

# コンクリートの骨材 - モルタル界面の付着特性

構造材料工学研究室  
指導教員

塩野 貴史  
栗原 哲彦 吉川 弘道

## 1. はじめに

コンクリートの破壊は、内部のマイクロクラック(微細ひび割れ)の発生、累積、進展により、最終的に大きな破壊面として生じる。現在、このマイクロクラックの発生をにらんだ微細構造解析手法が開発、提案されている。この手法を用いることで、骨材界面の剥離、ひび割れの発生、進展などの内部破壊現象をシミュレーションできる。しかし、この解析には種々の材料特性を設定する必要があり、それらを実験データから算出しなければならない<sup>1)</sup>。

そこで、解析に必要な基礎データを算出するため、割裂引張試験を実施し、ひび割れ進展性および初動点の画像解析を行った。また、溶融スラグ骨材と普通骨材との付着特性も検討した。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料および配合

#### 2.1.1 溶融スラグ骨材を使用したコンクリートの付着性状

使用材料として、セメント(C)は早強ポルトランドセメント、細骨材(NS)は相模川水系川砂、粗骨材(NG・YG)は八王子産砕石・一般ごみ焼却灰溶融スラグ、混和剤は AE 減水剤、AE 助剤を使用し、普通コンクリートの配合(NS - NG)を決定した(表 - 1)。また、溶融スラグ粗骨材を使用したコンクリートの配合(NS - YG)は、普通コンクリートの配合を基準とし、粗骨材だけを変化させた。

表 - 1 配合表

	(mm) Gmax	(%) W/C	(kg/m <sup>3</sup> )					AE減水剤	AE助剤
			W	C	NS	NG	YG		
NS-NG	20	55	158	300	807	1029	-	0.75	0.03
NS-YG						-	1029		

#### 2.1.2 骨材 - モルタル界面のひび割れ評価

使用材料は、表 - 1 の普通コンクリートの配合を基準とし、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。

### 2.2 試験方法

#### 2.2.1 溶融スラグ骨材を使用したコンクリートの付着性状

付着強度試験に関して、供試体寸法は300×300×50mmとし、普通粗骨材コンクリートをN、溶融スラグ粗骨材コンクリートをYとして作製した。供試体は2層式にし、下部をコンクリート(母材)、上部をモルタルとした。養生は14日間標準水中養生とし、建築研究所式付着強度試験機を用いて試験を実施した。

#### 2.2.2 骨材 - モルタル界面のひび割れ評価

100×50mmの円柱供試体を、JIS A 1132 に準じて割裂引張試験を実施し、データロガーと変位計を用い、載荷荷重、供試体の変位を計測した。また CCD カメラを用い、ひび割れ経路を撮影した。その際、ひび割れ経路にポイント(写真 - 3 ~ 写真 - 5 中の 印)を貼付した。

表 - 2 付着強度試験結果

	N	Y
引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	2.24	1.23

## 3. 試験結果および考察

### 3.1 溶融スラグ骨材を使用したコンクリートの付着性状

表 - 2 に N, Y における付着強度試験結果を示す。その際に、下層部コンクリート(母材)と上層部モルタルとの付着界面での破断が確認されなかったため、付着強度ではなくコンクリートの引張強度として評価した。

表 - 2 より、Y の方が N よりも約 45% の強度低下が確認された。溶融スラグ骨材は、骨材自体がガラス質であり表面が滑らかである。そのため、モルタル界面における付着力が低下し、引張荷重を受けた際に、溶融スラグ骨材がモルタルから剥離し、引張強度の低下に至ったと考えられる。

破断面を比較すると、N の方は骨材にモルタルが付着している (写真 - 1)。



写真 - 1 破断面 N



写真 - 2 破断面 Y

一方、Yの方は骨材の剥離が目立ち、骨材破断も確認できる(写真-2)。このことから、Yの強度減少が明確である。また、溶融スラグ骨材は破砕値が大きく骨材自体の強度が低いため、試験を実施した際、骨材が破断したことも強度低下の要因の一つと考えられる。

### 3.2 骨材 - モルタル界面のひび割れ評価

図-1に荷重-変位曲線の例を、写真-3~写真-5にはそれぞれ図-1における ~ 時の供試体画像を、写真-6に破壊後の供試体を示す。

写真-3より、供試体にほぼ変化はみられない。しかし、荷重増加に伴い変位も増加しているため、供試体は徐々に変形し、コンクリートの内部では、既に骨材-モルタル界面での剥離が生じていると考えられる。

写真-4より、最大引張荷重時にひび割れが発生していることが確認できる。破壊強度の大小は、骨材 > モルタル > 骨材-モルタル界面の順である<sup>2)</sup>。そのため、骨材-モルタル界面に剥離が生じ、ひび割れに至ったと考えられる。ポイントの上部、下部を比較すると、ひび割れ幅は下部の方が大きいのが確認できる。また、ポイント下部のひび割れが骨材へ向かって進展しているのが確認できる。以上のことから、ひび割れはポイントの上部からではなく、下部(供試体中心)から発生し、モルタル内を進展していき、その後、骨材-モルタル界面に沿って進展していったと考えられる。よって、ひび割れ初動点はポイントより下部にあると推測できる。

写真-5より、供試体が最大引張荷重を迎えた後、割裂破壊を起こしたことが確認できる。この供試体の内部では、骨材の剥離、破断が連鎖的に生じ、破断面を形成していると考えられる。

写真-6より、上部、下部ともほぼ中央に比較的大きい骨材が位置し、その骨材-モルタル界面の剥離が確認できる。これは、大きい骨材ほどブリーディングによる空隙や非接着部などの初期欠陥が起きやすいため、それらが影響し剥離に至ったものと考えられる。

また、最大荷重時までに進展した微細ひび割れはある幅を持つひび割れ領域を形成する。そのときのポイント間のひび割れ幅は、約0.116mmであった。他の供試体においても、約0.113~約0.120mmとなった。

## 4. まとめ

### 4.1 溶融スラグ骨材を使用したコンクリートの付着性状

溶融スラグ粗骨材を使用したコンクリートは、普通粗骨材に対して引張強度は約45%低下した。骨材-モルタル界面での剥離も目立ち、骨材破断が確認できた。

### 4.2 骨材 - モルタル界面のひび割れ評価

大きい骨材ほど応力集中、剥離が生じやすい。ひび割れは骨材-モルタル界面から発生する。その後、モルタル内を進展し、破壊に至る。今回例示した供試体のひび割れ初動点は、ポイントより下部にあると推測できる。また、本研究で得られたひび割れ幅は、約0.113~約0.120mmとなった。

[参考文献]

- 1) 劉玉敬, 彦坂熙, John BOLANDER Jr., 齊藤成彦: ランダム粒子-パネ系モデルによるセメント系複合材料の準微視的破壊過程の解析, 構造工学論文集, Vol.42A, 1996
- 2) 上田稔, 長谷部宣男, 佐藤正俊, 奥田宏明: コンクリートの引張破壊メカニズムと引張強度の破壊力学的研究, 土木学会論文, No.466, 1993

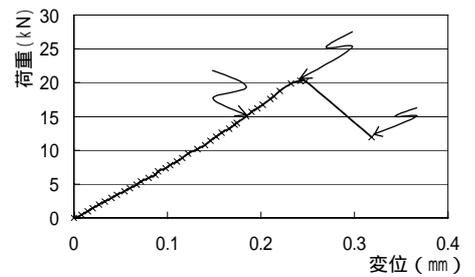


図-1 荷重-変位曲線

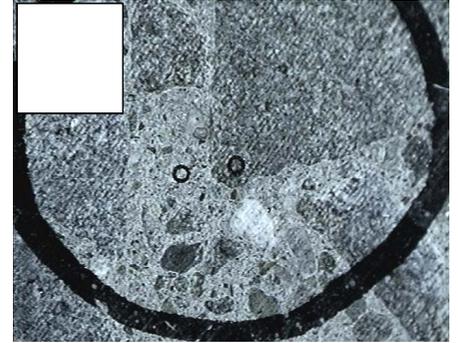


写真-3 の画像

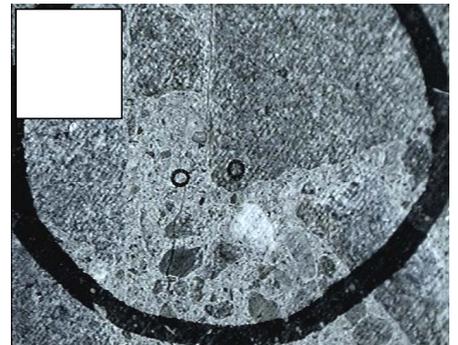


写真-4 の画像

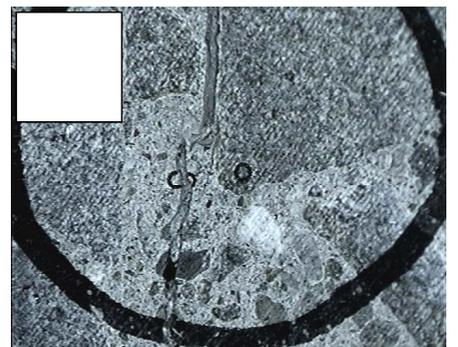


写真-5 の画像



写真-6 破壊後の供試体