

V-235

フレッシュコンクリートの間隙水圧挙動に関する考察

日本大学 越川 茂雄
伊藤 義也

1. まえがき

フレッシュコンクリートを三軸圧縮すると間隙水圧が発生しさらにひずみ量を増大させると間隙水圧が増減する挙動を示すことを筆者らは、明らかにした。

本報告では、間隙水圧挙動について論ずるとともに、間隙水圧が三軸定数（ C 、 ϕ ）におよぼす影響について考察することとした。

2. 間隙水圧の挙動

三軸試験は、非圧密非排水試験でひずみ速度を $1\%/min$ としたひずみ制御法によって行った。

水セメント比を 50% とし、スランプを $2, 6$ および 10 cm とした Non A E コンクリートを用い側圧を $0.2 \sim 1.5\text{ kg/cm}^2$ に変化させ三軸圧縮試験時の間隙水圧を測定した。結果の1例を図-1に示す。この結果によれば、いずれのスランプのコンクリートともほぼ側圧と等しい間隙水圧が発生し、その後、ひずみ量が増大すると、A、BおよびC点等において極値を有することが明確に認められた。

一般に土の乾湿の程度は飽和度によって表わされる。すなわち、土の間隙の体積と間隙内の水の体積の比である。そこで、用いたコンクリートの飽和度も同様に算出すれば、約 89% となり飽和状態に近いものとなる。このことは、三軸試料中に十分間隙水が存在していることとなり、非排水試験では、試験中水の入出が許されないことから間隙水圧が発生することになる。表-1に参考のため土の飽和度を示す。

次に間隙水圧-ひずみ曲線上にあらわれる極値は、せん断中では、ダイレタンス（体積の増大）が起こるが、試料の排水が止められているので、体積の増大は起りえないから、供試体の中に水を引き入れようとする作用とせん断破壊が生じたことによって、コンクリート内の空隙部分や、その他の弛緩された部分への水の移動現象が相乗したことによると思われる。したがって三軸圧縮下のせん断破壊は、フレッシュコンクリートの場合、A点における最初のせん断破壊以後コンクリートはさらに三軸圧縮され、初期のコンクリートの性状とは相違したものが試験されることによってBおよびC点においても極値が現れるもので、これらのことは、三軸圧縮下の破壊現象を明確に示すものである。

これらのことは、図-2に示すように降伏応力の明らかに認められる超硬練りコンクリートの応力-ひずみ曲線上の降伏応力がひずみ度約 1.5% のところで明確に認められると同様に応力-間隙水圧曲線上的特異点も全く同等のひずみ度のところで認められることから推察される。

したがって、間隙水圧の挙動を利用すれば図-3に示すような、応力-ひずみ曲線上に降伏応力が現れないものであっても三軸定数が容易に決定されることとなる。図-4に応力-ひずみ曲線上に降伏応力が認められない試料の応力-間隙水圧曲線の1例を示す。

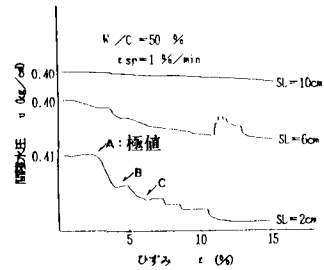


図-1 間隙水圧の測定結果

表 現	飽和度 (S_r) %
乾燥土	0
少し湿った土	0~25
湿った土	26~50
非常に湿った土	51~75
飽和土	76~99
飽和土	100

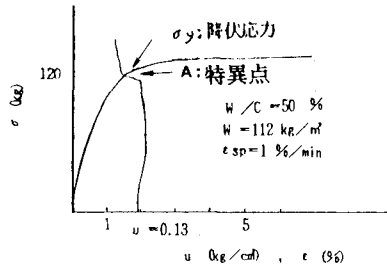


図-2 $\sigma-\epsilon$, $\sigma-u$ の降伏応力、特異点

3. 間隙水圧に関する検討

一般に土のせん断強さは、式-1に示すクーロンの破壊法則に従うと考えられていたが、種類や初期状態の等しい土でも、試験中の含水比の状況をかえて得られた強度特性が異なる挙動を示すことから、土の間隙水圧が重要な役割を果たすことが、テルツァギによって提唱された。また、土は粒子群の形成する骨格構造と、その間隙を満たす水、空気等の流体と考えると、間隙水圧は、土粒子の間隙中に含まれる水分および気体分に生ずる流体圧であるから、全垂直応力（ σ ）にのみ影響をおよぼし、せん断応力には無関係であって、垂直方向の有効応力（粒子間応力）（ σ' ）は式-2で示されクーロン公式は式-3のように修正される。

$$\tau = C + \sigma \tan \phi \quad \text{--- (1)}$$

$$\sigma' = \sigma - u \quad \text{--- (2)}$$

$$\tau = C' + (\sigma - u) \tan \phi' \quad \text{--- (3)}$$

したがって、これらのことから三軸定数は、有効応力で表示されるのが望ましいと言える。

4. 全応力および有効応力表示による三軸定数について

図-5に全応力、有効応力による包絡線および表-2に三軸定数を示す。これらの結果は、有効応力表示の場合モールの応力円は、より原点に近づくことになる。したがって、内部摩擦角および粘着力（ C' ）は、それぞれ全応力表示に対し、1.7倍および0.48倍と相当に相違する結果となる。また、有効応力表示による変動係数は全応力表示よりも0.45～0.85と小さい変動となった。このことは、一般に応力-ひずみ関係の異方性は非排水せん断で間隙水圧のでかたとして生じ、有効応力で整理すると構造の差は、極めて小さく（ σ' ）なると言われていることからと思われる。

本研究は文部省科学研究費補助金（総合研究（A）60

302064 代表 村田 二郎）により行ったもので、

ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 竹内、越川、伊藤：フレッシュコンクリートの三軸圧縮試験方法に関する研究、土木学会フレッシュコンクリートのシンポジウム、S61・3・26、27

2) 神谷、今野、：土質工学、国民科学社

3) 星埜、加藤、三木、榎並：土質力学基礎編 丸善

4) 土質工学会：土質試験法、土質工学会

5) 土壌物理研究会編：土の物理学 - 土質工学の基礎 - 森北出版

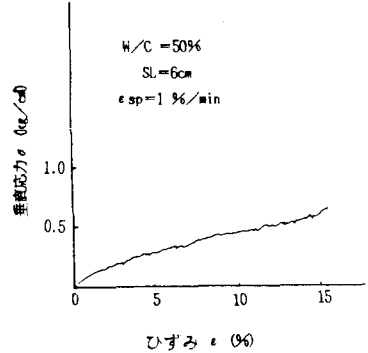


図 3 $\sigma - \epsilon$ 曲線に降伏応力が現れない試料

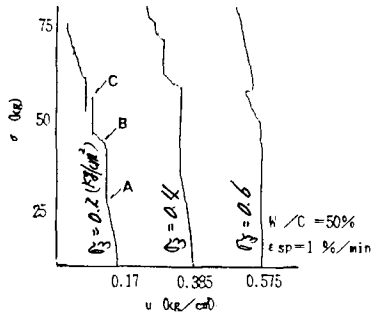


図 - 4 応力-間隙水圧曲線

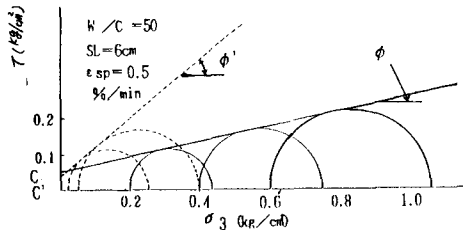


図 - 5 全応力、有効応力による包絡線

表 - 2 有効応力を用いた C' 、 ϕ'

W/C (%)	SL (cm)	全応力		有効応力	
		C (g/cm²)	ϕ (°)	C' (g/cm²)	ϕ' (°)
50	6	54.0	5°42'	25.0	38°39'
		50.5	12°24'	40.0	39°21'
		99.5	7°24'	45.0	38°39'
		84.0	5°42'	27.5	53°28'
		x=72.0	x=7°48'	x=34.4	x=42°31'
		S=23.7	S=3°10'	S=9.7	S=7°45'
		V=32.9%	V=40.6%	V=28.1%	V=18.2%

V=変動係数