

コンクリート中に発生する間隙水圧に関する実験的研究

広島大学 工学部 学生会員 谷口幸弘
 広島大学 工学部 正会員 大下英吉
 名古屋大学 工学部 正会員 田辺忠顕

1. はじめに

コンクリート中の水分移動に関するメカニズムを正確に把握することは、コンクリート部材の強度、クリープあるいはレラクゼーション、乾燥収縮、クラックやコンクリートの打継ぎ面からの漏水等の予測をする上で重要なばかりでなく、放射性廃棄物の拡散移動の問題など、実用上の技術的安全性検討の見地からも、極めて重要な問題と考えられる。

一般に、コンクリートは多孔質材料であり、特に初期材令においては、内部の空隙にゲル水やキャピラリー水を多く含んだものであり、コンクリート内部に発生する間隙水圧は、重要なものと考えられる。そこで、著者らは、横方向変形を拘束した三軸状態における間隙水圧測定実験を行った結果、間隙水圧は載荷応力に対して非常に大きな割合を占めていることが明らかになり、コンクリート中の間隙水圧は非常に重要な問題であることが明らかになった。[1]

本研究では、先の実験とは異なる境界条件、すなわち測定を一定とした三軸状態における間隙水圧測定実験を行い間隙水圧に及ぼす側圧の影響を検討することにした。

2. 実験概要

2. 1 実験方法

本研究では、側圧を一定とした三軸状態における間隙水圧測定実験を行うために、土質工学会が提案している標準的不飽和三軸試験装置をコンクリートに適用可能なように高剛性なものに改良して用いた。試験装置の概要を、写真-1に示す。また、コンクリート供試体は $\phi 10 \times 20$ cmのプレーンコンクリートである。なお、用いたセメントは普通ポルトランドセメントであり、コンクリートの配合は表-1に示す通りであり、水セメント比は最大連続空隙径が大きくなるよう決定した。なお、供試体はコンクリート打設後1日で脱型され、その後水中養生を行い材令3日で載荷試験を行った。本実験では、パラメーターとして側圧を0.5、1.0、2.0 MPaの一定値として変化させ、それが間隙水圧にどのような影響を及ぼすか検討を行った。

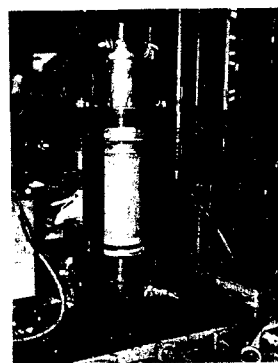


写真-1 測定装置

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
20	10 $\pm$ 2	2.5 $\pm$ 1	60	54	226	377	906	732

3. 実験結果および考察

3. 1 間隙水圧の一般的傾向

図-1に間隙水圧特性に関する結果を示す。なお、図中の(a)は $\sqrt{J_2}$ ～軸ひずみ関係、(b)は間隙水圧～軸ひずみ関係をそれぞれ表しており、記号●、▲および■はそれぞれ側圧が0.5、1.0、2.0 MPaの実

験結果である。

間隙水圧の発生傾向は、図の (b) に示されるように载荷応力とともに間隙水圧は徐々に大きくなり、最大値に達した後に負の勾配 (引張) を持って徐々に小さくなる。間隙水圧が最大となるひずみは、図の (a) に示す $\sqrt{J_2}$ の勾配が緩やかになるひずみ、すなわちコンクリートが塑性状態になるひずみに対応しているものと思われる。このようなことから、コンクリートの塑性体積膨張により、間隙水圧の増分が負すなわち引張になることによるものと思われる。

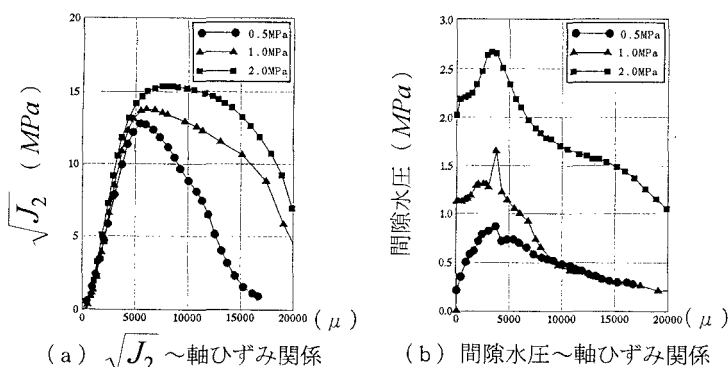


図-1 間隙水圧特性

3. 2 間隙水圧に及ぼす側圧の影響

本節では、設定したパラメーター (側圧) について間隙水圧特性を比較検討する。まず、軸ひずみがゼロにおける間隙水圧は、等方圧が作用した時に発生するものであり、図-1 (b) から各試験体とも作用する側圧とほぼ等しくなっている。これは、側圧の作用により内部空隙の体積が減少し内部空隙に発生していた応力と側圧による応力とが打ち消しあい、コンクリートがほぼ飽和に近い状態になったことによるものと考えられる。

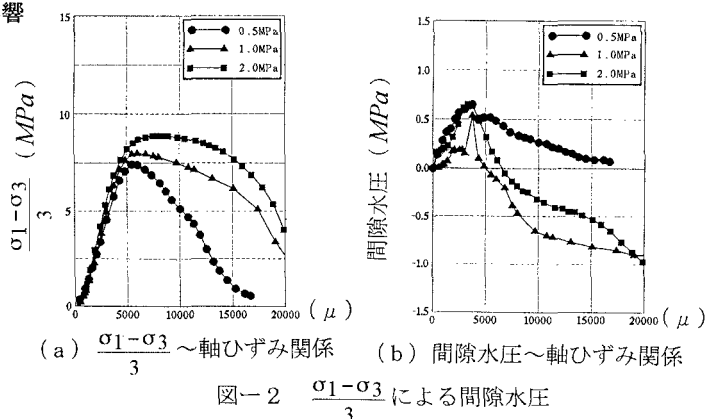


図-2 $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3}$ による間隙水圧

次に、平均応力 ($I_1/3$) と側圧 (σ_3) の差 ($\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3}$) により発生する間隙水圧 p は、図-2 に示すように、側圧载荷時点に生じる間隙水圧 p_{σ_3} を原点として表すことができるものと思われる。なお、図中の (a) は $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3}$ ～軸ひずみ関係、(b) は間隙水圧～軸ひずみ関係をそれぞれ表しており、記号●、▲および■はそれぞれ側圧が0.5、1.0、2.0 MPaの実験結果である。まず、 $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3}$ の最大値は側圧により異なるが間隙水圧の最大値は、側圧によらず一定である。また、側圧が大きくなるとともに間隙水圧の負の勾配が小さくなっている。そして、 $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3}$ の軟化域における勾配は、側圧が大きくなるとともに緩やかである。これはおそらく、間隙水圧の負の勾配が側圧が大きくなるとともに小さくなっていることから、間隙水圧が原因であるものと考えている。なお、側圧0.5 MPaについては負圧が生じておらず、これは今後の検討課題である。当日は、解析的な検討も含めて発表する予定である。

参考文献

- [1] 谷口幸弘・大下英吉・田辺忠顕：若材令コンクリートの強度に及ぼす間隙水圧に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol. 16, No. 1, pp645-650, 1994