

側面水圧による円柱供試体の引張破壊現象

広島大学工学部 正会員 田澤 榮一
 広島大学大学院 学生員 ○松林 博文

広島大学工学部 正会員 大下 英吉
 広島大学工学部 梅津 啓史

1. はじめに

コンクリートは本来多孔質の材料であり、内部に水または空気を含む間隙相が存在する。そのため、コンクリート表面に直接水圧が作用した場合、水が内部に浸透することにより間隙相の圧力(以下「間隙圧」と呼ぶ)が上昇し、材料特性に大きく影響すると考えられる。

そこで本実験では、コンクリート円柱供試体の側面のみに水圧を加え、その破壊性状及び変形特性を調査すると共に、これらに影響を及ぼすと思われる内部間隙圧の測定を行った。

2. 実験概要

使用した供試体は $\phi 148 \times 300$ mmのコンクリート円柱であり、配合は $W/C=0.2, 0.4, 0.6, 0.7$ の4種類とした。供試体を実験装置(写真1および図1)にセットし、ほぼ一定の増加速度で側面のみに水圧を加えた。写真1では圧力変換器がエア抜きバルブに隣接して描かれているが、実際は写真1に示すように注入口、エア抜きバルブの方向と直交した位置に取りつけてある。

実験中、圧力変換器で側圧を、モールドゲージで供試体中央部の軸ひずみを測定し、さらに、あらかじめ供試体内部に埋め込んだ $\phi 1$ mmのステンレスパイプに圧力センサを取りつけて間隙圧(中心から $0, 3, 6$ cm)を測定した。また、供試体表面をゴムシートで覆い、これを介して側圧を加えたものと比較を行った。

3. 結果及び考察

3.1 破壊形態

本実験により破壊した供試体は、写真2に見られるように、そのほぼ中央部で軸方向に直交する単一面で破壊している。これは、あたかも供試体が軸方向に引っ張られたかのような破壊形態である。見かけ上引張応力は作用していないにも関わらずこのような破壊が起こるのは、非常に興味深いことである。

小谷ら[1]の鋼製載荷板による機械的等二軸圧縮試験では、複数のひびわれが生じて破壊しているが、本実験では破壊面以外に肉眼で確認できるひびわれは存在しなかった。

3.2 破壊時の水圧

図2は、 $W/C=0.2, 0.4, 0.6$ の供試体について材齢7日で行った実験の破壊時の水圧を示しており、さらに供試体の側面をシールしたものとシールしていないものについても、その違いがわかるようにプロットしたものである。ただし、 $W/C=0.2$ の場合には、破壊した供試体が一つしかなく、その他は作用させた水圧が実験装置の使用限界を越え、供試体とO-Ringの間から水漏れが発生したため、実験を中止した。そのため図中では、矢印をもってそれ以上であることを示している。また、平均値を点の形を区別して

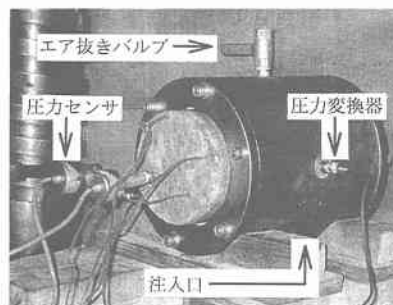


写真1 実験装置

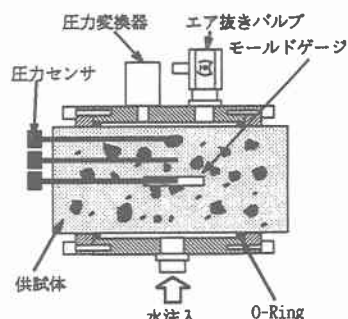


図1 試験装置の断面概略図

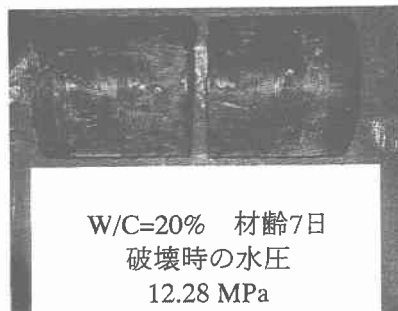


写真2 供試体の破壊状況

同図中にプロットした。

一軸圧縮強度はW/Cの低い順にそれぞれ85, 54, 33MPaであり、破壊時の側圧はおよそその5分の1程度となっている。機械的な等二軸圧縮試験では、一軸圧縮強度以上の応力で破壊するという報告が多いが、本実験結果は非常に小さい値であることがわかる。

また表面シールした場合の方が、若干ではあるが破壊時の側圧が大きくなる傾向が見られ、同時に実験結果のばらつき幅がシール無しの方が大きくなっていることがうかがえる。

このように、シールの有無により実験結果の相違が見られるが、図2に示した供試体は全て間隙圧が測定されなかったため、これが間隙圧の発生によるものとは必ずしも言いきれない。

3.3変形特性

図3にW/C=0.2, 0.4, 0.6の供試体の側圧-軸ひずみ関係を示す。

いずれも破壊が急激に起こりその直後に側圧の値がゼロになるため、破壊後の水圧降下過程のひずみデータは全く残されていない。軸ひずみは破壊直前までほとんど直線的に増加していることから、破壊直前まで弾性的に振舞い、そして、破壊の瞬間にひびわれは急激に進行し、全断面に貫通するものと思われる。

3.4間隙圧の発生とその影響

図3に示した供試体はいずれも内部間隙圧が測定されず、表面シールの有無による変形特性の相違はほとんど見られなかった。

図4はW/C=0.7材齢3日の供試体の間隙圧を測定した結果である。ただし、このケースでは水圧の増加速度を0.004MPa/secとしており、また表面シールは施していない。

側圧0.6MPa以降、中心から6cmの位置の間隙圧が側圧とほぼ同じ値になり、その他の位置でもわずかに間隙圧が発生している。

この供試体の側圧-軸ひずみ関係を表面シールありの場合と比較して図5に示す。図4において間隙圧が発生し始めた側圧0.4MPaのあたりから、ひずみの増加率が急激に大きくなり、最終的に表面シールをした場合の半分にも満たない側圧で破壊している。

以上より、間隙圧の発生が材料特性に変化をもたらすと考えられる。

4. まとめ

(1)コンクリート円柱供試体の側面のみに水圧を加えると、軸方向に直交する単一面で破壊した。

(2)破壊時の側圧は、鋼製載荷板による等二軸圧縮強度より小さい値となる。

(3)コンクリート内部に間隙圧が発生すると、未発生のものに比べて破壊時の側圧が小さくなる。

【参考文献】 [1] 小谷一三, 阿部保彦, 丸山久一: 2軸圧縮応力下におけるコンクリートの強度およびひずみ性状, セメント技術年報, 27, pp. 261-266(1973)

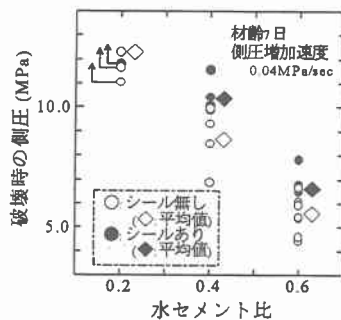


図2 破壊時の側圧

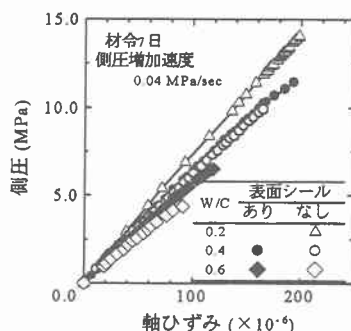


図3 側圧-軸ひずみ関係

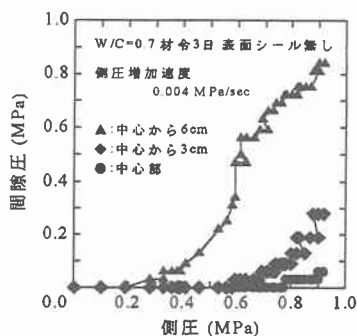


図4 側圧-間隙圧関係

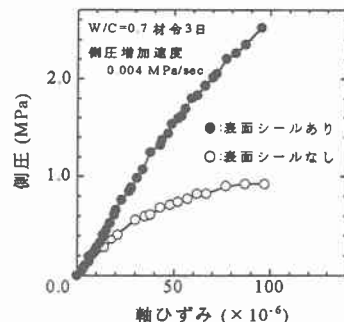


図5 側圧-軸ひずみ関係