フライアッシュを大量混入した低水粉体比モルタルの練混ぜ条件と強度性状

山口大学大学院　学生会員　○藤村　彰
山口大学工学部　正会員　松尾栄治
㈱エネルギア・エコ・マテリア　正会員　樋野和俊
山口大学工学部　正会員　濵田純夫

1. はじめに

フライアッシュを大量混入した転圧コンクリート（RCC）における既往の研究において，振動締固めを行うことで十分な締固め率が得られることや，強度と締固め率に高い相関関係があることなどが報告されている．RCCは低水粉体比であり，練混ぜ時の水の挙動はその後の強度発現やばらつきなどの特性に大きく影響を及ぼすと考えられる．本研究では低水粉体比でフライアッシュを大量混入したRCCのモルタル部分を対象とし，練混ぜ順序や練混ぜ時間が強度性状や硬化体組織へ及ぼす影響について検討した．

2. 実験方法

セメントは普通ポルトランドセメントを，フライアッシュは強熱減量および28日活性度指数以外がJIS II種に相当する石炭灰原粉を使用した．配合を**表-1**，練混ぜ順序を**表-2**に示す．練混ぜ順序は「水が最初に接触する粉体」の違いに着目して設定した．練混ぜ時間は90秒，3，6，10および20分の5水準とした．供試体は4×4×16cmのモルタルバーとし，締固めはRCCP用VC試験機の振動台（振動数30Hz）を使用した．振動時間は5分とし，標準養生を施した後，材齢1，3，7，28，56および91日でJIS A 1106に準拠して強度試験を行った．また同時に水銀圧入法により細孔径分布の測定を行った．

表-1　モルタルの配合

W/P (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m^3)		
		C	W	石炭灰
27	55	732	405	768

表-2　練混ぜ順序の詳細

記号	順序
C	(セメント＋水)を一次練りし， セメント凝結開始時間(2時間20分)後，石炭灰を投入
N	(セメント＋水)を一次練りし，石炭灰をすぐに投入
F	(石炭灰＋水)を一次練りし，セメントをすぐに投入
P	(セメント＋石炭灰)を空練りし，水を投入

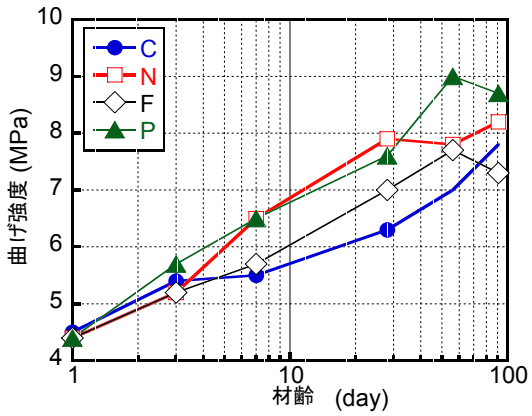

図-1　練混ぜ順序と曲げ強度(90s)

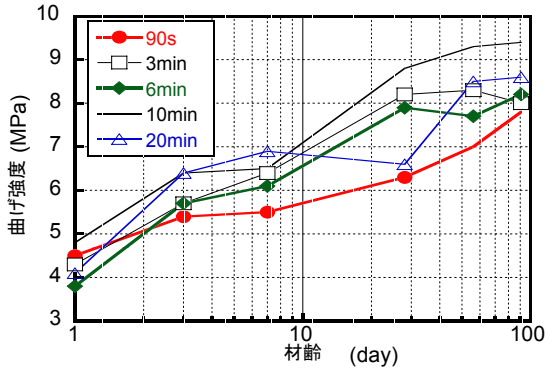

図-2　練混ぜ時間の影響(C)

(1) 練混ぜ順序の影響

練混ぜ順序による曲げ強度の経時変化を**図-1**に示す．初期材齢では明瞭な強度差はみられなかったが，材齢7日以降において，NとPが最も高い強度を示した．

これはフレッシュ状態の違いに起因すると考えられる．すなわち，NとPではモルタルの流動化が生じたのに対して，CとFではパサついたままの状態であったため施工性が低下したことが原因と考えられる．

(2) 練混ぜ時間による曲げ強度の経時変化

練混ぜ時間による曲げ強度の経時変化を**図-2**に示す．初期材齢では若干ではあるが，練混ぜ時間10分および20分が最も

キーワード：石炭灰，転圧コンクリート舗装，曲げ強度，締固め
連絡先　：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2 丁目 16-1　TEL：0836-85-9349

高い強度を示した．長期材齢においても多少ばらつきはあるが，練混ぜ時間の増加に伴って高い強度を示した．また，初期材齢よりも明瞭な強度差を示した．

（3）練混ぜ順序，時間による強度変化

練混ぜ時間による曲げ強度の変化（CおよびF，材齢7，91日）を**図-3**に示す．10分間練り混ぜることによって強度増進の傾向を示し，その後強度はほとんど変化しないか低下傾向にあった．すなわち今回の配合では練混ぜ時間が10分程度で十分な練混ぜが行われているといえ，従来の規格による練混ぜ時間では不十分であることがわかった．

（4）供試体内部組織の検討

練混ぜ時間と供試体密度の関係を**図-4**に示す．練混ぜ時間10分までは，練混ぜ時間の増加に伴って供試体密度も増加傾向を示しており，これが強度発現の一因になっていると推察される．順序CおよびFにおいては練混ぜ時間が10分以上経過しても供試体密度は増加しているが，練混ぜ順序NおよびPに関しては練混ぜ時間10分まで増加しているものの，それ以降は変化せず,横這いの傾向を示している．

練混ぜ中に目視観察を行うと，**写真-1**に示すように，NとPは10分間練り混ぜた後に流動性が生じ，十分に練り混ぜられていると判断された．また，それ以上練り混ぜても密度は向上しないものと考えられる．**図-5**に材齢7日における，練混ぜ時間による細孔径分布の比較を示す．90秒間練り混ぜたものは比較的粗大な空隙の量が多いのに対し，6分および20分練り混ぜたものは径100nm以上の比較的粗大な空隙の量が少なく，緻密な構造であることがわかる．

また，低水粉体比材料においては，施工時の締固めに比較的大きなエネルギーを必要とするため，内部に欠陥となる空隙が残りやすい．このことは長期材齢を含めより詳細に検討する必要がある．

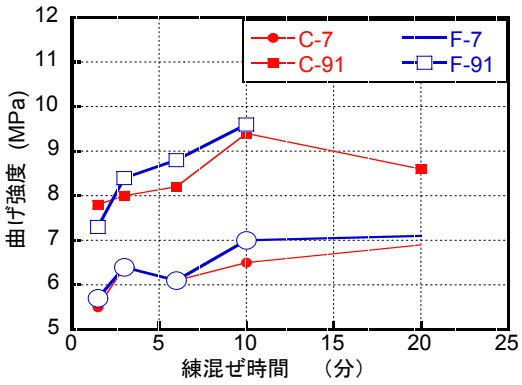

図-3　練混ぜ時間と曲げ強度の関係

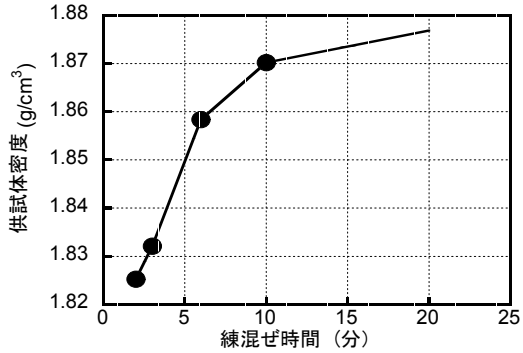

図-4　練混ぜ時間と供試体密度

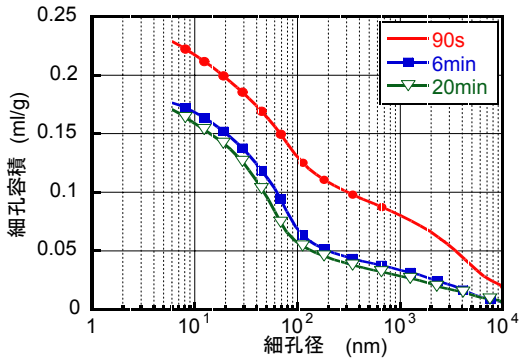

図-5　練混ぜ時間と細孔径分布(P)

4. 結論

(1) 練混ぜ順序の比較ではセメントと水を先練りしたもの，および粉体同士を空練りしたものが比較的高い強度を示した．

(2) 練混ぜ順序よりも練混ぜ時間の方が強度に及ぼす影響が大きい．

(3) 本研究では十分な練混ぜ時間は10分程度であった．

(4) 6分以上練り混ぜると組織が緻密な構造となる．

写真-1　練り上がりの状態(C;左が 90s，右が 10min)