

I-114 3次元モデルコンクリートの骨材近傍の破壊機構解析

東北大学大学院 学生員 ○ 谷 口 哲 也
 東北大学工学部 正 員 佐 武 正 雄
 東北大学工学部 正 員 新 関 茂

1. はじめに

最近、コンクリートのクラック先端の微視的破壊機構を考慮した破壊進行領域の合理的な数値計算モデルの構成はコンクリート工学における中心的問題の一つとなっている¹⁾。

しかし、コンクリートの微視的破壊機構は、他の脆性材料に比べ細骨材及び粗骨材の複合性により極めて複雑であり、いまだ十分に明らかになっていない。このような状況を考慮し、本文はコンクリートの微視的力学的挙動を説明するために、その基礎となる骨材レベルに着目し、球という理想化された骨材とそれを取り囲む母材モルタルによりコンクリートをモデル化して、一軸圧縮試験を行い、骨材周辺の破壊挙動の検討を行ったものである。

2. 実験方法

供試体は直径10cm、高さ20cmの円柱供試体を用いた。直径約4cm球形擬骨材は、減水剤を用いて強度を高めたモルタルにより作成した。擬骨材、母材モルタルの配合、材料定数は表-1、表-2に示す通りである。なお、擬骨材、母材モルタルに使用した細骨材の最大粒径は、擬骨材で5mm、母材モルタルでは0.6mmとした。擬骨材は、1個あるいは2個を表-1の様に設置した。供試体は材令7日以上で擬骨材を母材モルタルに打設して作成し20℃水中養生の後、材令7日目に一軸圧縮試験を行った。端面拘束を軽減するため、供試体端面にはグリースを塗布し、載荷盤との間にゴムシート、テフロンシート、アルミはくをはさんで載荷した。載荷速度は20kgf/secとした。

3. 結果及び考察

Case1の場合の破壊状況の一例を図-2に示す。この様に供試体は、擬骨材を含む柱状部分が独立して破壊する傾向がうかがえる。この柱状部分は、打設の上部（キャピング面側）で荷重軸と平行に連なる角柱を形成し、下部側では角すい状のconeを形成している。このconeの高さは3.5cm程度であった。この角すい状のconeの形成は常に打設時の骨材の下側に見られ、ブリージングによる影響と考えられる。また、この柱状部を中心にいくつかの供試体を貫く破断面が形成されたが、これは柱状部の角の部分から発生していることが観測された。

図-3では図-2に示した供試体の擬骨材界面のモルタルの付着の破壊状況を示したものである。図-4には数例の実験結果による付着の破壊角度の頻度を平均化したものであり、実線は上側部分の付着の破壊状況、破線は下側の付着破壊状況を表している。また、図-3には、供試体を縦方向に貫く破断面の発生位置を示したが、これからの、破断面は付着の破壊角度 ϕ_1 、 ϕ_2 が小さくなる柱状部の角の

	W/C (%)	S/C (%)	単位量 (kg/m ³)		
			W	C	S
擬骨材	26	110	256	986	1085
母材モルタル	65	200	371	571	1142

表-1 配合方法

	平均強度 (kgf/cm ²)	ヤング率 (kgf/cm ²)	ポアソン比
擬骨材	50.2	316,000	0.208
母材モルタル	20.9	152,000	0.191

表-2 材料定数

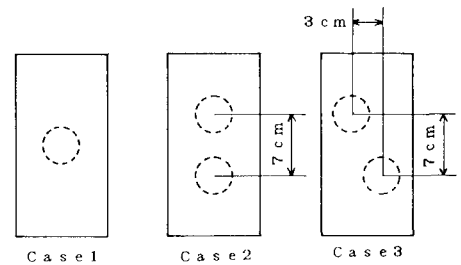


図-1 擬骨材の配置位置

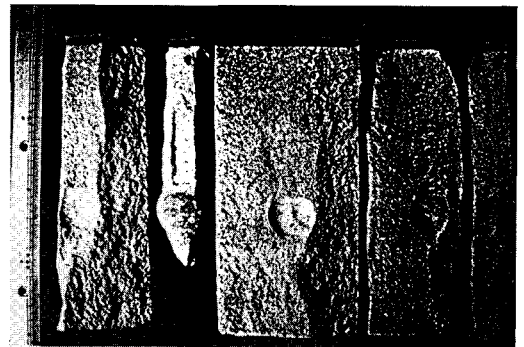


図-2 破壊状況 (Case 1)

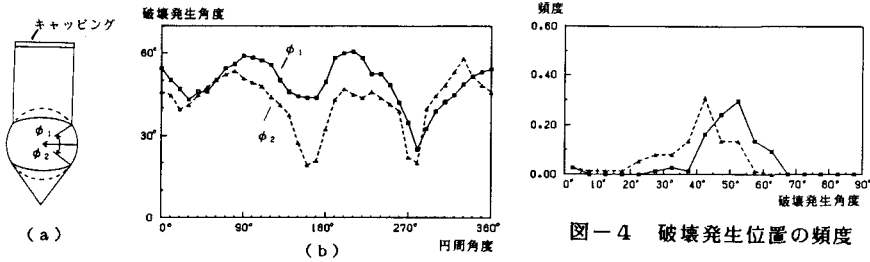


図-3 Case 1の付着の破壊状況 ((a) 模式図, (b) 破壊発生位置)

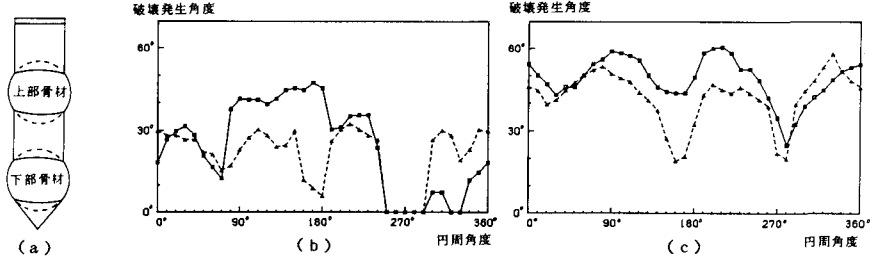


図-5 Case 2の付着の破壊状況 ((a) 模式図, (b) 上部骨材の破壊発生位置, (c) 下部骨材の破壊発生位置)

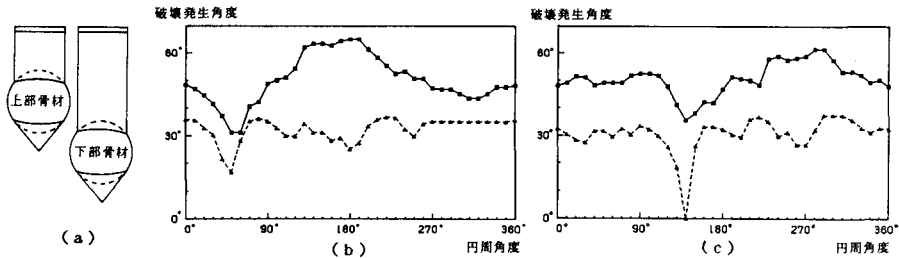


図-6 Case 3の付着の破壊状況 ((a) 模式図, (b) 上部骨材の破壊発生位置, (c) 下部骨材の破壊発生位置)

部分から発生していることがわかる。また、上部と下部とでかなり付着の破壊角の相違がみられる。骨材と母材モルタルの付着角度は、荷重初期の段階で発生した骨材とモルタルの界面ボンドクラックがモルタル部へ進行し始めるところと対応づけられる。和泉・三橋らは、2次元2相モデルコンクリートにおける付着の破壊角度を観察し、その角度は骨材の性質によらず $53^{\circ} \sim 58^{\circ}$ に分布していると報告しているが²⁾、今回の結果を見る限り、破壊発生角度は上側で $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 、下側で $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 程度となった。

次に、Case2 の場合と、Case3 の場合のモルタルの付着の破壊状況をそれぞれ図-5、図-6に示す。Case2 の場合、破壊は 2個の骨材がつながった柱状部分を形成し下側の下部にconeを形成して生じた。モルタルの付着状況は、打設下側の骨材では骨材 1個の場合とほとんど変化は見られないが、上側の骨材の付着の範囲はかなり大きくなっている。このことから下側の骨材では破壊につながるボンドクラックの発生が少なく、破壊は主に上側の骨材に発生したボンドクラックと、coneの形成によるくさび作用によって生じたと推測される。Case3 の場合は、上、下の骨材とも 1個の場合と変わりはない。これは骨材間の距離がかなり離れていたことから骨材相互に与える影響が小さいためと思われる。

4. おわりに

骨材レベルでの破壊過程を調べる目的で、球形擬似骨材とモルタルによるモデルコンクリートの一軸圧縮試験を行い、骨材回りのモルタルの付着の破壊を中心に検討を行った。しかし、コンクリートの破壊には微小欠陥との関連など不明な点が多く、骨材に関してだけでも骨材の種類（強さ、剛さ、大きさ、岩質、形状、表面状態、etc.）や、配合等まだ検討すべきパラメータが多い。今後これらを考慮して研究を進める必要があると思われる。

参考文献 1) 柏原、佐武、新聞：微視的破壊領域を考慮したモルタルの亀裂進展過程の解析、土木学会第40回年次学術講演会概要集、I、1985、pp.227~pp.228 2) Mihasi, T., Sasaki, T. and Izumi, M., Failure Process of Concrete: Crack Initiation and Propagation, Mechanical Behaviour of Materials, ed. by Miller, K. J. & Smith, R. F., 1979, pp.97~107