報告は、DMによって製造したコンクリートの諸性質の内、DM効果をブリージングと圧縮強度に限定して練りませ方法の影響を検討したものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料

セメントはN社製普通ポルトランド、フライ

アッシュはD社製、細骨材及び粗骨材は表-1

2に示す種類を使用した。AE剤は天然樹脂酸塩系を、高性能減水剤としてポリアルキルアリルスルホン酸塩系を使用した。

(2) 実験ケース、要因及びコンクリートの配合

実験ケース、実験条件及びコンクリートの配合をまとめて表-3に示す。これらの配合はどれも表乾砂を対象にした従来練り(Single Mixing; SM)を基本にして定めたもので、DMについてはスランプ、空気量の補正は実施していない。

表-3 コンクリートの実験条件及び配合

実験 ケース No.	要 因	実 験 条 件						F/C+F (%)	W/C+F (%)	S/a (%)	単 位				AE 剤 (l/m ³)	高性能 減水剤 (l/m ³)		
		セメント の種類	粗骨材	細骨材	最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	細骨材 表面水				混和剤	水 W	セメント C	フライ アッシュ F			細骨材 S	4020
1	今 市 砂	普通ポルト	砕 石	今市砂	40	18	表 乾	AE 剤	—	50	41	190	380	690	502	502	0.1216	—
2	群馬産砂	普通ポルト	砕 石	群馬産砂	40	18	表 乾	AE 剤	—	50	38	195	390	634	521	521	0.117	—
3	川 砂 利	普通ポルト	川 砂 利	今市砂	25	18	表 乾	AE 剤	—	50	40	178	356	693	643	429	0.0819	—
4	細骨材表面水	普通ポルト	砕 石	今市砂	40	18	5% AE 剤	—	50	41	190	380	—	690	502	502	0.1216	—
5	混 和 剤	普通ポルト	砕 石	今市砂	40	12-18	表 乾	AE 剤+高 性能減水剤	—	50	41	170	340	725	527	527	0.109	0.94
6	ス ラ ン プ	普通ポルト	砕 石	今市砂	40	8	表 乾	AE 剤	—	50	40	162	324	721	547	547	0.104	—
7	フライアッシュ の 混 入 率	普通ポルト	砕 石	今市砂	40	18	表 乾	AE 剤	20	50	41	185	296	74	687	500	0.370	—
8	フライアッシュ の 混 入 率	普通ポルト	砕 石	今市砂	40	18	表 乾	AE 剤	40	50	41	182	218	146	682	496	0.545	—
9	混 練 方 法	普通ポルト	砕 石	今市砂	40	18	表 乾	AE 剤	40	50	41	182	218	196	682	496	0.545	—

(3) コンクリートの練りませ方法

コンクリートの練り混ぜには容量50ℓの強製攪拌式ミキサーを使用し、表-4に示す種類の方法で行った。これらの練り混ぜ時間を決めるに際してはセメントと水の接触時間を全て等しくなるように定めた。ただし、フライアッシュをセメントとは別に混和材として取り扱うDM系についてはモルタルミキサーを併用した。コンクリートの練り上り容量は全て40ℓである。

3. 実験結果及び考察

表-4 練りませ方法

$$① SM: S+G+C+W \frac{2}{1} (+Ad \frac{0.5}{1})$$

$$② DM_s: (C+W) \frac{0.5}{1} (S+G) \frac{0.5}{1} W_1 \frac{1}{1} (+Ad \frac{0.5}{1})$$

$$③ DM_a: (S+W) \frac{0.5}{1} (C+G) \frac{1}{1} W_1 \frac{1}{1} (+Ad \frac{0.5}{1})$$

$$④ DM_{ss};$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{モルタルミキサー} \\ \text{コンクリートミキサー} \end{array} \right] C+W \frac{0.5}{1} \frac{\text{高速1分}}{(\text{低速1分})} (S+G+F) \frac{0.5}{1} (C+W) \frac{1}{1} W_1 \frac{1}{1}$$

(1) W/C と圧縮強度の関係

DMにより、2製造したコンクリートの圧縮強度は図-1に示すように川砂利を除けば増大する。この圧縮強度が最大となる W/C は高性能減氷剤を後添加した場合だけが21%で、それ以外は全て30%近傍である。

(2) W/C とブリージングの関係

図-2に示すようにブリージングはコンクリートの配合条件によって大幅に変化するが一般的傾向としてはSMに比較して40%程度低下する。この低下率はセメントペーストの結果に比較して極めて小さな値であり、現象が鈍感になっていると言える。また、ブリージングが最小となる W/C は30%に近い値であると予想される。

(3) 練りませ方法が圧縮強度及びブリージングに及ぼす影響

セメントのみで1次混練する方法(DMP)

とモルタルで1次混練する方法(DMM)を比較すると、図-3及び図-4に示すように、圧縮強度の $W/C=7\%$ を除けば何れも同等の效果を示し、SMよりも優れていると言える。

(4) フライアッシュの影響

図-5に示すようにフライアッシュの置換率が上がるにつれてブリージングは増大しているが、この場合のDMによる改善率は40%と普通ポルトと同様である。一方、フライアッシュセメントではブリージングの絶対値が上がるため、不活性なフライアッシュをセメントと分離してダブルミキシングすると(DM法)、ブリージングは更に40%低下させることが可能であり、絶対ブリージング量を減らせる。

(5) 圧縮強度とブリージングの関係

DMコンクリートの圧縮強度とブリージングの関係をSMに対する比率で表わすと図-6の様になり、圧縮強度はブリージングに逆比例することが分かる。一方、図中に併記したセメントペースト及びモルタル(何れも $W/C=50\%$)では結果が逆になっている。この傾向は特に高性能減氷剤を後添加した場合に顕著である。

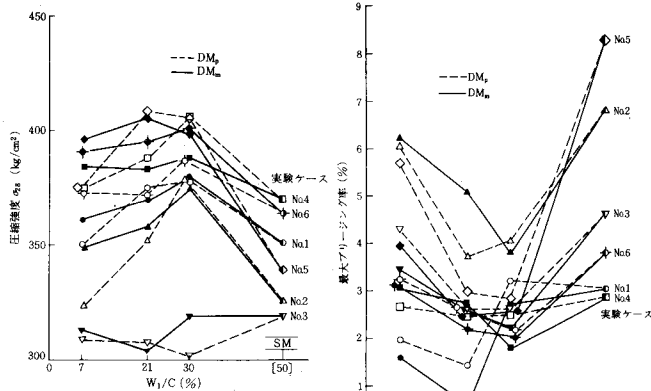


図-1 各種コンクリートの圧縮強度と W/C の関係

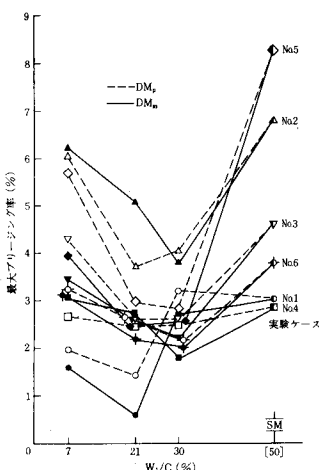


図-2 最大ブリージング率と W/C の関係

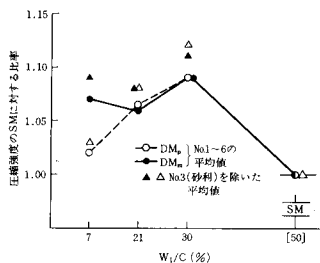


図-3 練りませ方法及び W/C が圧縮強度に及ぼす影響

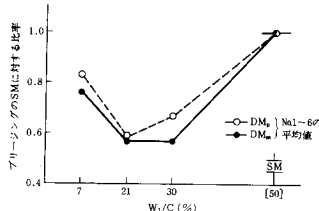


図-4 練りませ方法及び W/C がブリージングに及ぼす影響

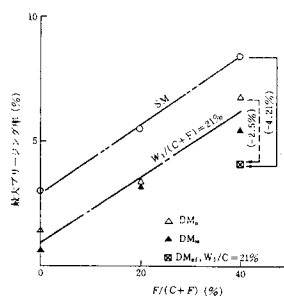


図-5 フライアッシュ置換率とDMCの最大ブリージング率の関係

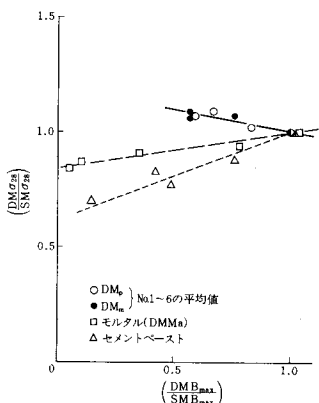


図-6 圧縮強度とブリージング率率の関係

4. まとめ コンクリートをDMで製造することによってブリージングは約40%、圧縮強度は約10%改善される。これらの物性は1次混練をセメント或いはモルタルの何れによっても行っても同様改善される。またコンクリートの場合の最適 W/C は30%前後であると予想され、セメントペーストの21%よりも大きくすることが必要となる。射辞、本研究の実施に際し、種々指導戴いた広島大学田沢栄一教授に感謝致します。

〔参考文献〕1) 田沢他：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、2) 金子他：セメントペーストの液塑性境界、第39回土木学会年次講演会概要集