

Ⅲ - A336

土圧計の検定に関する研究（その1）

(株)テクノソール 正会員 中川幸洋

(株)テクノソール 正会員 辰井俊美

東洋大学工学部 正会員 石田哲朗

1. はじめに

土圧計を用いて土中土圧を測定する際には、事前に土の圧力による検定（土圧計の検定）を行う必要がある。検定値は、水圧による検定線とは一致せず土質材料によっても異なるのが一般的である。この原因としては、土圧計への応力集中や受圧面と土との摩擦係数等が考えられる。従って、計測を行う地盤条件下でそれぞれの土圧計の検定を実施するのが望ましいのだが、その確固たる検定法やその評価方法は未だ確立されていないのが現状である。そこで、チャンバーを利用した等方圧载荷による土圧計の検定を実施し、その検定結果に影響を及ぼす因子について実験的に探究した。また、土槽を用いた検定法について、そこで得られた実験および解析結果の検討を試みた。得られた知見は次に示す通りである。

2. 土圧計

検定には、開発を進めている貫入式土圧計を使用した（写真1）。貫入式土圧計は、地盤内の応力挙動の計測を目的に、原地盤への貫入による設置を行うため、一般土木建築用土圧計（面状の）とは異なる形状を示している。圧力の測定機構は、受圧板に生じる変位を電気計測式の変換器を用いて測定し、圧力に変換するものである。特異な形状を有する故、受圧部の剛性を高め、幾分センサーの感度をおとすことによって実用性を高めた設計がなされている。なお、水圧負荷による検定では高い直線性および再現性が確認されている。

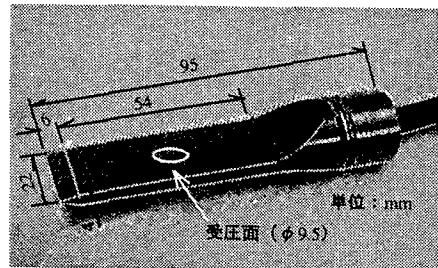


写真1 貫入式土圧計

3. 等方圧载荷による土圧計の検定

検定は図1に示すように土を介して等方圧を土圧計に作用させる方法で実施した。土圧計を直径φ10, 15, 39cmの土の供試体の中に土圧計を設置し、拘束圧による加圧・減圧を行い検定線 sought。拘束圧は0.1kgf/cm²毎の段階的のステップ载荷とし、最大4kgf/cm²まで加圧した後同様な圧力間隔で減圧した。なお、検定に使用した土質材料は、粘性土と砂質土である。供試体の密度による検定値への影響をまとめたものを図2に示す。図の縦軸は、測定された土圧計出力値を水圧校正値を用いて圧力に変換した値 σ_m と拘束圧 σ_c との比である。結果から、密度が高くなるほど水圧検定結果（図中の破線）に近づく傾向が見られる。これは、密度が高くなるに従って土の剛性が高まり、土圧計と土との剛性の差が縮まることによって土圧計への応力集中が低減されるためであると考えられる。次に、検定に使用する土の

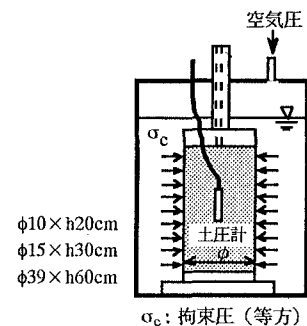


図1 等方圧载荷検定装置

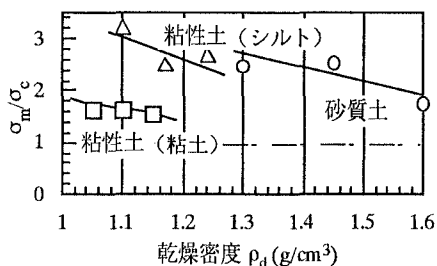


図2 密度の違いが検定値へ及ぼす影響

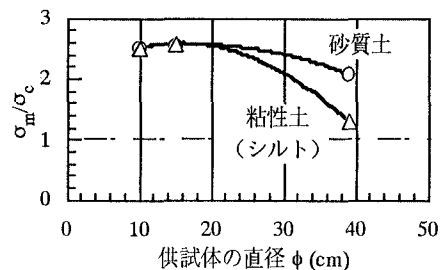


図3 供試体の直径の違いが検定値へ及ぼす影響

Key Words = 土圧計, 検定方法, 有限要素法

〒300-32 茨城県つくば市花畑2-15-2 (株)テクノソールつくば試験室 Telephone: 0298-64-8499 Telefax: 0298-64-8498

〒350 埼玉県川越市鯉井2100 東洋大学工学部環境建設学科 Telephone / Telefax: 0492-39-1409

供試体の直径が検定値へ及ぼす影響を図3に整理してみた。供試体の直径のサイズ効果については、土圧計のサイズに対して十分な大きさをもつほど内部の応力状態は安定しているものと考えられる。反面、圧力の伝達が供試体内部で低減され、土圧計に作用する圧力が拘束圧より小さくなるとも考えられる。

4. 上載圧荷による土圧計の検定

ここでは、長さ76cm、幅36cm、高さ30cmの土槽を用いた土圧計の検定について述べる。土槽検定装置および有限要素法(FEM)に用いたメッシュの分割図を図4に示す。土圧計は、土槽中央部において深度方向に設置し、上段部においては平面上でみた中央と端部に設置した。なお、検定に用いた土質材料は粘性土(シルト)である。測定された土圧計出力値を、前述の等方圧荷荷による土圧較正值を用いて圧力に変換したものを σ_m とし、上載圧 σ_v とこの σ_m との比を検定土槽内の深度別に表した結果を図5に示す。 σ_v の大きさに依存することなくほぼ一定した値を示していることが確認できる。なお、載荷板が土槽全体を覆う場合には、 σ_v に依存して変化することが確認されている¹⁾。次に、載荷板直下の接地圧分布について理論解およびFEM解と合わせて示したものを図6に示す。ただし、理論解はBoussinesq²⁾によって示された土槽の拘束条件を考慮しないものである。載荷板中央部では、土槽の拘束による影響は小さく3者がほぼ一致し、比較的安定した領域であると考えられる。この位置における接地圧の大きさは理論解によると $0.75\sigma_v$ である。同様に、載荷板中央における接地圧の深度分布を図7に示す。当然の事ながら、理論解では深度が深くなるに従い接地圧の大きさは小さくなるが、土槽のような拘束条件下において有限要素解析を行うと、図に示すように、ある深度から増加に転じる傾向が見られる。測定値も同様の傾向である。よって、本検定に使用した土槽と載荷板との形状比であれば、 σ_v の大きさに依存することなく載荷板中央部直下では $0.75\sigma_v$ の大きさの応力が作用しているものとして処理できると思われる。今後は、土槽、載荷板および土圧計の寸法比による影響や土圧計の適切な設置位置等を明確にする必要がある。

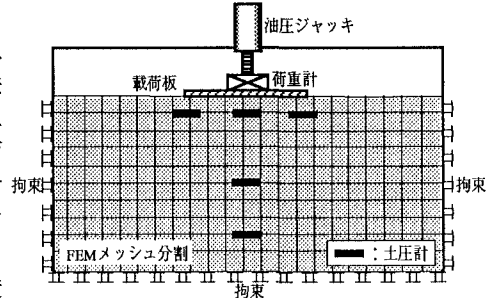


図4 土槽検定装置

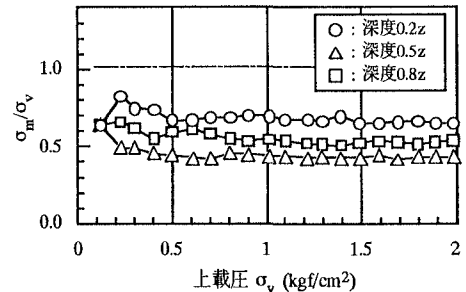


図5 測定された土圧の換算値と上載圧との比

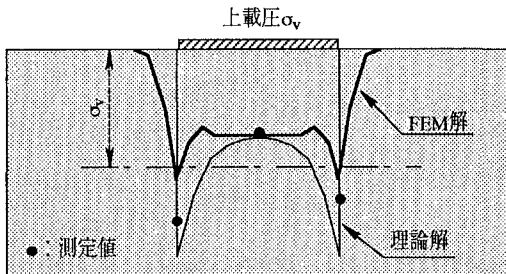


図6 載荷板直下の接地圧分布

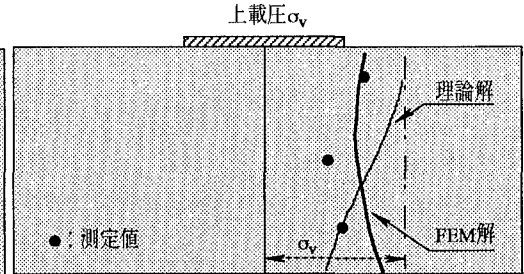


図7 載荷板中央における接地圧の深度分布

5. あとがき

土圧計の出力は、地盤材料や地盤の密度の違いによって同じ大きさの圧力が作用した場合でも、異なる出力値を示すことが確認された。従って、土圧計測を行う際には、事前に現場の地盤条件下で実施した土圧計の検定結果を用いることが望ましいと考える。また、土槽を用いた上載圧荷荷検定では、土槽内の応力分布を定量的に示すことができれば、簡便な検定法として利用できると考えている。

最後に、本報は東洋大学卒業生の奥村英則、川上真史、大岩もえ君らの卒業研究と共同で進めてきた実験を基にまとめたものである。彼らの実験に対する熱意に対して、心から感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 中川幸洋ほか(1997): 土中土圧計の検定に関する実験的研究, 第24回関東支部技術研究発表会講演概要集, III-14, pp.346-347.
- 2) Boussinesq, J. (1885): Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques, Granthier-Villars, Paris.