

本州四国連絡橋児島～坂出ルートに着工が尙近かにせまっている。このルートで最大の橋梁は、1100mの中央径向をもつ三径向連続の吊橋である角備瀬瀬戸大橋である。この橋梁の基礎は、花崗岩を基盤岩とし、 $Q \sim C_u$ 礫岩盤の上に設置される。

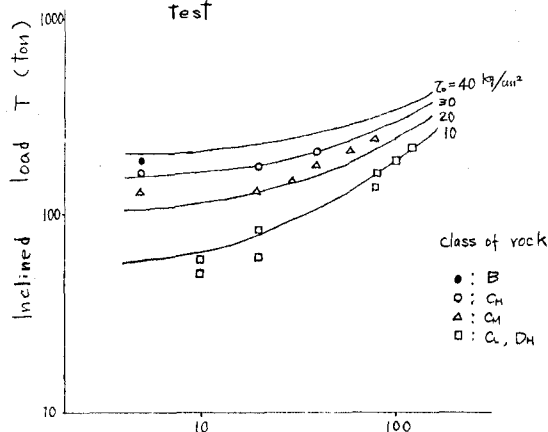
下部構造の設計において、支持、転倒、滑動の安定計算と、支持地盤の変形による基礎の変位量のチェックを行なったが、ここでは、支持力のチェックに必要なせん断定数の設定経緯のみについて報告することにする。

最初に、D～Bクラスまでの岩盤を対象として、 $60^\circ \times 60^\circ$ のせん断面積をもつブロックせん断試験を行なった。力等定数としての τ と ϕ は、 ϕ を仮定して、 τ を推定するという以下にのべるやり方で求めている。

せん断面での応力のつり合いを考えると次の式が成り立つ。

$$T = \frac{A\tau + N \tan \phi}{\cos \theta - \sin \theta \tan \phi}$$

Fig.1. $\phi 45^\circ$ curves and results of shear test



ここに、 T : 傾斜荷重、 A : せん断面の面積
 N : 初期鉛直荷重、 θ : 傾斜荷重の方向と水平面との角度、

T を縦軸にとり、 N を横軸にとって、 ϕ を $35^\circ, 40^\circ, 45^\circ, 50^\circ$ とし、それぞれに $\tau = 10, 20, 30, 40 \text{ kg/cm}^2$ の標準曲線と、岩盤区分別けした完全せん断点を書き入れた図を作り、それらの図(図-1はその1例)より各岩盤クラスにおける ϕ を求めた。

次に、これらのせん断試験のせん断強度がどのような要因にもとづいて生じているかの検討を行なった。

手法としては、実験値と計算値とを比較することによってせん断特性を明らかにする方法をとった。

せん断試験終了後、ブロックを裏返すと、せん断面は単一の平面ではなく、種々の凹凸があり、岩石自身が切れた部分、既往の割目ぬすべった部分、打設コンクリートが切れた部分が観察される。即ち、せん断強度は、節理面、岩、コンクリートそれぞれのせん断強度の和と考えられる。全断面が節理、岩石、コンクリート等からなる場合には、せん断強度は、次の式で表わせる。

$$\tau = a_j (\sigma \tan i + \sigma \tan \phi_j + \tau \tan i \tan \phi_j) + a_r (\tau_{or} + \sigma \tan \phi_r) + a_c (\tau_{oc} + \sigma \tan \phi_c)$$

上式は、粘着力成分と摩擦項成分に分離して表現出来る。 $\tau = \tau_0 + \mu \sigma$ (1)

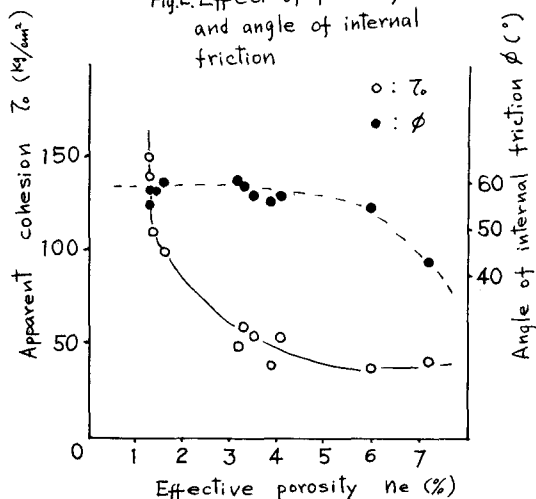
$$\text{ここに、} \tau_0 = \frac{a_r \tau_{or} + a_c \tau_{oc}}{1 - a_j \tan \phi_j \cdot \tan i}$$

$$\mu = \frac{a_r \tan \phi_r + a_c \tan \phi_c + a_j (\tan \phi_j + \tan i)}{1 - a_j \tan \phi_j \cdot \tan i}$$

σ : 鉛直応力、 τ : せん断応力

a_r, a_c, a_j : 完全せん断面積に対する岩石、コンクリート、節理の面積比

Fig.2. Effect of porosity on cohesion and angle of internal friction



τ_r, ϕ_r : 岩石のせん断定数, τ_c, ϕ_c : コンクリートのせん断定数

α : セン断面の平均傾斜角, ϕ_j : 節理面のせん断定数

計算に使用する数値は、次のようにして求めた。岩石のせん断定数は、図-2から、有効間隙率をインデックスに求めた。節理面のせん断強度は、摩擦抵抗角のみとし、 30° とした。

コンクリートの破断部分のせん断特性は、打設コンクリートの7日、28日圧縮強度をもとに推定した。

(1)式から得られた計算値と、実測値 τ_m は、次のような計算をすることによって一致をみるこたわかった。

即ち、強風化した

岩(R.Q.D. ≤ 25)の
場合は、分離面が、

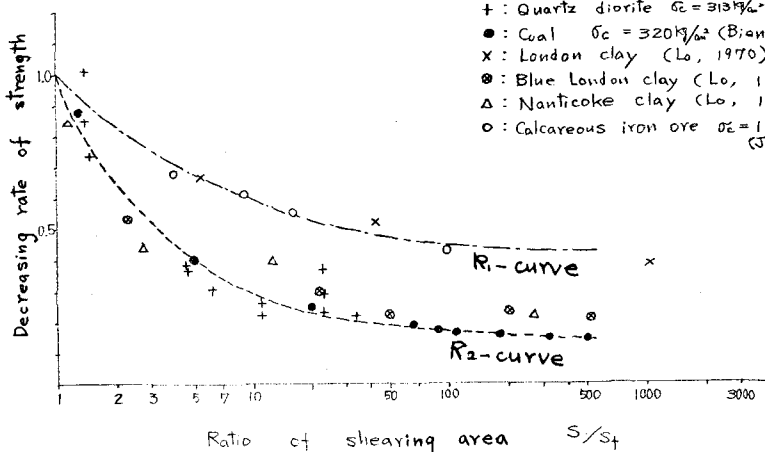
その力学的性質の主
体をなすことを考慮
し、 $\tau_0 = 0$ とし、

R.Q.D. > 25 の岩に
対しては、図-3の
R₂-curveを適用し
て a_r, a_c 部分の τ
成分を低減すると岩
盤試験のせん断強度
を説明出来るように
なるようである。

Fig. 3. Scale effect (compiled)

Legend

- + : Quartz diorite $G_c = 313 \text{ kg/cm}^2$ (Pratt 1972)
- : Coal $G_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ (Bianiewski 1968)
- x : London clay (Lo, 1970)
- △ : Blue London clay (Lo, 1970)
- △ : Nanticoke clay (Lo, 1970)
- : Calcareous iron ore $G_c = 1150 \text{ kg/cm}^2$ (Johs 1966)



次に、試験結果並びに上述の検討結果をもとに、設計せん断定数を決定するプロセスについて述べるが、いくつかの検討すべき問題がある。寸法効果、持続荷重下のせん断強度、岩盤の破壊形態、岩盤内応力分布等多くの問題がある。

寸法効果について述べると、図-3は、寸法効果の各種岩質に対する実験結果を総括したものであるが、これによると寸法が増大するに従い、その強度は、基準の強度の0.1~0.2に急速に漸近することとわかれる。

岩盤の強度の主要部分である分離面のせん断強度に対する寸法効果も顕著である。

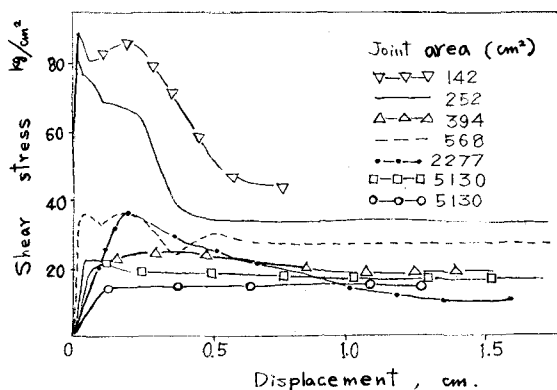
図-4は、せん断面積の増大につれて、最大せん断強さが着しく低下して例を表わしている。

また Pratt らの石英肉緑岩でのせん断試験結果によると、せん断面積が増大すると、最大せん断強さは着しく低下するが、せん断抵抗角はほとんど変化がなく、見かけ上の粘着力が着しく低下するという結果が表れている。

以上の例や、その他の例から結論としては、分離面のせん断強さは、寸法の大きいせん断面を考える場合には、残留強度で評価するのが適当だと云えるようである。

以上に述べたことも考慮し、技術的判断を加えてせん断定数を最終的に決定した。

Fig. 4.



(After Pratt, Black, Brace, 1974)