

平成 25 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	理工学研究科土木工学専攻
研究者 (ふりがな)	千々和 伸浩 (ちぢわ のぶひろ)
タイトル	超高水圧下におけるコンクリート構造物の破壊機構の解明
助 成 名	新任助教研究助成
採択金額	1,000,000 円
<p>研究の背景</p> <p>本研究の目的は、深海底のような超高水圧環境に置かれたコンクリート構造物が、水圧によってどのような作用を受け、破壊していくのかを実験と解析によって解明し、その環境に適した設計法を提案することである。深海底において作用する水圧は、例えば水深 5000 メートルでは 50MPa に上る。一般に使われるコンクリートの一軸圧縮強度は 30MPa 程度であり、等方的に作用する水圧がコンクリートの内部で偏心応力を生めば、直ちにコンクリートが破壊に至る可能性がある。コンクリートは多孔質材料であるため、その細孔構造と細孔中への水の侵入経緯によって破壊形態が大きく異なるものと考えられる。高水圧下における岩盤や鉄の挙動に関しては、これまでの地震学や海底採掘を通じてある程度明らかになっているものの、コンクリートに対してはそこで培われてきた常識とは異なる挙動を示す可能性がある。</p>	
<p>結果と考察</p> <p>高水圧作用がコンクリートに与える影響を多面的に分析するため、実験では供試体の水セメント比、骨材有無、空気量、形状、寸法、補強の有無を変えた供試体を用意した。載荷は高水圧加力装置を用いて行った。この試験装置では装置内の水圧を 50MPa (水深 5000m 相当) まで上昇させることが可能である。本研究実験では手動ポンプにより、加力開始から約 2 分間の時間をかけて圧力を最大まで上昇させた。得られた結果を以下に列挙する。</p> <p>(1)水セメント比の影響</p> <p>W/C=50%の供試体では角部や側面中央部で破壊が観測されたが、W/C=67%の供試体ではほとんど破壊が確認されなかった。この違いは空隙の粗密に起因するものと考えられる。即ち W/C=67%の試験体では空隙が疎であり、細孔構造を破壊せずに水が内部まで進むため破壊が生じにくく、W/C=50%の試験体では細孔が緻密であったために、水圧によって細孔が破壊されたものと考えられる。</p> <p>(2)細骨材の影響</p> <p>細骨材を入れた供試体に破壊が生じなかった。この理由のひとつは緻密な細骨材の体積占有率が増えたことによる水への遮蔽効果であり、もうひとつの理由は骨材混入に伴う比較的粗大な内部空隙(粗大空隙や遷移帯領域)の増加と考えられる。特に後者の機構により、セメント硬化体の細孔骨格に作用する水圧が低減されたことが破壊をまぬかれた要因であると考えられる。</p> <p>(3)形状による違い</p> <p>破壊は主として角部で発生し、曲面ではあまり発生しなかった (図-1、 図-2)。水圧は面に対して直角に作用する。球面に作用する水圧を球の表面で面積分すると、半径方向の力は相殺し合い、球表面方向に沿った力が圧縮力として残ることになり、全体として引張力が発生せずひび割れが発生しない (図-3)。しかし円柱のように角がある場合、この部分には引張応力が発生し、それがひび割れの起点となり、破壊が進行することになると考えられる (図-4)。</p>	

(4)繰り返し载荷による破壊形態の変化

円柱型試験体に高水圧を作用させた時、破壊は底面周囲の角部と側面高さ中央部に発生した。その後の加圧と除荷を更に1回行ったところ、破壊が進行し楕円球状の破壊面が観測された。更に1回、加圧除荷を行うと更に剥離が生じ、楕円球状の破壊面が露呈した(図-5)。これは(3)で示したように角部では水圧が相殺されず、残存した引張応力が作用したためであり、加圧-除荷を繰り返されることで徐々に角が欠損し、引張応力が発生しにくい楕円球状に破壊していくものと考えられる。

(5)補強の形態による影響

供試体のかぶり小さいほど大きな破壊が生じ、補強よりも内側の部分はほとんど破壊されなかった(図-6)。補強材(針金)とコンクリートとの界面部分に粗大な空隙形成されており、ここに水が浸入してひび割れの起点となったことと、補強よりも内部のコンクリートは補強の拘束効果により引張応力が抑制されたことが、このような破壊形態となった理由と考えられる。

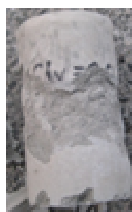


図-1 円柱型試験体破壊形態



図-2 円錐型試験体破壊形態

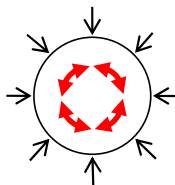


図-3 球面における作用合力

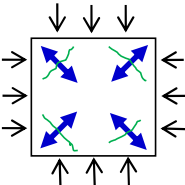


図-4 鋭角部付近における合力とひび割れ



図-5 繰り返し加圧後の楕円状破壊面



図-6 補強試験体破壊形態

結論と今後の課題

高水圧作用環境下におけるコンクリートの破壊形態は、コンクリートの微細空隙構造の微小な差異によって大きく変化することが分かった。今後は高水圧载荷装置による実験と解析による現象再現とを組み合わせ、コンクリートの空隙構造の特性分析を進める予定である。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品1	CMOS レーザアプリセンサ	269,220
備品2		
消耗品	書籍、ケーブル他	90,280
旅費		
その他	電源増設工事 B08	640,500
合計		1,000,000

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。
 差額が生じた場合は、消耗品で調整。
 消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。