

コンクリートの遷移帯形成に関する一考察

前橋工科大学 学生会員 ○田中美祐紀
 前橋工科大学 正会員 岡村 雄樹
 前橋工科大学 正会員 舌間孝一郎

1. はじめに

コンクリートの強度的弱点となる骨材周辺部の脆弱な遷移帯は、フレッシュ時における骨材表面の自由水膜が原因で形成されるとされており、マクロ的な観点からみれば、骨材周辺の空隙とあわせ遷移帯ということもできる。その形成原因としては、骨材下面のブリーディング水等が挙げられているが、その他の要因として、セメント水和熱により膨張した強度発現前のコンクリート中の骨材が、温度ピーク後に常温に冷却され収縮することにより、骨材周辺部に空隙が生じ、脆弱な水和生成物が生成される可能性が考えられる。

本研究では、骨材-セメントペースト間の膨張係数の違いにより形成される骨材表層部の微小な空隙に溜まる自由水が遷移帯形成の一因となると考え、遷移帯形成に関する一考察を行った。

2. 実験概要

本研究は、下記の3実験から構成される。骨材-セメントペースト間の付着強度を検討する2種類の簡易なモデル実験を行った。各実験方法は下記に示す通りである。

2.1 片引き試験

- 1) コンクリート板(W/C=50%)の表層部にウォータージェット処理を施し、表層部のモルタル除去を行った。ここで、モルタルのはつり処理は、粗骨材が大きく露出する処理 A(写真-1 上)および骨材がおおむね露出しない処理 B(写真-1 下)の2種類とした。なお、処理 A および B は、ともに新旧コンクリートの一体化に十分な表面凹凸性状を有したものであり、ここでは示していないが、一体打ち試験体との強度比も 1.0 以上を示している。
- 2) 処理面上部に同配合のコンクリートを打ち継ぎ、実験室内で気中養生後、φ100mm コアビットで打継ぎ目深さ+5mm までコアボーリングを行った。
- 3) コア上部に同サイズのアタッチメントを貼り付け、図-1 に示す建研式接着力試験機により片引き試験を行った。

2.2 モデル実験 1

- 1) 高強度モルタルを打設した型枠中に φ100×100mm の上下開放した円筒型型枠を 20mm 程度埋め込み、振動機により振動を与えながら型枠内のモルタル表層部に寸法 20mm 程度の粗骨材を敷き詰め、粗骨材上面を露出させた状態で硬化させた。なお、新旧モルタルの付着力を求めるため、打継ぎ面に粗骨材を配置しないモルタル供試体をあわせて作製した。
- 2) 所定材齢後 W/C=50%のモルタルを円柱型枠中に打ち継いだ後、相対湿度 90%以上に保った恒温室内で温度上昇ピークに至るまで断熱温度上昇試験を行った。



写真-1 ウォータージェット処理面
(上: 処理 A、下: 処理 B)

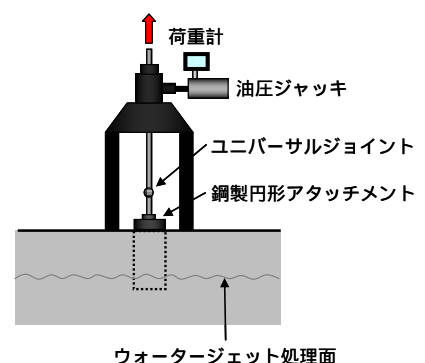


図-1 建研式接着力試験機の概要

キーワード：遷移帯，水和熱，熱膨張，骨材

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 TEL/FAX：027-265-7301

- 3) 温度上昇が収れんした後、水和熱で膨張した骨材が収縮しないようピーク温度を保った恒温室内、および、20 の実験室内の2種類の環境で所定材齢に至るまで養生した。
- 4) 上記 2.1 と同様の片引き試験を行った。
- 5) 全ての供試体について、打継ぎ面のデジタル写真を用いて粗骨材露出面積とモルタル部面積の割合を算出し、比較用モルタル供試体から求めた新旧モルタル付着強度分を差し引き、粗骨材とモルタルの付着強度を算出した。

2.3 モデル実験 2

- 1) 上記 2.2 に用いた円筒型型枠底面を石板(市販の御影石)表面に固定し、W/C = 50%のモルタルを打ち込んだ。
- 2) モデル実験 1 と同様の温度履歴に従い、断熱温度上昇試験を行った後、石板が収縮しないようピーク温度を保った恒温室内および 20 の実験室内での2種類の環境で養生を行った。
- 3) 上記 2.1 と同様の片引き試験を行い、引張強度を求めた。

3 . 実験結果及び考察

3.1 片引き試験

表-1 は、ウォータージェット処理を行った新旧コンクリート打継ぎ供試体における片引き試験結果を、破断箇所および引張強度別に示したものである。前述のように、ウォータージェット処理

による打継ぎ部の凹凸状態は、ともに新旧コンクリート一体化基準を満たしており、その引張強度はほぼ同等の値が得られた。しかし、破断箇所に着目すると、粗骨材を表面に露出させた処理 A は、7 本中 6 本が打継ぎ面で破断したのに対して、処理 B に打継ぎ面で破断したものはなかった。処理 A において、ウォータージェット処理面に露出させた粗骨材は、実験室レベルにおいては比較的大きなコンクリート塊の中心部にあり、その温度ピークは供試体内の粗骨材中で最高であると考えられる。つまり、温度変化による粗骨材体積変化量が最も大きく、粗骨材周辺部の空隙形成量が最大である可能性が高いことから、打継ぎ面の粗骨材モルタル界面部で破断したものと考えられる。

3.2 モデル実験 1 およびモデル実験 2

表-2 は、モデル実験 1 における粗骨材-モルタルの付着強度結果を養生温度別に示したものである。付着強度結果から、養生温度の違いと付着強度の関係は当初の予想の逆となった。また、試験結果のばらつきも大きくなる傾向となった。表-3 は、モデル実験 2 における粗骨材-モルタルの付着強度結果を養生温度別に示したものである。ピーク後の養生温度 20 の場合に対し、養生温度 60 のほうが高い値を示した。しかし、セメントの発熱ピーク後の養生温度が異なることで、早期付着強度に差が生じていると考えられる。試験結果が養生温度による水和の促進による影響であるのか、遷移帯の形成によるものなのかを判断する方法の確立が必要である。

4 . まとめ

今回提案したモデル実験において、養生温度の違い(骨材の収縮の有無)による粗骨材-モルタル間の付着強度に相違が見られることを確認できた。さらに養生温度が付着強度の発現に及ぼす影響を調査し、その影響を差し引くことにより、粗骨材界面の脆弱部形成による付着力低下を正確に評価することができると考えられる。しかし、片引き試験はばらつきが生じやすいことから、強度試験結果だけで評価することは困難であることも予想されるため、他の試験と併せて考察する必要もある。今後は、SEM 走査型電子顕微鏡を使用するなど強度以外の観点からもあわせて考えていく予定である。

表- 1 片引き試験結果

項目	処理 A	処理 B
打継ぎ面での破断 本数の割合(本)	6 / 7	0 / 6
平均引張強度 (N/mm ²)	1.89	1.91

表-2 養生温度と付着強度の関係

(モデル実験 1)

項目	60	20
平均付着強度 (N/mm ²)	1.05	1.40

表-3 養生温度と付着強度の関係

(モデル実験 2)

項目	60	20
平均付着強度 (N/mm ²)	0.83	0.57