

VI-98

感圧導電ゴムを利用した土圧計の開発と現場への適用

鹿島建設(株) 正員 庄子幹雄
 鹿島建設(株) 吉田英信
 鹿島建設(株) ○ 正員 佐藤 真
 金沢大学 正員 太田秀樹

1. はじめに

土質力学の進歩、建設機械の高度化により今日では非常に大きな土工事が可能となった。しかし、その施工前に土工事中の土の挙動を確実に予測することは容易ではない。このような予測と実際のギャップを埋め合わせるのが情報化施工という手法である。情報化施工の概念は現場技術者にもかなり定着してきていると考えられる。この情報化施工を実現するための計測システムは、その高価さや現場での人手不足などのため中小の現場にまで普及しているとは言えない。本報告は情報化施工の普及を目的として感圧導電ゴムを用いた安価で取扱いが簡単な土圧計を開発し、その特性に関する検討を行ったものである。

2. 感圧導電ゴムの特徴

図-1に土圧計を製作するために用いた感圧導電ゴムの感圧の原理¹⁾を示す。感圧導電ゴムはシリコンゴム膜中にカーボン粒子を混ぜ、厚さ0.5mmのシート状にしたものを用いた。このゴムの電気抵抗値は圧力がかかっていない状態では絶縁状態、圧力を加えるとその部分が導通状態になる。圧力の増加に対して電気抵抗値は指数関数的に減少するという特性²⁾を有している。

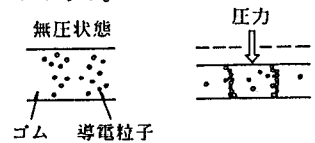


図-1 感圧の原理

3. 感圧導電ゴムに関する基礎的実験とその結果

圧縮荷重に対する感圧導電ゴムの荷重と電気抵抗値の変化特性を明らかにするために、圧密試験機を用いて載荷・除荷実験を行った。実験の概要を図-2に示す。電極は厚さ10mmでφ50mm, φ40mm, φ30mm, φ20mmの4種類の黄銅板とし、ゴムは電極より5mm小さい径とした。荷重は0~3.5kg/cm²の間を16段階で往復させ、各荷重段階で24時間放置させた。ゴム中での電力消費による発熱を防ぐために1mAの定電流回路を使用し、全圧力区間で平均的な精度で電気抵抗値が計測できるように逆対数回路を使用した。図-3に出力電圧と放置時間の関係、図-4に圧力の変化に伴う出力電圧(荷重載荷・除荷後3時間)の関係を載荷・除荷過程について示す。図-3、4より次のことが確認できた。(I)荷重載荷・除荷後3時間程度で圧力と出力電圧の関係は安定する。(II)感圧導電ゴムの寸法によって反応する圧力域が異なる。(III)載荷時と除荷時では圧力と出力電圧の関係が異なった曲線となる。

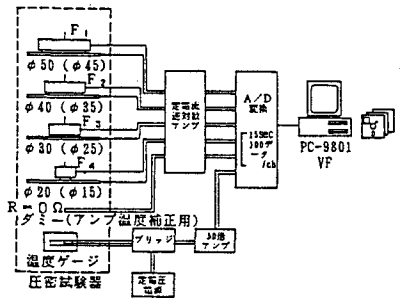


図-2 実験の概要

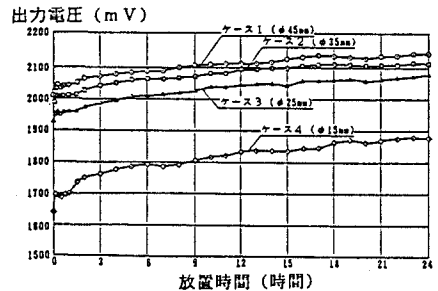


図-3 出力電圧と放置時間の関係

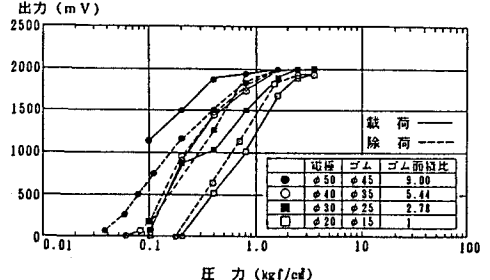


図-4 圧力と出力電圧の関係

4. 感圧導電ゴムを用いた土圧計の開発

土圧計は感圧導電ゴムをポリプロピレンフィルムで防水加工した。電極は厚さ0.08mmの黄銅箔を用い、リード線との接続のために黄銅箔の一部を外部に出してリード線をはんだ付けし、接続部は接着剤によって防水した。土圧計1個当たりの材料費は160円程度である。図-5に開発した土圧計の概略図を示す。

5. 感圧導電ゴムを用いた土圧計の室内実験とその結果

4.で製作した土圧計に対して防水加工を加えたことによる圧力と出力電圧の関係及び防水性を調べるために2種類の実験、①3.と同様な実験と②三軸圧縮試験機を用いて水圧を加えた実験を行った。②ではさらに荷重履歴による圧力~出力電圧の関係の変化も調べるために、繰り返し荷重載荷を行った。図-6に圧力1.0kgf/cm²における出力電圧と繰り返し回数の関係、図-7に圧力と出力電圧の関係を繰り返し回数を変数として示す。図-6、7から30回程の繰り返し荷重載荷をおこなえば安定した圧力と出力電圧の関係が得られることが確認された。また、防水についても十分であることがわかった。

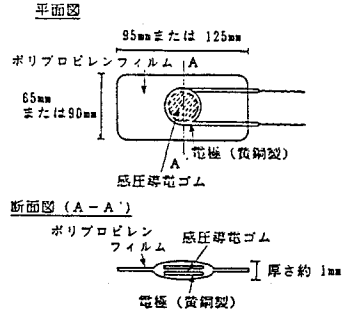


図-5 土圧計の概要図

6. 現場への適用

4.の方法で製作した土圧計を昭和62年8月21日から10日間、千葉県内の盛土工事現場に設置し、実用性の検討を行った。図-8に第2段盛土を行う直前で初期補正をした計測値の経時変化を示す。図中の土圧推定値は放射性同位元素(RI)を利用した水分・密度計を用いて湿潤密度を測定し、工程より求めた。図-8より土圧計は初期補正が必要であるが、盛り立てにつれて的確に反応することがわかる。

7. むすび

情報化施工を現場で実際に行うために、感圧導電ゴムを用いた新しい土圧計を製作し室内実験及び現場実験によってその実用性の検討を行った。感圧導電ゴムを用いた土圧計は現状では初期補正が必要であるが、今後さらに精度及び信頼性に関する各方面の研究と伴に実用性の目度がつくと思われる。なお、この報文は土木学会論文集³⁾に報告されたものの一部であることを付記する。

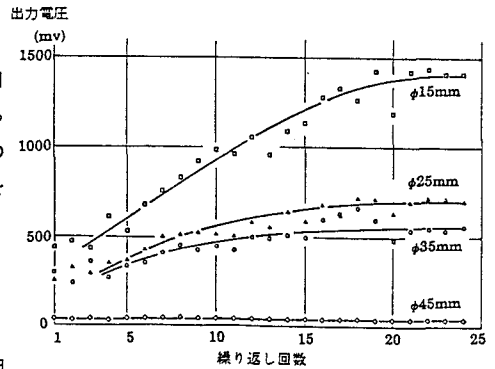


図-6 出力電圧と繰り返し回数の関係

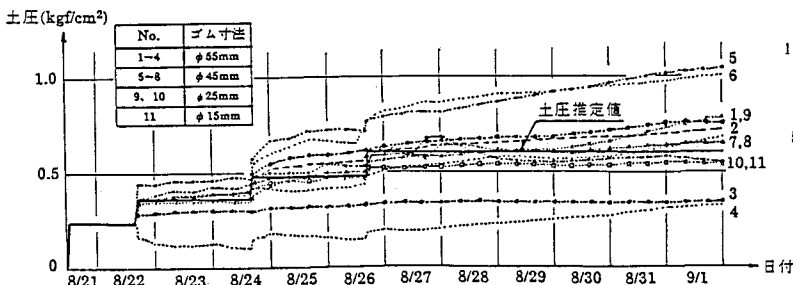


図-8 土圧の経時変化

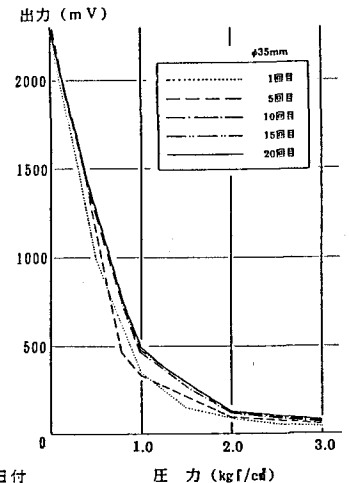


図-7 土圧計の圧力と出力電圧の関係

参考文献

- 1) 柳田博明・山崎弘郎:センサ先端技術 センサ材料とシステムの高度化、海文堂、1986.
- 2) 横浜ゴム(株):感圧導電性シリコンゴムシート(CS57-7RSC)の性能特性、横浜ゴム(株)技術資料、1980.
- 3) 庄子幹雄・太田秀樹・吉田英信・佐藤真:感圧導電ゴムを利用した土圧計及び間隙水圧計の開発と現場への適用、土木学会論文集、第391号/VI-8、1988年3月