

側面水圧を受けるコンクリートの破断現象

広島大学大学院 学生員 ○伊藤友司
前田建設工業（株） 下 満
広島大学工学部 フェロー 田澤榮一

1. はじめに

本来、コンクリートは内部に水隙または空隙を含む間隙相が存在する多孔質材料である。よって、コンクリートに水圧が直接作用する場合には、水がコンクリート内部に浸透することによって、間隙圧が上昇し、コンクリートの変形や強度等に対し、大きな影響を与えと考えられる。そのため、主たる外力が水圧である海洋構造物では、コンクリートが多孔質材料であることを考慮に入れ、設計に際して十分な安全性と耐久性を確保しなければならない。そこで、本研究ではコンクリート円柱供試体側面への水圧载荷により、コンクリートの内部に発生する間隙水圧、および中心部のひずみを測定し、水圧を受けるコンクリートの破壊メカニズムを解明することを目的とした。

2. 実験概要

実験装置を図 2-1 に示す。水圧载荷用の鋼製枠の内部に円柱供試体を配置し、その際、鋼製枠と供試体の隙間からの漏水を防止するため、鋼製枠の両端に O-Ring、バックアップリング、鋼製リングを設置する。これにより水圧は供試体、O-Ring、鋼製枠により止水された部分にかかる。本実験で用いた供試体は全て水中養生を施し、水圧ポンプにより破壊まで単調载荷とした。

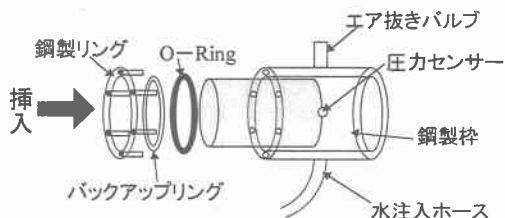


図 2-1 実験装置

(1) コンクリートのひずみ測定に関して

実験パラメータは水セメント比 2 種(40%、70%)、材齢 3 日、および供試体寸法 3 種 (S: $\phi 15 \times 15\text{cm}$ 、M: $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 、L: $\phi 15 \times 60\text{cm}$)とした。また、コンクリート内部への水の浸透を防ぐため、供試体表面をゴムシートで覆ったもの(以下 sealed 供試体、ゴムシート無しは unsealed 供試体と記載)も準備した。各寸法の水圧载荷範囲は S: 10.5cm、M: 21cm、L: 42cm である。これらの実験パラメータを組み合わせた供試体を作製した。水圧载荷時には、予め供試体中心部に設置した埋め込み型ひずみゲージを用いて、供試体中央部の軸方向ひずみ、および半径方向ひずみを測定した。

(2) コンクリートの内部間隙水圧測定に関して

実験パラメータは水セメント比 70%、材齢 3 日、および供試体寸法 2 種(S、M)とした。水圧载荷時には、供試体中心に埋め込んだステンレスパイプの先端に圧力センサーを取り付け、断面中心部、及び表面から 1.5cm での間隙水圧を測定した。

3. 実験結果、及び考察

(1) 破壊形態

本実験により破壊した全供試体は実験パラメータに関係なく、円柱軸に垂直な単一面で破断した。その破断位置は寸法 S の供試体は中心付近に集中する傾向を示し、寸法 M、L の供試体は水圧载荷範囲内でばらつく傾向を示した。

(2) 水圧载荷範囲の影響について

本実験では、供試体端部(水圧载荷範囲外)の影響を調査す

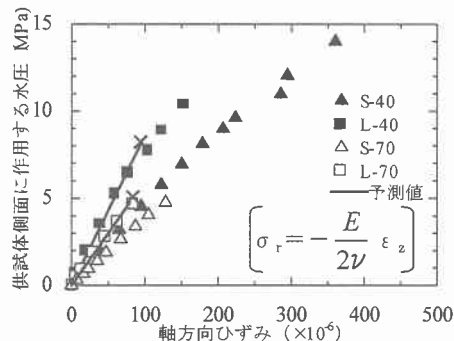


図 3-1 実験値と予測値の比較

るため、水圧载荷範囲(供試体の長さ)に変化を持たせて実験を行なった。図 3-1 の供試体は全て表面シーンを施しており、水の浸透による間隙水圧の発生はないと考えられ、そのように考えると、図 3-1 の同配合での寸法 S、L の供試体のひずみ挙動の相違は、供試体端部の影響だといえる。また供試体端部の影響の大きさを調べるため、一般化されたフックの法則¹⁾で求めた予測値と実験値を比較した。比較の結果、配合に関係なく、寸法 L の供試体は予測値と良い精度で一致したが、寸法 S の供試体はその関係が大きく異なった。よって、寸法 L の供試体では端部の影響がほとんど無視できるが、寸法 S の供試体では端部の影響が大きくその影響を無視できないと考えられる。

(3) 水の浸透による影響

図 3-2 に水セメント比 70%、寸法 M の供試体(以下 M-70 と記載)、図 3-3 に水セメント比 70%、寸法 S の供試体(以下 S-70 と記載)それぞれの間隙水圧と側面水圧の関係を示す。間隙水圧は、両供試体において表面から 1.5cm で発生した。図 3-2 から M-70 の表面から 1.5cm での間隙水圧は 0.2MPa から上昇し始め、0.3MPa には、载荷水圧とほぼ等しくなるが、それ以降は载荷水圧の上昇に比べて間隙水圧の発生の割合が小さくなっていることがわかる。これは 0.03MPa までは载荷速度が 0.007MPa/sec と遅く、それ以降は 0.03MPa/sec と変化させたことに原因があると考えられる。また図 3-3 から、S-70 の表面から 1.5cm での間隙水圧と载荷水圧が破壊まで等しいことがわかる。これは载荷速度が、破壊まで比較的遅い 0.01MPa/sec であったためと考えられる。これらの実験結果から、表面から 1.5cm の間隙水圧の発生には载荷速度が影響していると推測される。

図 3-4 に W/C=0.7、寸法 L の供試体の表面シーンの有無により比較したグラフを示す。図 3-4 から、unsealed 供試体と sealed 供試体のひずみ挙動が異なることがわかる。ここで unsealed 供試体と sealed 供試体の違いは、コンクリート内部への水の浸透を許容しているか、していないかである。よって、この挙動の相違は水の浸透による間隙水圧の発生が直接的な原因であると考えられる。また両供試体の比較の結果、間隙水圧はコンクリートの変形に影響を及ぼすといえる。

4. 結論

- 1) 供試体の長さ(水圧载荷範囲)を変化させた場合の実験結果から、 $\phi 15 \times 15\text{cm}$ の供試体は水圧载荷範囲外(端部)の影響がに大きく、 $\phi 15 \times 60\text{cm}$ の供試体についてはその影響をほとんど無視できることが判明した。よって半径寸法に比べ、長さ(水圧载荷範囲)が十分に長ければ、端部の影響は無視できるといえる。
- 2) 载荷速度が遅く、W/C=0.7、材齢 3 日の低強度のコンクリートには側面近傍のみ間隙水圧が確認された。間隙水圧が発生した場合、コンクリートの変形に影響を及ぼす。

参考文献

- 1) 平修二：現代材料科学，オーム社，pp.192-197 (1970)

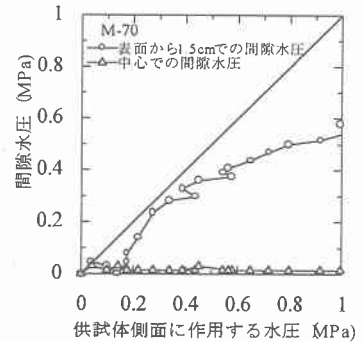


図 3-2 間隙水圧—側面水圧関係

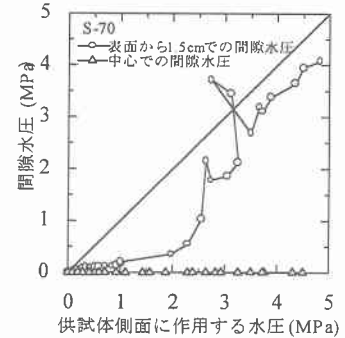


図 3-3 間隙水圧—側面水圧関係

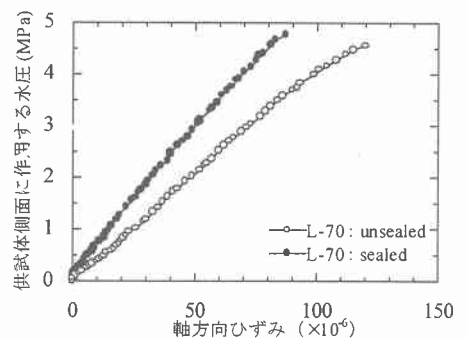


図 3-4 表面シーンの有無の比較