

V-439

多量のフライアッシュを用いた高流動コンクリートの流動・
附着特性に関する一実験

法政大学大学院 学員 皆川康博 島木大輔

法政大学工学部 正員 満木泰郎

住友建設 宮岡 勉 マエダ 吉川英行

1. まえがき: 高流動コンクリートは多量の粉体量を用いるため水和熱が問題となる。対策の一つとして、産業廃棄物として多量にあるフライアッシュをセメントの一部と置換することで、水和熱の発現を抑制する方法がある。本研究では、その高流動コンクリートを鉄筋コンクリートに使用するにあたり重要な問題の一つでもある高流動コンクリートと鉄筋との附着特性および過密配筋下での充填性、粗骨材の分離度について実験により検討する。

2. 使用材料と配合: 使用材料を表1に示す。混和剤は、日本シカ社製のポリカルボン酸系高性能AE減水剤シカメント1100Nと山宗化学社製AE剤ガイソール、増粘剤は日本セメント社製アサHF、消泡剤は日華社製コフィックス

100である。使用したコンクリートの配合は表2に示す。配合条件としてフレッシュコンクリートのスランプフローを約 60 ± 5 cm、空気量は $2 \pm 1\%$ とした。 $W/(C+P)$ は高流動

コンクリートでは25、35%、フライアッシュ置換率はそれぞれの配合に対し40、60%とし、比較のための普通コンクリートは $W/C=52\%$ とした。

3. 充填実験: 充填性試験は、縦41mm、横31mm間隔で鉄筋が多数配置された型枠（図1）に高流動コンクリートを打設

し、充填状態をVTR撮影・観察するとともに、打設した各部よりサンプルを採取し均一性を評価した。充填は、充填速度が一定となるようVロートを用いて行った。充填試験結果を図2に示す。これらの結果からフライアッシュの置換率により若干の差が生じたが、 $W/(C+P)=25\%$ の2配合は、間隙通過性能も高く、打設直後から水平方向への流動が生じた。フライアッシュ置換率60%の配合が良好な水平流動を生じたのに対し、フライアッシュ置換率40%の配合は水平流動時の表面勾配がやや大きくなっており、40秒後からは自重により押し出されるように充填された。 $W/(C+P)=35\%$ の2配合は $W/(C+P)=20\%$ の配合と比較すると表面勾配は大きく、自重で押し出されるように水平流動となった。フライアッシュ置換率40%の配合においては、15秒後の時点で閉塞を起こしているのが分かる。いずれも60秒後の時点では自重により水平方向への移動が生じている。なお型枠への充填は打設開始より配合1が63秒、配合2が60秒、配合3が80秒、配合4が107秒後に完了した。以上から $W/(C+P)=25\%$ の方が良好な充填を得られていることがわかる。このことは $W/(C+P)=25\%$ の配合は $W/(C+P)=35\%$ の配合に比ベタル量が多

表1 使用材料

使用材料	種 類	特性および成分
セメント	普通ポルトランドセメント	比重: 3.16
細骨材	鬼怒川産川砂	比重: 2.58 FM: 2.38
粗骨材	岩瀬産碎石	比重: 2.65 FM: 6.76
混和材	磁子火力産フライアッシュ	比重: 2.17

表2 使用コンクリートの配合

配合	粗骨材 最大寸法 (mm)	水結合材比 W/P (%)	フライアッシュ 置換率 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位水量 W (kgf/cm ³)	混和剤 (kgf/cm ³)	空気量 (%)
1	20	25	40	48.0	175	9.00	2 ± 0.5
2		25	60	49.0	175	7.00	
3		35	40	49.5	170	8.36	
4		35	60	47.5	170	8.36	
5		52	—	41.5	180	0.11	

（配合5以外は高性能AE減水剤使用）

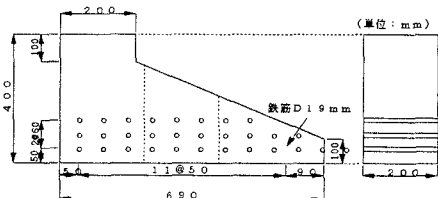


図1 鉄筋が多数配置されている型枠

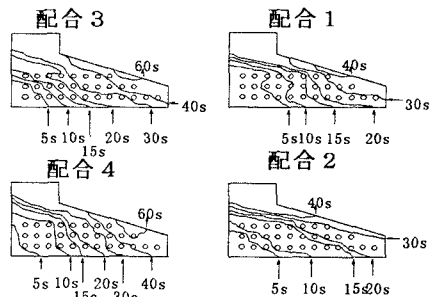


図2 高流動コンクリートの充填過程

く、十分な粘性を得られているためと考える。フライッシュ置換率別で比較すると置換率が60%の方が良好な充填を得られた。

4. 骨材分離度試験:骨材分離度は、スランプフロー後の8サンプル(図3)におけるコンクリートの粗骨材重量比をスランプフロー試験時、練り板より採取したコンクリートの粗骨材重量比により正規化することにより評価した。サンプルは洗い分析試験に準拠し、粗骨材寸法5-15mm、15-20mmに振り分け、乾燥炉にて24時間乾燥させ、絶乾状態として重量を測定した。試験結果を図4に示す。粗骨材寸法5-15mmにおいては1に近い値を示しており4配合それぞれ均一に分散していることが分かる。粗骨材寸法15-20mmは配合1に関しては良好な粗骨材の分散がなされているが、フライッシュ置換率60%において若干のばらつきが生じている。これはモルタルにおける粘性が低い粗骨材の分散が充分になされていないためと思われる。

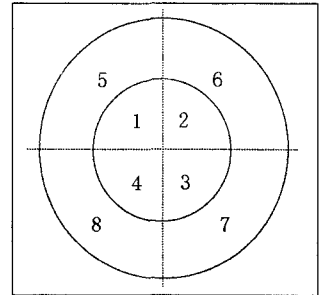


図3 スランプフロー板サンプル抽出位置

5. 付着強度試験:高流動コンクリートと鉄筋との付着特性把握のため、 $W/(C+P)$ 、フライッシュ置換率、埋設鉄筋の設置位置が付着強度に及ぼす影響について、引き抜き試験により実験的に検討を行う。①使用するコンクリートは $W/(C+P)=25, 35\%$ で、各々にセメントをフライッシュで40, 60%置換した高流動コンクリート、 $W/C=52\%$ の普通コンクリートの計5種類である。普通コンクリートは、パイププレートにより締め固めを行った。②埋設鉄筋はD19の異形鉄筋を使用し、付着長は鉄筋が降伏せずに付着強度の算定が可能となるよう38mm(2φ)とした。設置位置は型枠底面から100, 300, 500, 700, 900(mm)である。なお、引き抜き試験はJCIの方法に準拠する。

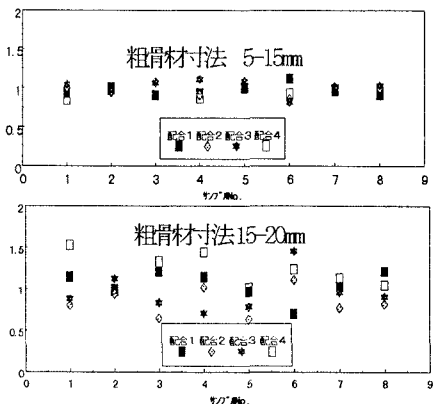


図4粗骨材分離度試験

得られた試験結果を図5に示す。高流動コンクリートの最下部鉄筋に対する最上部鉄筋の付着強度は $W/(C+P)=25\%$ の2配合では約75%、 $W/(C+P)=35\%$ の2配合では約50%であった。普通コンクリートの場合の25%と比較すると、高さによる付着強度の減少は少ないといえる。鉛直鉄筋の付着強度は、最下部付近に設置された場合の付着強度とほぼ同等であった。同一の高さ毎における使用したコンクリートの単位体積重量もこれと同傾向を示したため、このような付着強度の減少はウォーターゲインなどが影響していると思われるが、さらなる検討が必要である。なお、付着強度と圧縮強度の関係は土木学会標準示方書に示す式より上方にあり十分な付着強度を有すると判断した。

まとめ:本実験範囲内において以下のことを明らかにした。

- (1) 多量のフライッシュを用いた高流動コンクリートにおいても配合が適切であれば密に配筋された場合であっても十分に充填できる。
- (2) フライッシュを多量に用いた場合においても高流動コンクリートでは、鉄筋埋設位置による付着強度への影響は少ない。なお、今後はフライッシュの種類・影響と共により広範囲の W/C 、および $W/(C+F)$ の高流動コンクリートの性状について実験を行う予定である。

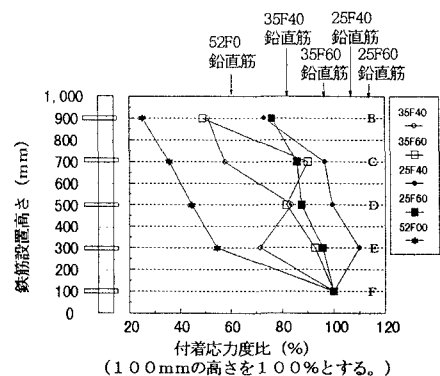


図2 鉄筋設置高さとは付着応力度比の関係

キーワード： 高流動コンクリート フライッシュ 分散性 付着強度
連絡先： 法政大学工学部土木工学科 土木材料実験室