

V-76

各種ペーストの骨材へのコーティングによる骨材近傍境界層の状態改善の評価

東京工業大学大学院 学生員 斎藤隆弘

東京工業大学大学院 Nathaniel B. Diola

東京工業大学工学部 正会員 大即信明

新潟大学工学部 正会員 久田 真

はじめに コンクリートの強度、耐久性を向上させるためには、コンクリート中の弱点部分である骨材とモルタル間等に存在する境界層の状態を改善することが有効である。その一つ的手段として、結合材を骨材周辺に集中させる事によりこの部分の反応性を高めることが考えられる。本研究においては、打設前にフライアッシュ、シリカフューム、高炉スラグ微粉末とポルトランドセメントをそれぞれ混合したペーストをコーティングした粗骨材を用いた。そして、圧縮強度試験、及び遷移帯部分の微小硬度を測定するマイクロビッカース硬さ試験、及びSEM観察によって境界層における状態改善の評価を行った。

1. 実験概要

使用材料 セメントには、コーティング、本打設両方において普通ポルトランドセメント（OPC）を用い、コーティングにおいてフライアッシュ（FA）、シリカフューム（SF）、高炉スラグ微粉末（BFS）を用いた。細骨材には千葉県小櫃産山砂、粗骨材には東京都奥多摩産砕石を用いた。コーティングした骨材は 20mm ふるいを通過し、5mm ふるいに残った粗骨材である。またシリカフュームペースト作製時にシリカフュームの分散のため、高性能減水剤を用いた。使用した結合材の物理化学的性質を表-1に示す。

供試体作製 まず結合材と水を手練りにより練混ぜた。そしてこのペーストと粗骨材をコンクリート用ミキサーにより2分間練混ぜ粗骨材をコーティングした。3.5 時間後、この粗骨材を用いコンクリートの打設を行った。打設時において粗骨材はほぼ表乾状態であった。

配合 コーティング用ペースト及びコンクリートの配合を表-2、3にそれぞれ示す。コーティング用ペーストには、ポルトランドセメントのみを使用した配合、及びフライアッシュ、シリカフューム、高炉スラグ微粉末をセメントに対し30%置換した配合をそれぞれ OPC、FA、SF、BFS とし、ペーストの水結合材比を40%とした。またコンクリートの配合は、水セメント比を50%とし、単位水量等は表の通りである。このうち粗骨材をコーティングせずを用いた配合を CON とした。なお、コーティング用ペーストの量は、粗骨材を球と仮定した時、骨材に塗布されるペーストの平均厚さが 250 μ m になるように設定した。これは、予備実験においてペーストが粗骨材全体を覆い、なおかつ小径の骨材が凝

表-1 使用した結合材の物理化学的性質

	OPC	FA	BFS	SF
密度(g/cm ³)	3.15	2.18	2.89	2.56
比表面積(cm ² /g)	3270	3240	8010	102000
強熱減量 (%)	1.4	1.74	1.20	2.36
SiO ₂ (%)	21.30	50.71	32.3	93.6
Al ₂ O ₃ (%)	5.30	24.12	13.80	0.60
CaO (%)	64.40	10.01	41.50	0.23

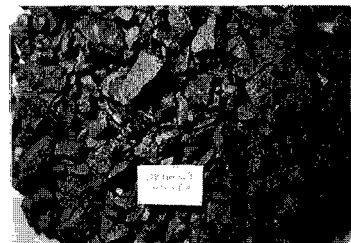


図-1 コーティングされた粗骨材(OPC)

表-2 コーティング用ペーストの配合

	OPC	FA	BFS	SF
W/B	0.4			
C/B	0.7			
SP(ml/kgB)	0			40

表-3 コンクリートの配合

W/C	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	空気量 (%)	スランプ (cm)
0.5	190	380	779.7	960.32	0.7-0.8	18-20

キーワード：骨材近傍境界層、コーティング、ペースト、ビッカース硬さ、SEM、圧縮強度

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学緑が丘 1 号館・Tel:03-5734-2585・FAX:03-5734-3577

集しなかったペーストの量である。

実験方法 本研究においては、材齢7日において $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の供試体を用い圧縮強度試験を行った。また粗骨材モルタル間界面におけるビッカース微小硬さ測定を粗骨材下面からモルタル方向に図ー1に示す間隔で行った。ビッカース硬さは、ダイヤモンド正四角錐の圧子に荷重(10gf)を加えて試料に押し込んだ後、圧子を取り去った時のくぼみの対角線長さ $d(\text{mm})$ から計算される圧子と試料との接触面積 $S(\text{mm})$ で荷重を割った値である。微小硬さ測定及びSEM用供試体は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の供試体の中央部分を打設方向に平行に切り出し試験面を研磨した。

2. 実験結果及び考察

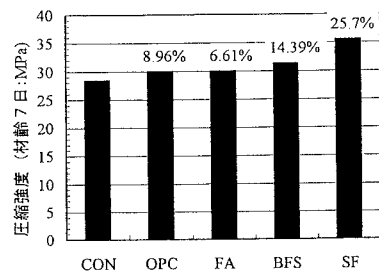
材齢7日における圧縮強度試験の結果を図ー2に示す。これによるとコーティングされた骨材を用いた配合では圧縮強度が向上しており、特にシリカフュームを用いた配合ではその傾向が顕著である事がわかる。

次にビッカース微小硬度測定の結果を図ー3に示す。コーティングされた骨材を用いた配合とコーティングされていない骨材を用いた配合を比較すると微小硬度は骨材表面からの距離が遠くなると近い値を示すが、比較的近い所ではその差が大きい事がわかる。これがコーティングした骨材を使用した配合において圧縮強度が大きくなっている一因と考えられる。特にシリカフュームを用いた配合ではその傾向が顕著である。またもう一つの傾向として、コーティングされていない骨材を用いた場合、骨材とモルタル間に $10\mu\text{m}$ 以下の空隙が存在することが挙げられる。これは図ー4のようにSEM観察によっても確認できる。これに対し、図ー5に示されるように、コーティングした骨材を用いたコンクリートにおいては上記のような空隙はほとんど見られない。

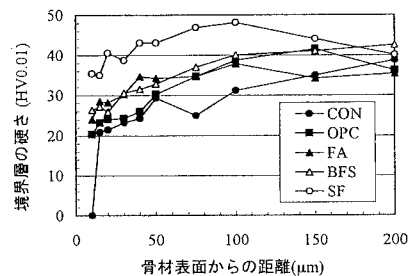
以上の結果をもとに考察する。圧縮強度試験、SEM観察、及びビッカース硬度測定から骨材のコーティングによる骨材モルタル間境界層の状態改善が認められたが、これには次の理由が考えられる。細かく反応性の高い粒子が存在することにより、水和の核となる場所が粗骨材周辺において増加すること、ポゾラン反応の生成物により空隙が充填されること、及び骨材周辺にブリーディングなどにより集中する自由水が、ペーストとの反応等の原因により減少することが考えられる。

6. まとめ

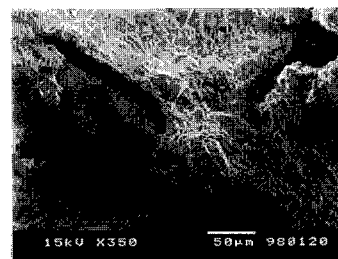
粗骨材をペーストによりコーティングすることにより骨材モルタル間境界層の状態改善が認められた。特にシリカフュームを用いた配合ではその傾向が顕著であった。



図ー2 圧縮強度試験結果(材齢7日)



図ー3 ビッカース硬さ試験結果(材齢7日)



図ー4 境界層のSEM写真(CON)



図ー5 境界層のSEM写真(OPC)