

(Ⅲ - 7) 風化礫材の大型一面せん断試験による強度特性

(株)フジタ 技術研究所 福島 伸二

§ 1. まえがき

道路・鉄道用盛土あるいは空港・工業用地建設に伴う盛土は現地発生の岩砕材により造成される。このような現地発生土の母岩は風化岩であることが多く、これを砕いた盛土用礫材は一般に粒径が大きだけでなく、細粒分も比較的多く含んだ広範囲にわたる粒度分布をしている。このような材料の物理的特性や強度特性は母岩の種類や風化程度に依存しており、粒子の破碎や水浸の影響を考えると原粒度のまま試験を行うのが望ましい。ここではある高盛土の造成に使用した混合風化礫材の強度特性を大型一面せん断試験により調べた結果と、大型三軸圧縮試験により求めた強度との比較する場合の問題点などについて報告する。

§ 2. 試験方法

試験に使用した試験機は図-1に示す供試体寸法が直径 $D=382\text{mm}$ 、高さ $H=200\text{mm}$ の大型一面せん断試験装置である(試験可能な材料の最大粒径は $D_{\text{max}} \leq 40\text{mm}$ 程度)。使用した試料は風化した凝灰角礫岩と角礫岩からなる岩砕材を混合した風化礫材で、その粒度曲線を図-2に示す。この図からわかるように最大粒径は $D_{\text{max}}=63.5\text{mm}$ と 40mm より大きいが、均等係数が大きい材料であり、また粒子が風化して脆弱な状態で供試体作製時に破碎されて細粒化することを考慮して原粒度のまま試験を行った。また締固め試験結果は図-3に示すが、これは内径 $D=\phi 150\text{mm}$ 、高さ $H=175\text{mm}$ のモールド内で締固め試験法(JSF T 711)に従って 2.5kg ランマーにより締固めエネルギー $E_c=5.625\text{kgfcm/cm}^3$ になるように突き固めて行った。供試体はせん断リング内で密度が締固め試験か

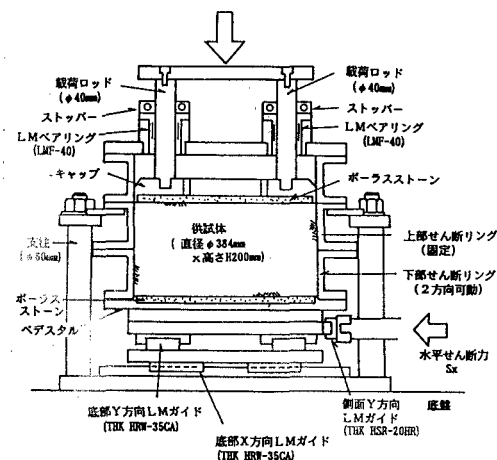


図-1 大型一面せん断試験装置

ら得た最大密度

ρ_{dmax} の90% 密度

($=0.90 \times \rho_{\text{dmax}}$) になるように専用バイブレータで締固めて作製した。

§ 3. 試験結果

図-4 (a) ~ (b)

に混合風化礫材の大型一面せん断試験か

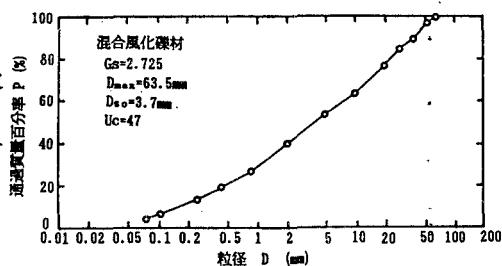


図-2 礫材の粒土曲線

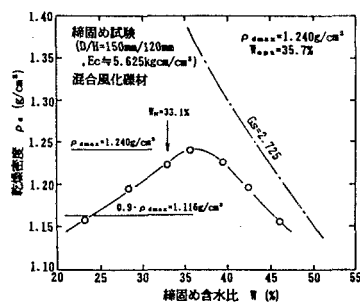


図-3 締固め試験結果

ら得られた自然含水状態と浸水状態におけるせん断応力~せん断変位関係をそれぞれ示す。ここで浸水させた供試体は通常の盛土の状態に対応させるようにせん断開始時の圧力レベルまで圧密してから浸水させた。これらの図から供試体の状態に関係なく圧力レベルが低いほど明確なピークをもつ応力~変位曲線を示している。次に図-5にこれらの図からせん断強度とその時の垂直応力の関係を示す。せん断応力がピーク値を示さない場合には $X/H_o=0.20$ における値をせん断強度とした。またこの図には比較のために一面せん断試験の場合と同じ密度に締固めた供試体の拘束圧 $\sigma_s=0.5, 1.0, 2.0\text{kgf/cm}^2$ において実施した大型三軸圧縮試

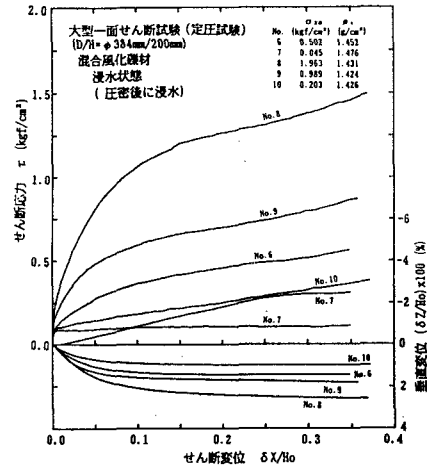
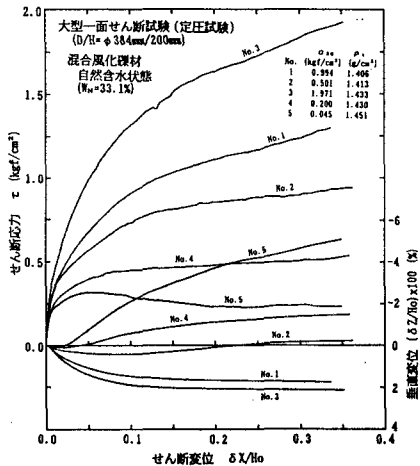


図-4 (a) τ , $\delta Z/Ho \sim \delta X/Ho$ (自然含水状態)

図-4 (b) τ , $\delta Z/Ho \sim \delta X/Ho$ (水浸状態)

図-4 (a) τ , $\delta Z/Ho \sim \delta X/Ho$ (自然含水状態) 験から求めた強度パラメータ ($c_{\tau c}$, $\phi_{\tau c}$) を示してある。この場合の強度パラメータは軸ひずみ $\varepsilon_1=20\%$ 時における偏差応力 ($\sigma_1-\sigma_3$) により描いたMohrの応力円を直線近似して求めたものである。またこの場合の水浸供試体は拘束圧 $\sigma_c=0.5\text{kgf/cm}^2$ の状態で飽和させてから所定の圧力レベルまで圧密してから排水条件でせん断した(CD-試験)。この図から大型一面せん断試験におけるせん断強度は供試体の状態によらず拘束圧に強く依存していることがわかる。また水浸により強度はかなり低下しているが、これは主に不飽和状態におけるサクシジョンによる見掛けの粘着力の消失や、水浸による粒子の脆弱化によるものと思われる。ここで注意すべきはピーク値が現れないせん断応力～変位曲線あるいは応力～ひずみ曲線から強度を決める時の変形あるいはひずみの大きさが一面せん断試験と三軸圧縮試験で対応していないため両者の単純な比較はできないことである。このことは実務で両者の試験結果を使用する際に非常に難しい問題となり、今後詳細な検討が必要であろう。例えば一面せん断試験のせん断変位 $\delta X/Ho$ を単純に最大せん断ひずみ γ_{max} のように考えると、三軸圧縮試験では軸ひずみ ε_1 と体積ひずみ ε_v から $\gamma_{max}=\varepsilon_1-\varepsilon_3=(3\varepsilon_1-\varepsilon_v)/2$ [$\varepsilon_v=\varepsilon_1+2\varepsilon_3$] となり、三軸圧縮試験の $\varepsilon_1=20\%$ ($\varepsilon_v=5\%$ 程度とする) における強度は一面せん断試験では $\gamma_{max}=27.5\%$ (つまり $\delta X/Ho=0.275$) における強度と比較しなければならない。この考え方によれば図-5からここで試験をした混合風化礫材の一面せん断試験による強度は三軸圧縮試験による強度よりもやや大きいことが推定される(特に拘束圧レベルの低い領域において)。

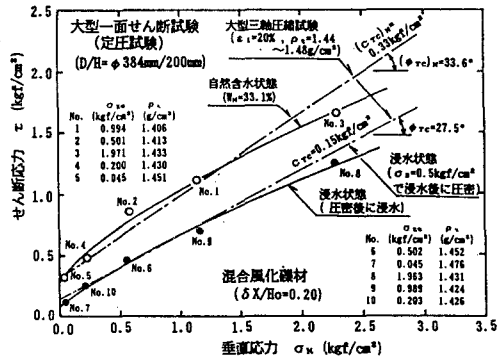


図-5 せん断強度と垂直応力の関係

§ 4. あとがき

ここではある高盛土の造成に使用した混合風化礫材の強度特性を大型一面せん断試験により調べ、さらに大型三軸圧縮試験の結果と比較した。混合風化礫材の大型一面せん断試験におけるせん断強度は拘束圧に強く依存しており、また水浸により強度はかなり低下する。一面せん断試験と三軸圧縮試験による強度を比較する時には、ピーク値が現れないせん断応力～変位曲線あるいは応力～ひずみ曲線から強度を決める時の変形あるいはひずみが両者間に対応しておらず単純な比較が難しい。これは実務で一面せん断あるいは三軸圧縮試験を使用する時ににやっかいな問題となるが、これについては今後さらに詳細な検討が必要であろう。