

岩盤のせん断試験について

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
 大阪大学工学部 正員 藤井 清司
 大阪大学大学院 学生員 青山 護

はじめに 岩盤のせん断試験を行なったとき、その試験体の内部の応力状態がどのようなかは、いままでの解析方法では解きえなかった。そこで、有限要素法によりこれを解き、また、その条件を満たすような実験をして、せん断試験状態での破壊状態をみる。

実験 試験体は図-1に示す $70 \times 30 \text{ cm}$ の $\square A O B C$ をせん断試験の基盤部とし、その上方中央に、 $10 \times 10 \text{ cm}$ の $\square D E F G$ をせん断試験載荷部分（以下、載荷部）と考えられる大きさとする。ここで、奥行寸法は載荷部は 10 cm 、基盤部は 50 cm と 10 cm の2種で、基盤部 50 cm の場合、載荷部は基盤部上面中央に位置する場所にある。一方、基盤部 10 cm とは、有限要素法の2次元解析方法を用いるので、載荷部、基盤部ともに厚さ一定の実験を行なうためである。このとき、図-1中の1～11の+印の位置に、2方向モールド・ゲージが埋め込んである。以下、ことわりのない限り基盤部厚さ 10 cm の場合のことに ついてのみ述べる。

試験体材料は重量配合比 普通ポルトランドセメント：水：細骨材 = 2：1：6、枚令7日とする。その材料強度は1軸圧縮試験、圧裂試験、モールド・ゲージ埋め込み供試体圧縮試験より、圧縮強度 σ_c ： 194 kg/cm^2 、引張強度 σ_t ： 21 kg/cm^2 、弾性係数： $1.6 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比：0.13である。

載荷試験は垂直荷重：Vを1, 3, 5, 7 tonの各一定値に保ったまゝ、水平荷重（せん断荷重）：Hを1 tonきざみで増加し、その時々、モールド・ゲージの変化、ひびわれの状態を測定する。

試験体周辺部 $\square A O B C$ は、固定された溝型チャンネル製形枠内に試験体を入れ、水平、垂直の一方に自由に動きうるローラー支持とした場合と形枠に接着剤でもって完全に接着させた固定支持とした場合の2種とする。前者における実験ではその破壊状況は図-1を参照して述べると、垂直荷重1～7 tonの全ての場合、ひびわれがG点よりはいまりゲージ7番付近を通って、ゲージ8番の位置にほぼ垂直にひびわれが出来て破壊する。これ

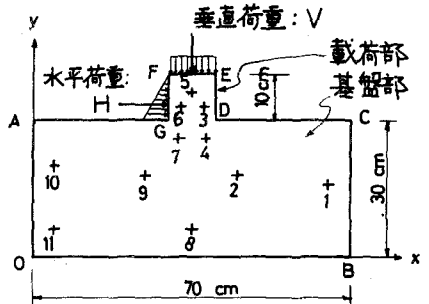


図-1 試験体

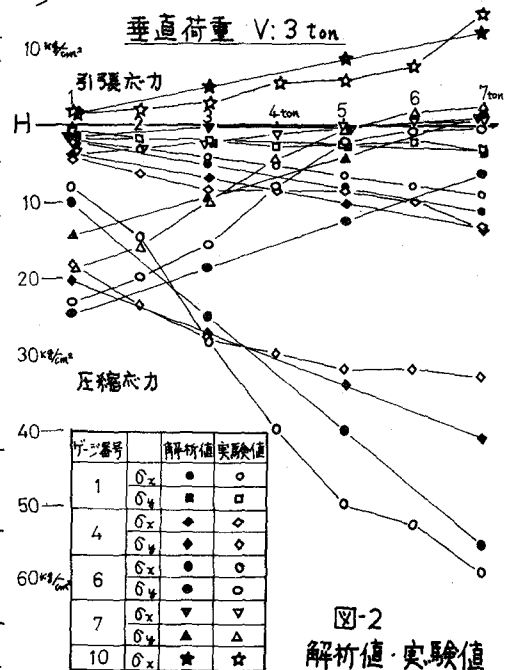


図-2 解析値・実験値

は、これよりなお岩盤せん断試験状態に近い基盤部厚 50cm の実験破壊状況ともあまりにも異なるので、今後、この支持条件の場合は考えないこととする。

有限要素法による解析 図-1に示す座標軸をとり、垂直荷重はEFに等分布、水平荷重はFGに三角形分布、 $\angle AOB$ は固定支持とする。試験体全体を三角形要素数:73、節点数:50に分割、さらに応力状態をくわしく知りたい載荷部と基盤部境界付近を要素:74、節点:47に分割、2パートにして、大阪大学大型計算機センター NEAC-2200 により計算した。

実験 計算結果 有限要素法による各要素の重み位置の応力より、モールド・ゲージの位置における応力を換算して解析応力を求める。図-2はその一例として、垂直荷重:3ton の場合、ゲージ1, 4, 6, 7, 10番の実験値と計算値を示したもので、1, 10番は周辺支持、6, 7番はG点の最もひびわれの生じやすいところの様子を知るために示す。この他の結果もほぼこれらと同様である。

有限要素法による解析から内部応力がわかったので、それらの応力が破壊応力とどのような関係にあるかを知るため、コンクリート・ハンドブックを参考にして、試験体材料より求めた σ_c, σ_t より図-3のモールの破壊線:MNPを求める。そして、この図上に各点の応力状態を示すモール円を描きその中よりMNPに垂線をおろして、 LJ/KJ の比をもって、その点の応力状態(破壊状態)を知る。図-4は垂直荷重:7ton、水平荷重:4tonと破壊水平荷重:7tonの等比線を例示する。図-4.2中に破線で示すひびわれはH:5tonから表われ逐次進んで、H:7tonで図の位置でとまる。そしてH:7tonになったとき、今までひびわれのなかった実線で示す破壊線で一気にせん断破壊される。図-5は基盤部厚:50cmとしたときの結果を示したものである。図中×印は図-3のJ点があることを示している。図-4.2は、破線で示すひびわれのない状態でのV:7ton、H:7tonの応力解析であるので、実際はH:5tonでひびわれが入り、応力状態は異なったものとなっている。最終的には、引張によると考えられる破線で示すひびわれとは関係のない破壊線で破壊する。これは他の垂直荷重についても全て同様の結果をえた。実際のせん断試験により近いと考えられる基盤部厚:50cmの計算結果では、図-5の比の値の様子は載荷部と基盤部で明らかに異なりこれより大きい基盤部を持つ実際の試験では引張で破壊するのではないと思われる。

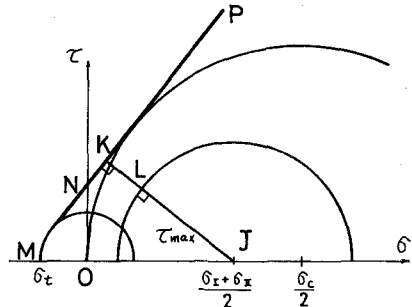


図-3 モールの破壊線

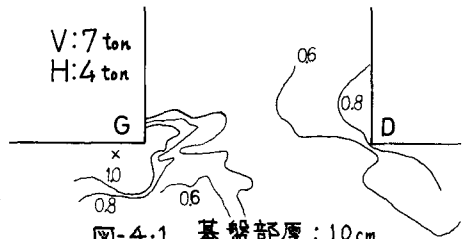


図-4.1 基盤部厚:10cm

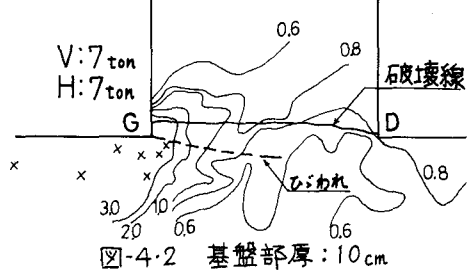


図-4.2 基盤部厚:10cm

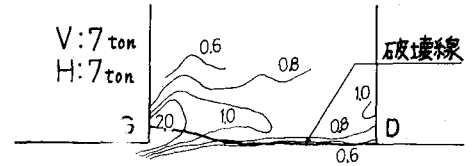


図-5 基盤部厚:50cm