

2-14 新型現場間けき水圧測定装置について

広島大学工学部 正員 〇 門 田 博 知

正員 工博 網 千 寿 夫

3.1. まえがき

軟弱地盤上に築造される道路、護岸、海岸堤防などの施工に当って、地盤のせん断強度が小さく、Vertical Drain 工法によって地盤改良を行い、工期の短縮を計ることが多い。中=0 法によって安定解析を行い、一軸圧縮強度の増加による安全率の増大が、段階施工の管理に役立っている。しかし施工期間に余裕のあることは極めて稀であり、かなり切りつめた安全率をもって施工している。実験室においては間けき水圧の測定法が確立され、その測定値は相当信頼のおけるものであるにも拘らず人工盛土中を除いて、自然地盤中に埋設された間けき水圧計による測定値は散ばりが大きかったり、沈下観測値と比較して異常に大きな値を示すことがあり、現在ではあまり採用されていまいように思われる。このように予期しない間けき水圧が測定される理由として、1) 測定計器自身の特性による 2) 埋設や管理の不適当による、3) 間けき水圧の予想が載荷条件、排水条件に適合していないことによる、が考えられる。特に現場では二次元、三次元の応力状態、水圧測定史のせん断変形量、土とは全く変形特性の異なる物性を挿入することによる応力集中など沢山の問題が考えられるが、これらの問題は実験によって検討をつけることもできるし、また理論の発展によって解決されてゆく問題であらう。しかし1)及び2)は計器の性能及びその取扱い方に関するもので、測定計器としては根本的な問題であり、その指示値の信頼性の問題である。

著者らは1956年以来、現場で簡単に操作でき、しかも精度よく安定性に富む間けき水圧計を考案し、研究を続けている。1963年には自動零戻調整自動記録間けき水圧計を試作し、ヒリ破壊時の異常な間けき水圧の上昇や潮位の変動による間けき水圧の変化などについて観測して来たが、今回は4ツフの小型化、埋設挿入時の異常に高い間けき水圧の上昇による計器の感度低下の防止、自動零戻調整機構の簡素化及び安定性の増大に重点をおいて、1963年型を改良したので、これらの機構、精度、感度、実測記録について紹介せんとするものである。著者らは今後も改良を重ね理想的な計器の製作に努力する所であり、またまた改良されるべき点があると考えられるので、このことについて述べ、御批判を仰ぎたい。

3.2. 間けき水圧設計上の問題点

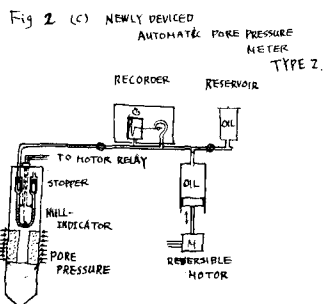
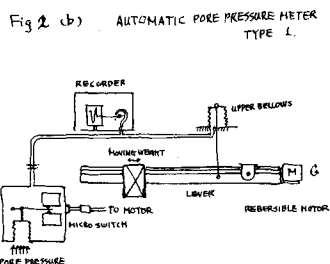
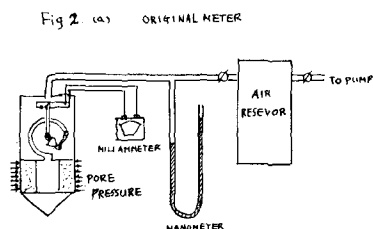
間けき水圧計設計上の問題点は Time-Lag、精度、感度、長期安定性の4点に関するもので、Time-Lag に関しては Hvorslev (1951)、Kallstenius & Wallgren (1956)、Penman (1960) などが Tip のフィルターの形状、寸法及び圧力検出に必要とされる水量をもとにして式を導いている。Installation 及び Measurement Time-Lag からはフィルター部分は細長く、直径が小さい程良好な Tip と云える。しかし Tip の Installation を考えると細過ぎても問題があり、ある程度の強度を持っていなければならぬ。また Tip がいくら細くても圧力検出や圧力の平衡に時間がかかり過ぎれば Time-Lag が生じてくる。したがってバランスのとれた設計が自然界に面する問題を提起するものである。これまでの経験から設計上の基本的な考へ方を例挙すると次のようである。

- (4) がん丈であり、耐圧性に劣ること。
- (2) 動く部分を最小にし、出来るだけ圧力の検出は電気的のものにさせること。(不安定なことが多し)
- (1) 修理、保守、整備が出来てだけ簡単であること。
- (4) 測定値には信頼性があること。精度、感度が目的に対して十分であること
- (5) 測定に要する人力は最小であること。

次に Fig-1 に示すように、チップ部はフィルター一部より上部にいくらか長さが大きい。同型のチューブが附属する場合が多く、このチューブ内に圧力変換器や電気調整検出装置が内蔵されている。また時にはさらに 1.50m 程度のチューブが(但し至はチップ部の形程度)接続されている場合もある。このように剛性の強いチップ部は土と同じ変形は起さず、土の変形に比べてその変形量は無視できる程度であり、土の自重によって圧密現象を生ずるような地盤中ではチップの先端には当然余分な応力が作用し、チップの先端部には漸増荷重が載荷されることとなり、チップの先端の支持力が不足すればチップは貫入してゆき、相対的な間げき水圧の発生が考えられる。チップの先端支持力に対して余裕があつてもその荷重に相対するだけの間げき水圧の発生が考えられる。このような影響をできるだけ小さくするためにはチップ部の全長をできるだけ短くすること及びフィルターの位置をチップ部直上位置に配置することが考えられる。

3.3. 計測機構

Fig-2 (a), (b) にこれまで開発された間げき水圧計の機構と Fig 2-(c) に改良された機構を示す。



Type 1 ではチップ部にマイクロスイッチを使用している。耐用回数は 10~100 回であるが、Type 2 では Norway Type の Null-Indicator を使用し、電気検出回路にはトランジスターを使用し、特殊な無アーク接点回路としているので半永久的な使用に耐える。埋設押込み時の異常な水圧にはストッパーが作用して、レコーダーの受感チューブは土の自重により発生する間げき水圧(予想最大)でオーバーバースケールしなければよく、それだけ感度、精度をあげ

ることが出来る。圧力の平衡にはマンゼー、ピストン System としての Type 1 に比べて容易にして半以下になった。チップ部の材質はすべてアクリライトを使用し、耐腐蝕性、ガスの発生などの心配が皆無となった。

§4. Time-Lag, 精度並びに感度

本型式の最小測定可能水圧は Null Indicator の水銀面と電気接点との間隔によって定まる。水銀柱差 3mm の差圧でスイッチオンとなるので、これに必要なとされる水量は(水銀柱差 3mm であるので) 0.02 cm^3 であり、最小測定可能圧に於ける Volume Factor は $5 \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{g}$ であり、正常に働いている場合は測定圧によって Volume Factor が異なると、 $\frac{2}{3} \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{g}$ (粗しは $10^{-3} \text{ cm}^3/\text{g}$) で示される。フィルター部の直径 $d=60 \text{ mm}$, 長さ $l=60 \text{ mm}$ であって、地盤の透水係数が $10^{-7} \sim 10^{-8} \text{ cm/sec}$ であれば、99% の間引き水圧を示すための所要時間は $\frac{1}{6} (0.6 \sim 6) \text{ min}$ となり、現場間引き水圧計として十分満足のゆくものである。

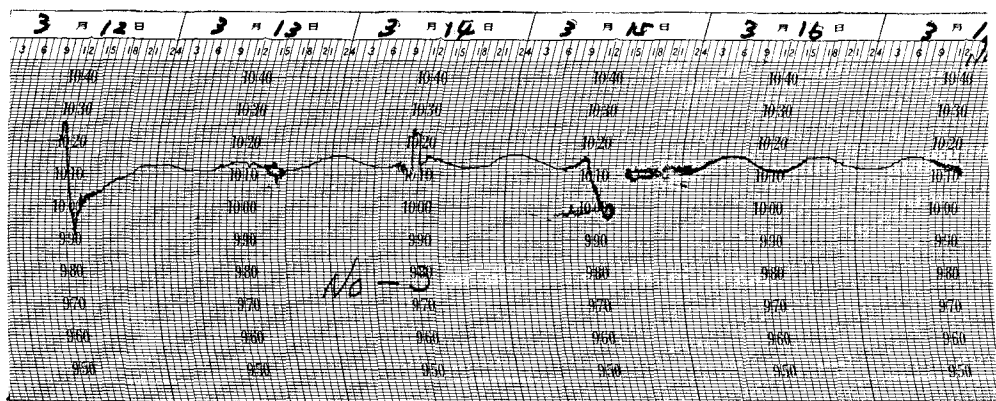
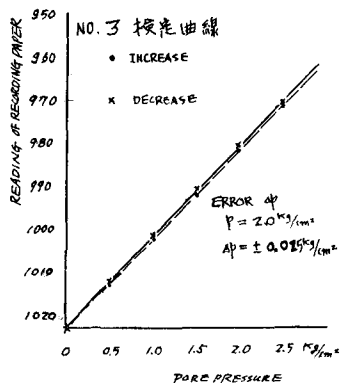
Fig. 3 はチップに加圧した場合の記録計の読みに関する検定曲線と示したので、総合精度を示す。検定曲線として加圧、減圧時の平均を採用した。したがって総合精度は $\pm 0.25\%$ である。自記と録のペンと記録紙との摩擦のため(差圧検出感度は水柱 4 mm でありが)水柱 10~15 cm 程度である。

§5. 現地測定データと今後の課題

Fig. 4 に現地測定データを示す。荷重から推定してほぼが満足の中データが求められている。

今後の重要課題は電源 100V AC と直結し、電力消費量を少なくすること、差圧検出部の小型化と計り、チップ部ともう少し短かくし、自記針計の多量使用などが残されている。

Fig. 3. 検定曲線



参考文献

Kallstenius & Wallgren

ABOSHI & MANDEN

ABOSHI

Pennman

Pore pressure measurement in Field Investigation S.G.T. Proc. No. 13 1966

An Apparatus to Measure the Pore Pressure in Fine Grained Soils Bull. Fac. of Eng. Hiroshima U. 1956 ~

Automatic Pore Pressure Meter for Field Use 4th Australia-New Zealand Conf. S.M.A.T.E. 1963. P.P. 155 ~ 158.

A Study of the Response Time of Various Types of Piezometer 1960. Conf. on Pore Pressure and Suction in Soils, Proc. P.P. 53 ~ 58.