

V-74 ダム用コンクリート強度特性に及ぼす粗骨材の影響

名古屋工業大学工学部 学生員 ○張 劍
 名古屋工業大学工学部 正 員 赤井 登
 名古屋工業大学工学部 正 員 吉田弥智

1. まえがき

コンクリートの力学的特性に及ぼす粗骨材の影響に関する研究はこれまでに数多くなされているが、そのほとんどが G_{max} (粗骨材の最大寸法)が40mm以下についての研究である。そこで本研究では、ダムコンクリートなど G_{max} が40mm以上のコンクリートを対象として、ブリージングによって生じる粗骨材下面の空隙がコンクリートの圧縮強度に与える影響について、粗骨材の寸法、形状及び母材コンクリートの単位水量を変化させ、コンクリート内部の力学的挙動を中心に実験的に検証すると共に、有限要素法を用いた解析を行うことによってコンクリート内部の挙動を解析的に明らかにすることを目的とする。

2. 実験の概要

2・1 実験の方法

図-1に示すような中央にモデル骨材(モルタルで作製した $\phi 40$, $\phi 80$, $\phi 150$ の円柱及び 150×150 mmの立方体)を配置した直方体の供試体を作製し、縦方向に載荷して、モデル骨材と母材コンクリートの付着特性及び強度などを調べる。表-1に配合及び一軸圧縮強度を示す。図-2に示すように、1~6はボンドクラックを7~14はコンクリートの圧縮ひずみ及び引張ひずみを測定するため、ひずみゲージを貼りつけて、圧縮強度試験を行った。

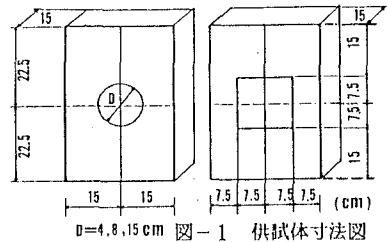


図-1 供試体寸法図

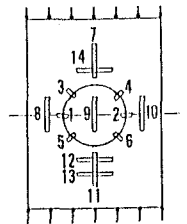


図-2 ひずみゲージ位置

表-1 配合及び一軸圧縮強度

	単位水量 (kg/m ³)	単位セメント量 (kg/m ³)	W/C (%)	一軸圧縮強度 (kg/cm ²)
モデル骨材	430	1430	3.0	470
母材コンクリート(I)	179	320	5.6	283
母材コンクリート(II)	153	273	5.6	245

2・2 実験結果及び考察

円柱のモデル骨材を用いた供試体では、圧縮ひずみについては、図-4に示すように、モデル骨材の両側のコンクリートの圧縮ひずみが大きく、下部のコンクリートのひずみが上部の方よりも大きいことが明らかとなった。ひびわれについては、図-3に示すように、低荷重域でモデル骨材両側にボンドクラックが発生した。その後、モデル骨材の下部の両側の境界面で母材コンクリートとずれを生じ、骨材下部の母材コンクリートにひびわれが発生した。表-2に各供試体の圧縮強度を示す。モデル骨材の無いものが最も強度が大きくなった。80mm、150mmのモデル骨材を用いた供試体はモデル骨材の無いものに比べ明らかに強度が低下した。一方、立方体のモデル骨材を用いた供試体は円柱のモデル骨材を用いた供試体よりも、ブリージングによる空隙がコンクリートの圧縮強度に与える影響が小さいことがわかった。これは円柱のモデル骨材を用いた供試体のように境界面が荷重方向と斜めにある場合が、コンクリートの圧縮強度が低くなり、大きな弱点となることを意味している。そして、単位水量が小さいの場合では、ブリージングによる骨材下面の空隙の影響が弱くなることも明らかとなった。

表-2 供試体圧縮強度

モデル骨材の寸法及び形状	単位水量 大 q_1 小 q_2	q_1/q_2
円柱 $\phi 150$ mm	300 267	1.1
円柱 $\phi 80$ mm	290 253	1.1
円柱 $\phi 40$ mm	311 249	1.2
立方体 15×15 cm	300 322	0.9
無	322 289	1.1
一軸圧縮強度	283 245	1.1

注) 単位 (kg/cm²)

3. 解析の概要

3・1 解析の方法

実験を行った供試体について有限要素法による解析を行い、実験結果を検証することを目的とした。モデル骨材と母材コンクリートの境界に、ブリージングによる空隙を表す境界要素を考慮して解析を行った。こ

の境界要素は摩擦によるせん断伝達を表すことができる。そして、単位水量の大小によってブリージングによる骨材下面の空隙の程度が変化することから、境界要素の長さ及びモデル骨材と母材コンクリートとの付着の程度を表す摩擦係数を変化させた。なお、この長さを図-3に示すように、骨材中心角 θ で表した。

3. 2 解析結果及び考察

図-4に80mmと150mmの円柱のモデル骨材を用いた母材コンクリートの単位水量が大の場合における載荷応力とひずみの関係の解析値と実験値と図-3のひびわれ発生状況の解析と実験との比較を示す。圧縮ひずみの傾向及びブリージングによって生じた骨材下部の空隙の影響で骨材下部に大きな引張ひずみを生じる傾向は、解析及び

実験で一致した。また、図-3に実験及び解析で得られたひびわれの状況の比較を示す。図に示すように、解析では先に骨材の両側にボンクラックが発生し、その後骨材下部中央から母材コンクリートにひびわれを生じた。単位水量の大小を考慮してブリージングの長さを表す角度 θ を45°

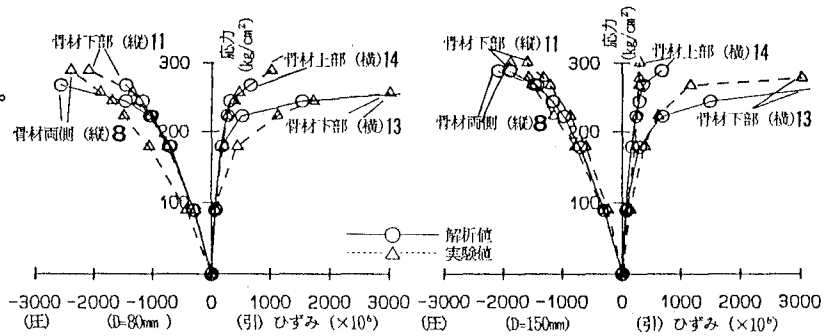


図-4 応力とひずみの関係 解析と実験の比較（単位水量大 解析 $\theta=135^\circ$ ）

から135°に変化させると、この現象が顕著となり、さらにひびわれの幅も増加した。これらのことも実験結果と一致した。表-3に圧縮強度の解析結果を示す。モデル骨材の無い供試体の方が圧縮強度が大きいことが認められた。モデル骨材のある供試体では、空隙の長さを表す角度 θ が増加することによって、圧縮強度が減少することが明らかとなった。さらに、 θ を0°から45°及び135°から180°へ変化させても圧縮強度の減少は顕著に現れず、 θ を45°から90°や135°まで変化させると、圧縮強度の減少は著しくなることがわかった。これは圧縮強度に関しては、荷重方向と水平及び垂直の空隙の影響が小さく、斜めの空隙の影響が大きいと考えられる。このことは実験の結果と一致した。

4. 結論

本研究で得られた結果を要約すると、以下のようになる。

- 1) 粒径が80mm以上のモデル骨材を用いた供試体は、骨材下部にブリージングにより空隙が生じ付着が弱くなることによって、骨材下部のコンクリートにひびわれが生じることが実験及び解析により明らかとなった
- 2) モデル骨材下部の荷重方向と水平及び垂直方向の空隙は圧縮強度への影響が小さく、荷重方向と斜めの空隙の方が圧縮強度への影響が大きいことが実験及び解析により明らかとなった。
- 3) 本研究で用いた有限要素解析手法により、ブリージングによる骨材下部の空隙がコンクリート強度やひびわれ性状に及ぼす影響を十分な精度で予測できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 安藤、杉本、梅原、吉田：ダム用コンクリートの強度特性に及ぼす粗骨材の影響、第11回コンクリート工学年次論文報告集、〔1004〕、1989年、pp41～46
- 2) 前川、二羽、岡村：鉄筋コンクリート用解析プログラム「COOMM2」、第2回RC構造の剪断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集、1983年10月

表-3 供試体圧縮強度（解析）

モデル骨材の寸法及び形状	ブリージングの角度				
	0°	45°	90°	135°	180°
無	258				
$\phi 40\text{mm}$	258	258	253	244	242
$\phi 80\text{mm}$	247	240	222	200	196
$\phi 150\text{mm}$	253	242	227	216	213
15×15cm	無	骨材下	両側小	両側中	両側大
	253	249	242	242	240

注）単位（kg/cm²）