

V-285

コンクリートの破壊エネルギーに及ぼす間隙水圧の影響に関する実験的研究

徳島県 正会員 ○檜 新太郎
防衛大学 正会員 大下 英吉

1. はじめに

従来、コンクリートの破壊エネルギーは、荷重載荷による応力とひび割れ巾で評価されてきたが、コンクリートは部分的に飽和された多孔質透水性材料であり、地中或いは海洋構造物のように内部空隙に多くの水分を含むコンクリート構造物に対しては、大きな間隙水圧が発生することが確認されている。そこで、本研究では、荷重載荷によりコンクリートの内部に発生する間隙水圧を測定するとともに、間隙水圧を考慮したコンクリートの有効応力に基づく破壊エネルギーを算出することを目的とする。

2. 実験概要

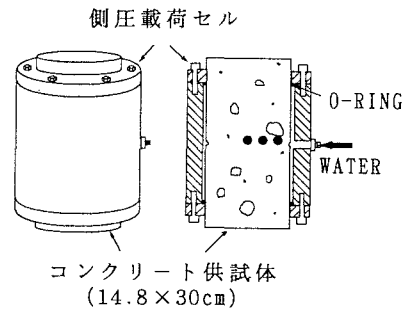
実験は、図-1に示すように $\phi 14.8 \times 30$ cmのコンクリート供試体を側圧載荷セルに配置し、供試体の側面のみに水圧を作用させることにより行った。水圧は手動式ポンプにより一定速度（載荷速度：0.5kPa/sec）で載荷され、供試体が完全に破壊するまで行った。コンクリートの配合は表-1に示す通りである。なお、載荷により一定部分にクラックが入るように、供試体中央部に切欠き（断面積比： 4.7×10^{-4} ）を入れた。また、間隙水圧は図に示す3点において測定した。

本研究における実験パラメータは表-2に示す通りである。材齢に関しては、コンクリートの含水率、空隙率の違いによる影響を調べる目的で設定したものであり、1日および3日について行った。供試体表面の排水状態に関しては、側圧載荷によりコンクリート供試体内に水が浸透する場合、浸透しない場合に付いての影響を調べる目的で設定した。水が浸透しない場合については、供試体表面をゴムスリーブで覆うことにより行った。

実験にあたり、①間隙水圧が3測点において等しくなるように、供試体に一定側圧（材齢1日に関しては0.1MPa、材齢3日に関しては0.3MPa）を加え、②一度側圧を除荷し、間隙水圧がゼロになるのを確認した後、実験を開始した。これは、コンクリートを飽和状態にすることにより、気相の存在をなくすためである。

3. 実験結果および考察

本実験は等二次圧縮状態である。一般に、等二軸圧縮試験においては破壊は多数のひび割れが発生し、破壊強度は一軸圧縮強度に比べ高い。しかし、本実験においては供試体は軸方向に直行する単一面で破壊し、破壊時の側圧は非常に小さく一軸圧縮強度の



●間隙水圧測点

図-1 実験装置概略図

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kgf/cm ³)			
		W	C	S	G
60	54	226	377	906	732

表-2 実験パラメータ

供試体 番 号	材 齢 (日)	排水状態 (シール)
I-1	1	有
I-2	1	無
III-1	3	有
III-2	3	無

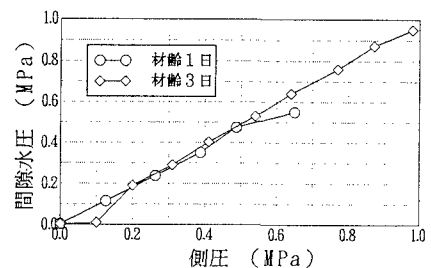


図-2 間隙水圧の発生状況

1/10程度である。破壊形状のみにより判断すると、破壊した供試体はあたかも一軸引張試験と同じようにひずみの局所化が生じたかのように見える。

図-2、図-3にそれぞれ材齢の違いによる間隙水圧の発生状況、側圧～軸ひずみ関係を示している。間隙水圧は供試体中心部における値を示したものであるが、実験結果においては3測点において等しく、I-1、III-1ともに側圧と等しい値で上昇している。また、側圧はひずみが約100 μ までは直線的に上昇しており、これ以降は徐々に減少していることから、この時点においてクラックが発生したと思われる。以上から、材齢により3測点の間隙水圧勾配に差はなく、材齢とともに破壊強度は大きくなることがわかる。

図-4、図-5はそれぞれ供試体表面の排水状態による間隙水圧発生状況、側圧～軸ひずみ関係を示している。実験結果からI-1、I-2とともに3測点における間隙水圧は等しいが、I-2においては間隙水圧はあまり発生していない。また、破壊強度はI-2の方が大きい。破壊時のひずみには大きな差はみられないことがわかる。コンクリート内に水が浸透すると、間隙水圧の発生にともない引張応力が作用し、この引張応力はコンクリートの有効応力の一部として考えられる。このため、排水状態の違いにより破壊強度に差が生じたものと思われる。以上から、間隙水圧の及ぼす影響は大きいといえる。

4. 破壊エネルギー

破壊エネルギーは、単位投影面積のひび割れの形成に必要なエネルギーであり、コンクリートの有効応力～ひび割れ巾曲線（応力軟化曲線）下の面積で定義される。本実験においては軸方向の有効応力は、

$$\sigma'z = \sigma z + p$$

$\sigma'z$ ：軸方向の有効応力（引張を正）

σz ：軸方向の全応力（引張を正）

p ：間隙水圧（圧縮を正）

となる。I-1、III-1に対する評価を図-6に示す。

5. 結論

等二次圧縮強度は一軸圧縮強度より大きいという考えが一般的ではあるが、本実験による圧縮強度は通常の一軸圧縮強度に比べ非常に小さい。また、コンクリート内に間隙水圧が発生することにより、骨格間には軸方向に引張応力が作用し、この引張応力はコンクリートの有効応力の一部として考えられる。コンクリート内への水の浸透を防ぐことにより破壊強度は大きくなることから、間隙水圧がコンクリート強度に及ぼす影響は非常に大きい。

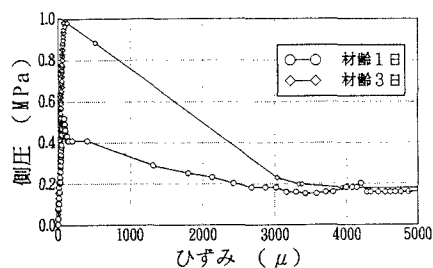


図-3 側圧～ひずみ曲線

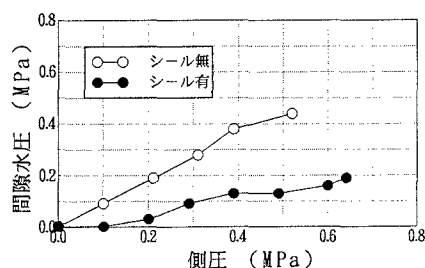


図-4 間隙水圧の発生状況

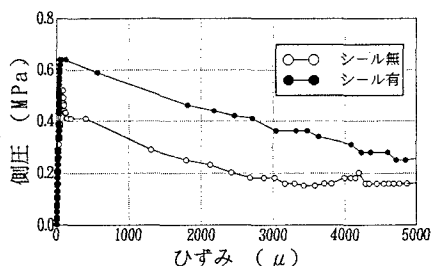


図-5 側圧～ひずみ曲線

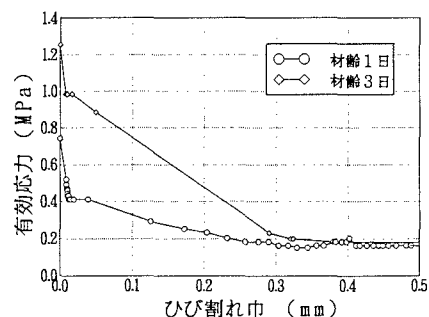


図-6 有効応力～ひび割れ巾曲線