

III-A 17

一面せん断試験における断面積補正の影響

榊フジタ技術研究所 正会員 ○北島 明
同 上 正会員 福島 伸二

1. はじめに

一面せん断試験で土質定数を求める際、断面積補正をするか否かは未だ結論がでない。一面せん断試験は標準貫入試験などの現場試験に比べて結果の信頼性が高く、また試験に要する試料も少なく、不攪乱での試料採取が容易であるので、地盤の強度パラメータ（ c 、 ϕ ）を求める試験に適している。このため掘削の伴う建設現場などで今後広く使われる可能性があるが、結果の整理の基準を定めなければ合理的な設計定数を与える試験にはなり得ない。本論文ではこれらの背景をふまえ、豊浦砂における供試体断面形状の異なる一面せん断試験の結果から強度特性に及ぼす断面積補正の影響について報告する。

2. 供試体に加わる外力モード

図1はせん断中の供試体に働く外力を模式的に表したものである。

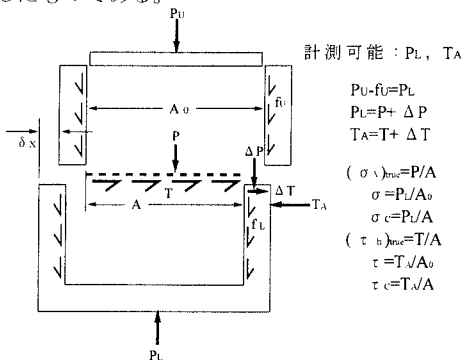


図1 供試体に加わる外力の模式図

P_U は供試体直上からの載荷荷重、 P_L は下せん断箱直下に取り付けたロードセルの出力荷重、 T_A はせん断荷重である。 f_U 、 f_L はそれぞれ上せん断箱、下せん断箱の側面と供試体側面との摩擦である。（ただしこの模式図はせん断中に負のダイレイタシーを示す供試体について示している。） ΔP はせん断にともない水平変位を生じることにより下せん断箱が供試体から受ける鉛直応力、 ΔT は供試体とせん断箱の摩擦によるせん断力を示している。このうち一面せん断試験機で計測可能な外力は T_A と P_L である。

表1に垂直応力の真の値（ σ_N ）_{true}、せん断応力の真の値（ τ_h ）_{true}と断面積補正を行わないもの、行ったものをまとめる。

表1 真の値と補正值

| | σ_N | τ_h |
|------|----------------------|----------------------|
| 真の値 | $(P_L - \Delta P)/A$ | $(T_A - \Delta T)/A$ |
| 補正なし | P_L/A_0 | T_A/A_0 |
| 補正あり | P_L/A | T_A/A |

σ については $P/A \approx \Delta P/(A_0 - A)$ と仮定すれば補正をしない方が真の値（ σ_N ）_{true}に近くなるが、 τ については $\Delta T \approx 0$ と仮定すれば補正をした方が真の値（ τ_h ）_{true}に近くなると考えられる。

3. 試料の物理特性

本試験に使用した試料の物理特性を表2に示す。平成5年に購入した豊浦標準砂で本研究所で新たに物理試験を行った結果である。

表2 試料の物理特性

| G_s | e_{max} | e_{min} | D_{50} | U_c |
|-------|-----------|-----------|----------|-------|
| 2.65 | 0.974 | 0.625 | 0.250 | 1.09 |

4. 一面せん断試験機

試験は図2に示す供試体形状を有する2種類の試験機で行った。

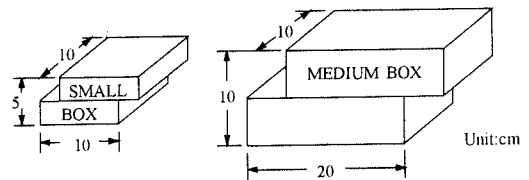


図2 供試体の形状

奥行きはともに10cmで、幅/高さはそれぞれ10/5、20/10（cm/cm）である。上下せん断箱の隙間は3mm開けており、せん断速度はそれぞれ0.167、0.333（mm/min）としている。

また両試験とも、下せん断箱直下に取り付けたロードセルにより垂直応力を測定し、せん断試験中を通してせん断面上の平均的な垂直応力が一定になるように調節した。

5. 試験結果と考察

一連の試験条件および試験結果を表3に示す。供試体は空中落下方式で作成し、前後の砂の重量差から初期間隙比 e_0 を算定した。 τ はせん断応力の最大値を表し、断面積補正を行ったものを行わなかったものを示している。また h_{peak} はその時の水平変位を示している。

表3 試験条件と試験結果

| | e_0 | σ_v kgf/cm ² | h_{peak} mm | τ (補) kgf/cm ² | τ (無) kgf/cm ² |
|---|-------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| M | 0.668 | 0.50 | 2.19 | 0.456 | 0.451 |
| E | 0.668 | 1.00 | 2.43 | 0.833 | 0.825 |
| D | 0.668 | 2.00 | 3.01 | 1.657 | 1.638 |
| I | 0.784 | 0.50 | 4.93 | 0.388 | 0.379 |
| U | 0.788 | 1.00 | 3.28 | 0.755 | 0.738 |
| M | 0.782 | 2.00 | 3.01 | 1.395 | 1.368 |
| S | 0.667 | 0.50 | 2.08 | 0.459 | 0.449 |
| M | 0.665 | 1.00 | 2.37 | 0.834 | 0.816 |
| A | 0.667 | 2.00 | 2.92 | 1.633 | 1.584 |
| L | 0.780 | 0.50 | 3.02 | 0.383 | 0.374 |
| L | 0.784 | 1.00 | 3.00 | 0.745 | 0.720 |
| | 0.776 | 2.00 | 2.64 | 1.366 | 1.325 |

図3および図4は間隙比の密な供試体およびゆるい供試体における、水平変位と断面積補正を行ったせん断応力の関係を示したものである。図中の実線が MEDIUM BOX の試験結果、破線が SMALL BOX の試験結果である。

横軸には水平変位、縦軸には断面積補正を行ったせん断応力をとっている。

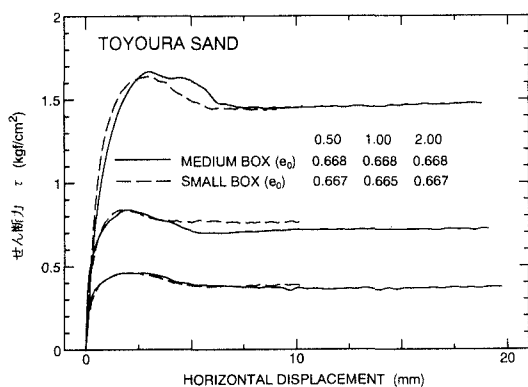


図3 密な供試体でのせん断応力～水平変位関係

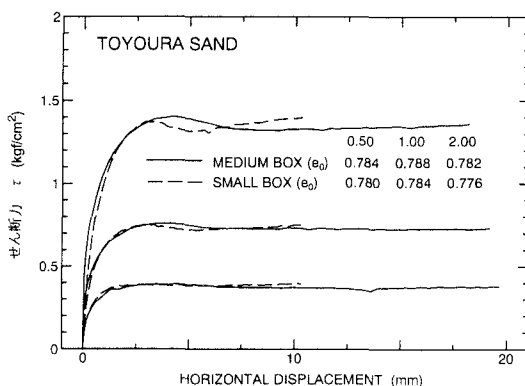


図4 ゆるい供試体でのせん断応力～水平変位関係

表4は同一の間隙比の供試体における試験結果から求めた ϕ を断面積補正を行ったものを行わなかったものについてまとめたものである。

表4 断面積補正と内部摩擦角

| | | ϕ (補正) | ϕ (なし) |
|-------|--------|-------------|-------------|
| DENSE | MEDIUM | 38.8 | 38.4 |
| | SMALL | 38.2 | 37.2 |
| LOOSE | MEDIUM | 33.7 | 33.2 |
| | SMALL | 33.0 | 32.2 |

供試体の間隙比によらず MEDIUM BOX による試験結果と SMALL BOX による試験結果は断面積補正を行った方が差が小さくなっている。これは Peak 強度発現時がせん断面の形状によらずほぼ同一であるので、MEDIUM BOX による試験結果が断面積補正による影響が相対的に小さかったためと思われる。同一の試料のについて的一面せん断強度の真の値はせん断面の形状によらないと考えられるので断面積補正は妥当であると考えられる。

6. まとめ

以上の結果から現段階においては一面せん断試験結果の整理において、垂直応力については断面の補正は必要ないが、せん断応力については断面積補正の必要があると考えられる。

今後は下せん断箱上端に加わる垂直力およびせん断力を測定し、結論づけたい。

【参考文献】

北島・福島 「一面せん断試験による不攪乱粘性土の強度特性」：第31回地盤工学研究発表会 1996 投稿中