

これは軟弱地盤施工の管理をするのにぜひ作製しなければならないもので、盛土統制の基本をなすものである。

(6) む す び

上記は現地での多忙の中で集めた記録であるが、まだ土の研究に未熟であるので、間違いもあるかも知れないが逐次成果をまとめて、この泥炭に対する道路工法を確立したいと思う。

20. 築堤盛土基礎における土圧および 間隙水圧の測定について

土木試験所 佐々木晴美
佐田頼光

1. ま え が き

築堤盛土基礎の安定性に関する解析において、地盤内に生ずる応力ならびに間隙水圧の測定は弾性理論、圧密理論などによる計算の方法が研究されることにより、その重要性を増している。築堤盛土、アースダムの破壊の多くは築造中、あるいは完成直後に生じた基礎地盤内のせん断応力の増加に原因しているものと考えられ、その対策としては施工時における地盤内の間隙水圧を実測し、これが安定に影響するほど大きくならないように盛土の施工を調節する方法がとられている。この方法は次のような考え方にたっている。すなわち、基礎地盤内の間隙水圧を測定してその大きさを知れば、圧密理論を利用することによって有効圧力の大きさを知ることができしたがって、有効圧力に対するスベリ条件をあらかじめ決定しておき、Mohr の応力円がこの限界線に触れないように盛土速度を制限すれば、スベリを起こさせないで施工ができるという考え方である。

また、この場合、基礎地盤内の応力状態の実測についても、いくつかの仮定にもとづいた従来の理論式による結果を吟味し上記の盛土速度を調節する方法をより合理的なものとするために必要であり、その意義は大きい。

ここでは築堤盛土基礎における土圧および間隙水圧の測定に関する問題点を挙げ、すでに得られている測定結果について検討し、この種の測定および測定値の取扱いについて考察する。

2. 土圧測定に関する考察

築堤盛土基礎における応力測定には土圧計 (Soil Pressure Cell) が使用されているが、その構造、据付け、検定などが重要な問題となる。土圧計の水圧または気圧による検定値 (以下水圧検定値または気圧検定値とよぶ) と土との関連において得られた検定値 (以下土圧検定値とよぶ) は一致しない場合が多い。これには多くの原因が考えられるが、まず壁面に取付ける土圧計では、

- i) 土圧計の受圧板自体による問題
- ii) 土のような粒状体より生ずる問題
- iii) 検定方法

などが挙げられる。また土中の一点における応力を測定する場合には、壁面に設置した場合に比べて土圧計を挿入することにより土中の応力状態を変えてはならないという更にもう一つの要求事項が満足されねばならず、土圧計はこのために軽かつ偏平であることが要求される。これらについては米国の Waterways Experimental

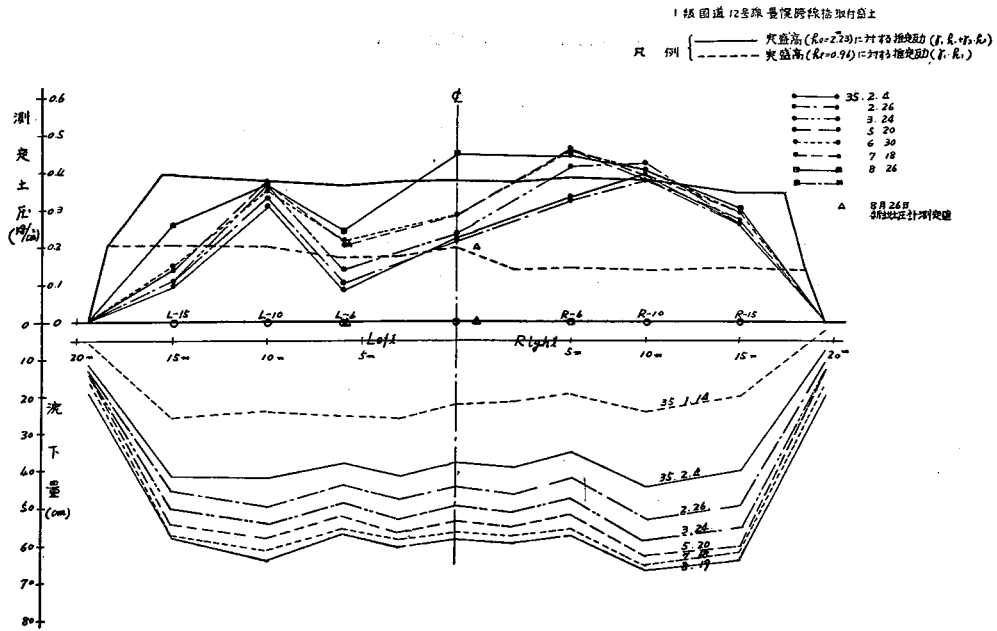


図 20-1 測定反力と $r \cdot h$ の比較～沈下量

Station (W.E.S.) および Royal Swedish Geotechnical Institute (R. Swed. Geot. Inst.) などにおいて行なわれた研究^{1,2)}がある。

次に泥炭性軟弱地における築堤盛土基礎に埋設されて行なわれた土中応力測定の実例を図 20-1, 2 に示す。ここに使用された土圧計は斜柱型の構造を有し受圧板直径 156 mm, 受圧器厚さ 37 mm で W.E.S. の研究による規定¹⁾を、ほぼ満足しており、あらかじめ入念な空気圧による検定が行なわれた。図 20-1 は土圧計による測定基礎反力と、盛土密度の測定によって得られた $r \cdot h$ の比較およびこれらと基礎沈下の関係を示すものであり、総体的には測定基礎反力は $r \cdot h$ に比べて小さく、その分布は基礎沈下の傾向にほぼ対応していることが見出される。図 20-2 は築堤盛土基礎地盤内における鉛直応力の測定結果を土を弾性体とみなして得られた計算値³⁾と対比させたものであるがこの場合の測定においては土圧計への応力集中、測定時における受圧面の方向の把握、土圧検定値と気圧検定値との差異などが特に問題となるものと思われる。

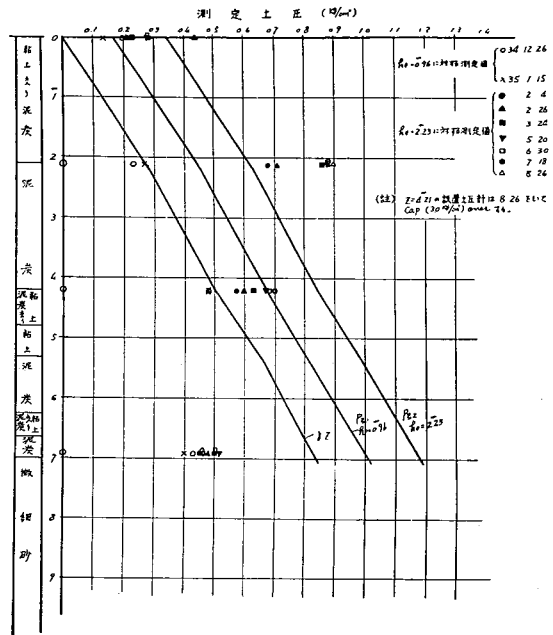


図 20-2 基層内鉛直土圧測定結果 (中心)

上に述べた実例では一面土圧計が使用されたが、二次元的または三次元的な応力状態をそのまま実測し得る土圧計が必要である。これについては立体土圧計 (Spatial Earth Pressure Gauge) の研究⁴⁾が行なわれており、その進展が期待される。

3. 間隙水圧測定に関する考察

築堤盛土基礎における間隙水圧の測定には間隙水圧計 (Pore Water Pressure Meter) が使用される。土中における間隙水圧計の測定においては特に透水性の低い粘性土におけるタイムラグ (Time Lag) を考慮しなければならない。このタイムラグには計器を土中に挿入することによって生ずるものと、ピックアップで計測することによって生ずるものがある。計器の挿入方法には土中のボーリング孔にピックアップを入れて埋め戻す場合と、計器をそのまま土中に圧入する場合の2つがあるが、前者の場合には、粘性土層において間隙水圧が増大するとこれに隣接する透水層に、埋め戻されたボーリング孔を通して間隙水が流出することがあるが、後者の場合にはこのような間隙水が流出する危険は少ないが、圧入初期におけるピックアップ周辺の間隙水圧は非常に高まる。R. Swed. Geot. Inst. では、あらかじめある仮定のもとに圧入によって増大する間隙水圧を推定し⁵⁾後者の方法を採用しているが、計器が具備する透水板の機能が害されないよう考慮が払われるならば、後者の方法が妥当であろう。図20-3は圧入によるタイムラグについて行なわれた実験結果で、使用された2本のパイプは直径は異

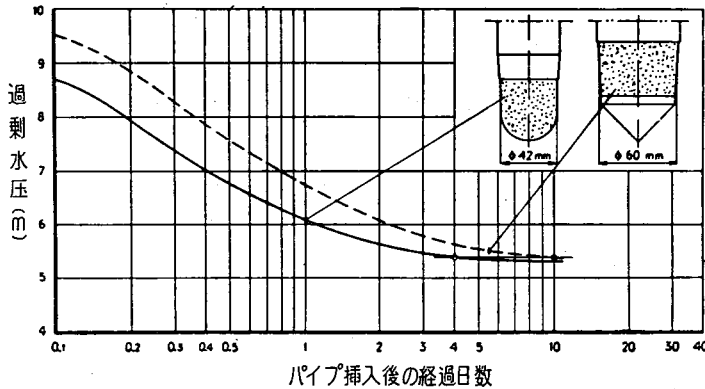


図 20-3 挿入タイムラグの測定

なるが、フィルター面積は同じであり透水係数が 10^{-8} cm/sec なる飽和した粘土中に 10 m の深さに圧入されたものである。この結果から圧入によるタイムラグが問題となる場合にはピックアップ先端径およびこれに連結するパイプの直径をできるだけ小さくすべきであることがわかる。

ピックアップの受圧板に作用する圧力は、フィルターならびにピックアップ付近の土によって圧力が軽減されて実際のその地点の間隙水圧になるまでにいくらかの時間を要する。これは計測より生ずるタイムラグとよばれ、理論的な計算式が求められている⁵⁾。一般に透水性の低い土層における急速な間隙水圧の変化は、基礎地盤のスベリによる破壊、建築物などの急速な築造などによって起こり、また局所的にはクイ打ち、サンプリングその他現地試験、掘さくなどによって引き起こされるが、このような場合には非常に小さい Volume Factor (計器の読み 1 g/cm^2 を変化させるに要する水の量) をもつ間隙水圧計の使用が望まれる。緩慢な間隙水圧の変化は透水性の低い厚い土層が、かなり一定した条件のもとに圧密を行なう時に起こるものと考えられ、このような場合には上記の場合に比べてタイムラグが幾分大きい計器でも十分役立つことが考えられる。しかし迅速な測定によって時間を節約し、間隙水圧の変化を正しく測定するためにはタイムラグは小さくしなければならず、これは工学的に重要なことであろう。R. Swed. Geot. Inst. では $0.3 \sim 1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{g}$ の Volume Factor は透水性の低い土で使用する目的をもつ普通の間隙水圧計に対して妥当なものとしている。

次に泥炭性軟弱地における築堤盛土基礎の間隙水圧測定の実例を図20-4に示すが、この場合に使用された間隙水圧計は R. Swed. Geot. Inst. で考案された型式のものである。同図に記入されている間隙水圧の計算値

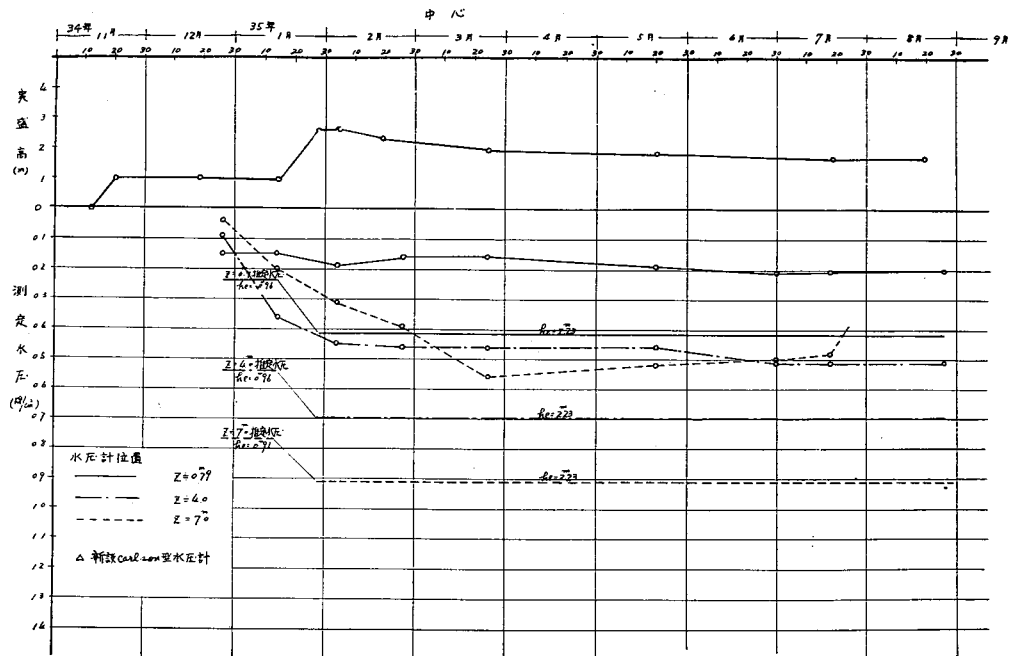


図 20-4 間隙水圧と実盛高 (時間的推移)

は、すでに述べた鉛直応力の計算の場合と同じ仮定のもとに得られたもので、盛土荷重が載荷された瞬間における値を示す。この場合にはその盛土基礎地盤にサンドドレーンが施工されており、地盤内の間隙水圧の時間的変化が考えられる。測定結果によれば、盛土高増加による間隙水圧の増大が明らかであるが、盛土終了時以後における時間的変動は明確ではない。また深さ約7m、泥炭層と泥炭混り粘土層の境界付近に設置した計器については、その測定値はその点における静水圧以下の値を示しているが、これは一つの疑問として今後の検討を要する。

4. む す び

以上、築堤盛土基礎における土圧および間隙水圧の測定ならびに測定値の取扱いについて次のように要約することができる。

a. 土圧測定の場合

1) 土圧検定値と気圧検定値との差異を検討し、その補正方法または応力集中度を明らかにすることが望まれる。したがって気圧検定値をもって土圧測定に供する場合にはこの点を考慮して測定値を取扱う必要がある。

2) (2)一面土圧計では一軸的な応力測定しかできず、しかも実際の土中の測定に際しては測定された応力の方向を確認することができない。2次元的または3次元的応力状態を実測するためには十分吟味された立体土圧計によらなければならない。

3) 土圧計埋設時には土中の応力状態を甚しく変化させないように注意し、埋め戻しは入念に行ない、できるだけもとの状態を再現するように試みることを肝要である。

4) 土圧計埋設時には受圧器と計測器とを連結するコードが測定期間中断線しないよう考慮すること。

5) 土圧計への土中における応力集中を阻止するために軽量で、長期間安定した土圧計を選定すること。

b. 間隙水圧測定の場合

1) あらかじめ測定に必要な精度と感度を決め、測定値の範囲を推定しておくこと。

- 2) Installation Time Lag を小さくするために、ピックアップ部分の外径が小さいものを選定すること。
- 3) 計器の土中埋設は、Installation Time Lag を適切に処理することにより圧入するのがよいと思われる。
- 4) Measurement Time Lag の小さい計器を使用すること。
- 5) 測定時における計器の状態が正常なものであるかどうかを吟味しなければならない。特に Open Measuring System においてこの点に注意を払うこと。

参 考 文 献

- 1) J. Osterberg: Soil Pressure Cell Investigation Interim Report. Vicksburg 1944 (U.S. Waterways Experimental Station Technical Memorandum).
- 2) T. Kallstenius & W. Bergau: Investigation of Soil Pressure Measuring by means of Cells, Stockholm. 1956 (R. Swed. Geot. Inst. Proc. No. 12).
- 3) 宮川勇: 泥炭地の土質工学的調査研究—第4報, 泥炭性軟弱地における築堤基礎の安定に関する研究, 土木試験所報告第21号, 昭和34年3月.
- 4) 市原松平・他: 立体土圧計の試作, 運輸技術研究所報告第9巻第6号, 1959年6月.
- 5) T. Kallstenius & A. Wallgren: Pore Water Pressure. Measurement in Field Investigations. Stockholm 1956 (R. Swed. Geot. Inst. Proc. No. 13).

21. 第二芭露橋鋼管グイ打込試験中間報告

(二級国道網走稚内線湧別町地内)

網走開発建設部 塩川重雄
五十嵐良一
竹中勝好

1. 緒 言

本橋架換位置は、地質柱状図に示すように砂層上約2.5mが泥炭、以下砂、細砂、極軟質粘土の軟弱地盤層であり、水面下17mに及んで泥岩に達し、その地耐力は本橋支持層として大きく期待される。軟弱地盤であるから、井筒、潜函基礎、簡易井筒と鉄筋コンクリートグイの組み合わせによる工法などは、施工上困難であり、また工期も多く要し、経済的にも得策とは考えられない。井筒の時、また盛土部土圧、上層軟弱地層のLateral Flow横移動地震時自重による水平力に対して不安定である。そこで先端支持グイとして泥岩に達する鋼管グイを打込めば支持力は大きく、かつ水平力に対してもパイルの曲げ剛度は大きく、施工もしやすく、工期も短縮でき経済的工法と考えられる。

以上のことから本工事に先だって、左岸橋台の鋼管グイを用いて載荷試験、引抜試験、水平荷重試験を行ない試験結果を検討し、36年度の本工事に備える予定である。ここに鋼管グイ打込試験の中間結果を発表する。

2. 橋 梁 型 式

上部工 橋長90m, 幅員6m, 設計荷重LT20, 活荷重合成桁30m3連
下部工 門型橋脚, 扶壁式橋台