

V-99

コンクリート塊の再利用に関する基礎的研究

群馬大学工学部 正会員 黒田正和
 群馬大学工学部 寺師成明
 群馬大学工学部 正会員 渡辺智秀

1. はじめに

建設廃棄物の中で量的に非常に多いコンクリート塊を、コンクリート用骨材として再利用することは、環境面から重要かつ緊急課題である。クラッシャで破碎したコンクリート塊、つまり、再生骨材をそのままコンクリート用骨材として使用すると、再生骨材を使用したコンクリート(以下、再生骨材コンクリート)の圧縮強度は、天然骨材を使用した普通コンクリートの圧縮強度に比べ、かなり低下してしまう。再生骨材コンクリートを圧縮破壊させ、供試体の破断面を観察すると、再生骨材自体の破壊はみられず、再生骨材とモルタル界面から破壊が起きているようにみられる。このことは、再生骨材とセメントペーストとの付着力が弱いことを示唆している。従って、再生骨材とセメントペーストとの付着力を改善すれば、再生骨材コンクリートの圧縮強度を大きくし、再生骨材をそのままコンクリート骨材として使用することも可能と考えられる。本研究では、再生骨材とセメントペーストとの付着力の改善に関する知見を得ること目的として、模擬再生骨材の表面に種々のコーティング材を塗布した場合のセメントペーストとの付着力を測定し、付着力を増強する方法について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 付着力改善方法

骨材とセメントペースト界面には、バルクペーストに比べ、多孔質な領域、いわゆる、遷移帯が存在することが知られている。この遷移帯は、骨材表面から約 $50\mu\text{m}$ の厚さで、大きな水酸化カルシウムの結晶が析出し、コンクリート中で最も弱い部分であるといわれている。骨材表面遷移帯における大きな水酸化カルシウム結晶の析出を抑制し、遷移帯を密にすることができれば、骨材とセメントペーストとの付着力を増大することが可能であると考えられる。従って、付着力改善方法として、表1に示すような5種類の反応性物質を添加した混合セメントペーストをコーティング材として用い、模擬再生骨材表面に塗布した上で打ち継いだセメントペーストとの付着力変化を測定した。なお、コーティング材の配合は、表1に示すとおりである。

表1. コーティング材の配合設計

コーティング材	水結合材比	結合材重量比
セメント+シリカ微粉末	38%	30%
	62%	
セメント+シリカフューム	38%	30%
セメント+微粉炭燃焼のフライアッシュ		
セメント+流動床燃焼のフライアッシュ		
セメント+半水セッコウ	38%	3.4%

2.2 試料の作製および付着強度試験方法

図1に、付着強度試験に用いた試料の概略を示す。本実験では、模擬再生骨材として、 $W/C=38\%$ のセメントペースト硬化体(24時間気乾養生した後、28日間水中養生を行い、実験室内で24時間気乾養生したもの)を用い、付着面となる表面を研磨した後、表1のように調整したコーティング材をそれぞれその表面に塗布し、その後直ちに、 $W/C=38\%$ のセメントペーストを打ち継いで図1のような試料を作製した。なお、養生条件は、24時間気乾養生した後、所定材齢まで水中養生した。また、対照試料として、コーティング材を界面に塗布しない条件(未処理)も作製した。模擬再生骨材とセメントペーストの付着強度試験は、所定材齢に達した試料の引張試験により測定した。試験後の試料破壊面は、次の3種類の破壊モードに分類した。A:付着面での破壊、B:コーティング層での破壊、C:母材破壊

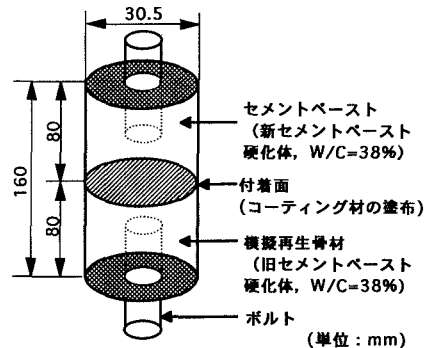


図1 模擬再生骨材とセメントペーストの付着強度試験用試料の概略図

3. 結果および考察

図2にシリカ微粉末, シリカフューム, フライアッシュ(微粉炭燃焼, 流動床燃焼)をそれぞれ混合したセメントペーストを模擬再生骨材表面にコーティングした場合の付着強度試験結果を示す。本図より, コーティング材として用いた全てのボゾラン物質について, 材齢28日において未処理の場合と比較して付着強度が増大していることがわかる。特に, シリカ微粉末, シリカフュームを混合したセメントペーストを用いた場合の付着強度は, 破壊モードが母材破壊(記号C)となったため, 硬化セメントペーストの引張強度以上となるため, 図に示した値より実際は大きいと考えられる。このように付着強度が増大したのは, ボゾラン物質と界面に析出する水酸化カルシウムとのボゾラン反応が十分進行し, 遷移帯がより密になったためと考えられる。また, 付着強度試験による破壊モードに着目すると, 材齢7日において付着面で破壊したものは, 材齢28日においても, すべて付着面で破壊しており, 付着面での反応, つまり, 模擬再生骨材表面とコーティング材との反応性が小さく, 材齢が経過しても反応があまり進行していないことを示唆しているが, 材齢7日においてコーティング層で破壊した試料では, 材齢28日において母材破壊をしており, 模擬再生骨材表面とコーティング材との反応性が良好であることを示唆していると考えられる。図3に, シリカ微粉末を混合したセメントペーストをコーティングした場合の水結合材比の付着強度への影響についてを示す。本図より, 材齢28日において, コーティング材の水結合材比が62%とした場合の付着強度は, 水結合材比38%に比べ低下していることがわかる。また, 試験試料の破壊モードは, 材齢7日では双方ともコーティング層破壊であるが, 材齢28日では, 38%の場合は母材破壊となり, 62%の場合にはコーティング層での破壊であった。この結果は, 明らかにコーティング層の強度が関係しており, 水結合材比の増大は, コーティング層の強度を低下させ, その結果, 付着強度を低下させると考えられる。図4に, 半水石こうを混合したセメントペーストをコーティングした場合の付着強度試験結果を示す。材齢7日では未処理試料と同程度の付着強度を示したが, 材齢28日では母材破壊を起こし, その付着強度は 41.5 kgf/cm^2 以上と推定される。本結果から, 半水石こうを混合したセメントペーストを模擬再生骨材表面にコーティングしても, 大きな水酸化カルシウム結晶の析出を抑制させ, 付着強度は材齢28日においてかなり改善される。

4. まとめ

本実験により次のような結果を得た。(1) 模擬再生骨材表面にボゾラン物質を混合したセメントペーストをコーティングすることにより, 模擬再生骨材とセメントペーストとの付着強度を増大することができ, ボゾラン物質としてシリカ含有量の多いものを使用すれば, 大きな付着強度を得ることができる。(2) コーティング層の水結合材比を小さくすることで, 再生骨材とセメントペーストとの付着強度の増大が期待できる。(3) 模擬再生骨材表面に半水石こうを混合したセメントペーストをコーティングすることにより, 模擬再生骨材とセメントペーストとの付着強度を増大させることができた。

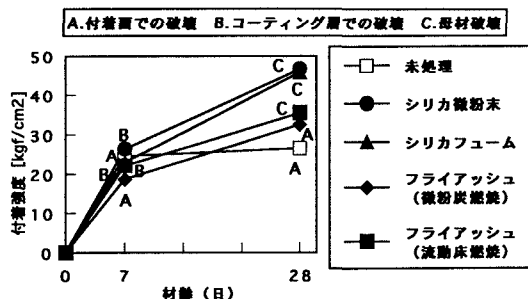


図2. ボゾラン物質を混合したセメントペーストを再生骨材表面にコーティングしたときの再生骨材とセメントペーストの付着強度

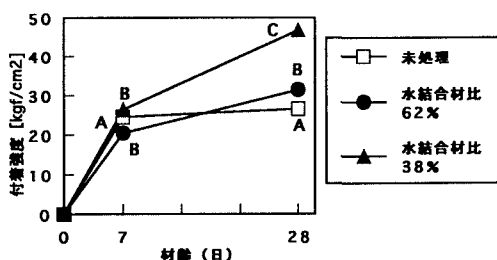


図3. シリカ微粉末を混合したセメントペーストをコーティング材とした場合の付着強度に及ぼす水結合材比の影響

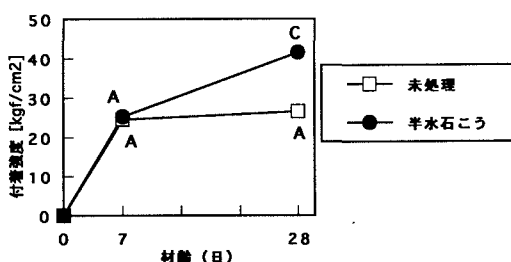


図4. 半水石こうを混合したセメントペーストを再生骨材表面にコーティングしたときの再生骨材とセメントペーストの付着強度