

V-414

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 学生会員 ○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、本研究はコンクリートの変形および破壊に及ぼす水の浸透の影響を明らかにし、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

使用した供試体は $\phi 15 \times 15\text{cm}$ (S)、 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ (M)、及び $\phi 15 \times 60\text{cm}$ (L)のコンクリート円柱供試体であり、配合は表 2-1 に示す 2 種類とした。なお、材齢は 3 日とし、実験直前まで水中養生を行った。

表 2-1 コンクリートの配合

W/C	単位量 (kg/m^3)					f'_c (N/mm^2)	f'_t (N/mm^2)
	W	C	S	G	Ad		
40%	188	469	706	929	0.469	46.0	3.23
70%	195	279	869	951	—	19.7	1.73

実験装置を図 2-1 に示す。水圧载荷用鋼製枠の内部に供試体を設置し、その際、鋼製枠と供試体の隙間からの漏水を防ぐため、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作用する。実験時には手動式水圧ポンプにより、供試体側面のみに水圧を加えた。

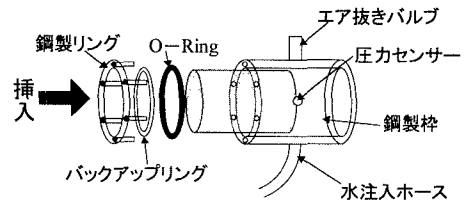


図 2-1 実験装置

その際、供試体の軸および直径方向のひずみをモールドゲージで測定し、さらに、予め内部に配置した $\phi 1\text{mm}$ のステンレスパイプ内を実験直前に水で満たし、その先端に圧力センサを取り付けてコンクリート内部の間隙水圧を測定した。また、コンクリート内部への水の浸透を妨げるため、供試体表面をゴムシートで覆って、水圧を加えた sealed 供試体(ゴムシート無しは unsealed と記載)についても同様の実験を行った。なお、各寸法の水圧载荷範囲は S : 10.5cm、M : 21cm、L : 42cm である。

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はばらつく傾向を示した。

キーワード：水圧、間隙水圧、供試体寸法

連絡先：〒739-8527 広島県東広島市鏡山一丁目 4 番 1 号 (TEL、FAX) 0824-24-7788

(2) 水圧荷重範囲の相違がひずみ性状に及ぼす影響

本実験では、供試体端部(水圧荷重範囲外)の影響を調査するため、水圧荷重範囲に変化を持たせて実験を行った。図 3-1 に供試体寸法の相違による側圧一軸ひずみ関係を示す。図中の供試体は全て sealed 供試体であり、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、端部の影響だと考えられる。また端部の影響を調べるため、一般化された Hooke の法則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いえる。

(3) 水の浸透が及ぼす影響

図 3-2 に表面シールの有無による軸方向ひずみの相違を示す。シールの有無による荷重初期からのひずみの相違は水の浸透を許容するか否かによるものであるといえる。よって、こ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。つまり、間隙水圧が発生するとコンクリートの変形に影響を及ぼすといえる。

図 3-2 のシールの有無による挙動の相違は間隙水圧の発生によるものであると論じた。そこで図 3-3、図 3-4 にそれぞれ供試体寸法 S、M の間隙水圧の測定結果を示す。間隙水圧は中心部と表面から 1.5cm での測定結果である。同様の荷重方式であるにも関わらず、間隙水圧の発生の仕方が異なった。これは、両供試体の荷重速度が異なることが挙げられる。そのことについては両供試体の側圧の上昇から判断でき、間隙水圧発生は荷重速度の影響を受けていると推測される。また、間隙水圧は供試体寸法に関係なく、供試体表面近傍のみに発生し、中心部では計測されなかった。これには、毛管凝縮や粗骨材とモルタルの剛性の違い等が原因として考えられる。

さらに間隙水圧によるひずみを考慮するため、実験結果を用いた間隙水圧項を作成し、一般化された Hooke の法則に加味したところ、実測値(unsealed)と良い精度で一致し、間隙水圧項の重要性が示された。

4. 結論

(1) 供試体の長さ(水圧荷重範囲)を変化させて実験を行った結果、 $\phi 15 \times 15\text{cm}$ の供試体は水圧荷重範囲外(供試体端部)の影響が大きくその影響を無視できないが、 $\phi 15 \times 60\text{cm}$ の供試体についてはその影響がほとんど無視できることが判明した。よって供試体の半径寸法に比べ、長さ(水圧荷重範囲)が十分に長ければ、供試体端部の影響は無視できると考えられる。

(2) $W/C=0.7$ 、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計測された。そして間隙水圧が発生した場合、コンクリートの変形を助長することが明らかになった。

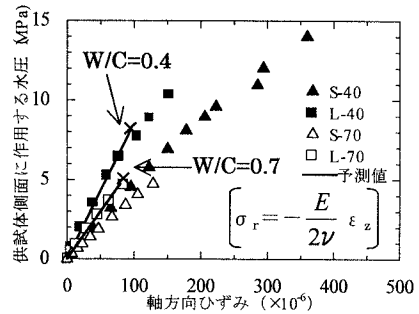


図 3-1 側圧一軸方向ひずみ関係

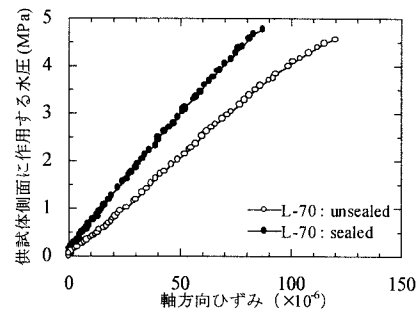


図 3-2 シールの有無による比較

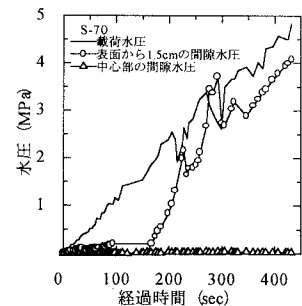


図 3-3 間隙水圧測定結果

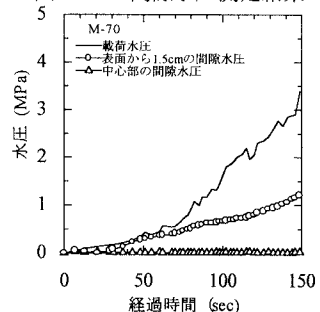


図 3-4 間隙水圧測定結果