

○ (株) エスコ 正 室橋伸一
都立大学 正 山本徳
明星大学 正 安井将文

土木基礎工事やトンネル工事の設計、施工に際して土圧の正確な値の必要性については衆目の認める所である。しかしながら現在までの土圧の計測に関して土木技術者の大半はその必要性にも拘わらず精度に対する信頼性に疑問を有していると考えられる。その理由は (1) 計器が応力を正確に感受する機構を有しないこと, (2) 剛性の異なる物体を設置することにより生ずる応力集中, (3) 地盤の特性による非直線性の存在, たとえば土の圧密や砂の締固めなど, (4) 計器の設置の方法 などが挙げられる。(2)~(4) については応力集中の度合, 材料の相異などを種々の試験を行なうことにより, その特性を把握することによりある程度処理可能と考えられ, 土圧計の信頼性欠如の根本要因は(1)にあると考えられる。

これ迄の土圧計は (ア) 土圧を計器の変形に変換しこれを電気的に計測する方法, (イ) 土圧に平衡する液体圧を機械的に測定する方法に大別される。(ア)については受圧板の変形が必要であり, 変形により土圧の変化を避けることができない。また隙等の存在により, 受圧板に土圧が集中荷重として作用する場合には一様圧の場合と出力感度が相異なることになる。(イ)については平衡液体圧の測定精度と計器の変形等に問題があるが, 土圧そのものを求める点においては優れていると考える。

筆者らは土圧計測の必要性と土圧計の現状を考慮し, 土圧により発生する計器内の圧力を変形零の状態と測定可能な液圧型土圧計の開発に着手し, 種々の計器を試作しその性能を調査する試験を行なった。

今回発表する結果は表-1に示す計器であり A,B,Cタイプはエスコ社, D,Eタイプは他社の製品である。

表-1 計器の特徴

図-1はAタイプ液圧型土圧計の原理図であり2枚の薄銅板とハンダ付けしたバネリングで油槽を形成し圧力センサーを底部に設置した簡単な構造であり, 実験室用として製作された計器である。厚さ5mmの極めて薄い金属製応力カマツと考えられる。

計器	外径mm	方式	容量kg/cm ²
A	60	液圧型	2.0
B	150	液圧型	3.0
C	150	液圧型	12.0
D	200	2次ダイヤフラム	2.0
E	80	1次ダイヤフラム	5.0

図-2は実際の地中に設置する目的で試作改良された土圧計で受圧板①(厚さ11)は⑥のリン青銅の薄板に接着されている。②のフランジと①受圧板は縁切りされており力がフランジに伝達しない構造である。この計器によれば受圧板に集中荷重が作用しても剛な板であるため変形せず, 力がほぼ一様な圧力としてリン青銅板に伝えられるため集中荷重の影響を除去できると同時に受圧板面積と油槽面積の比から受圧

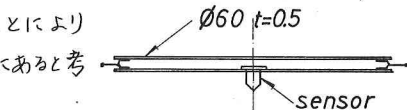


図-1: A型原理図 (エスコ社製)

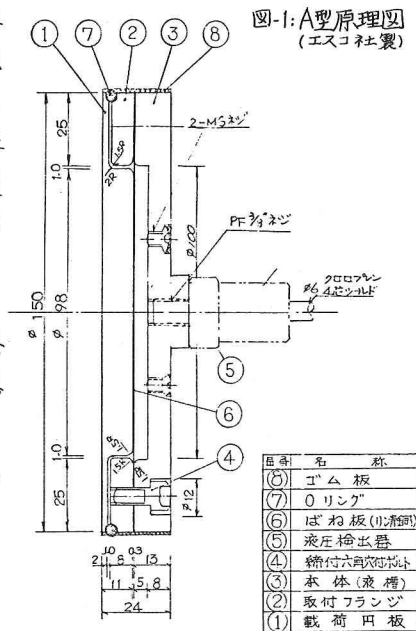


図-2: B, C型土圧計 (エスコ社製)

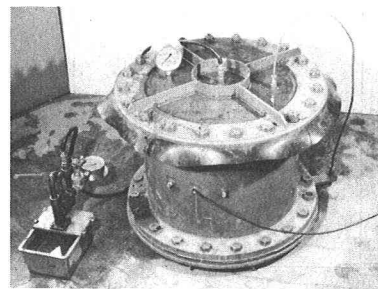


写真-1: 圧力容器 (φ600, H500)

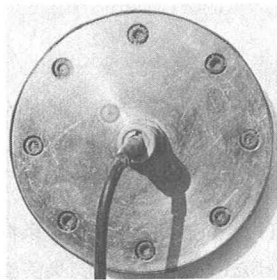


写真-2: B型土圧計

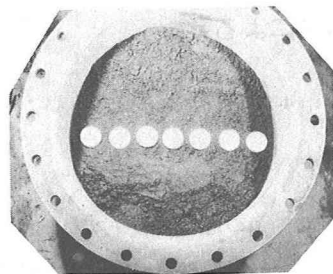


写真-3: 試験装置とA型土圧計

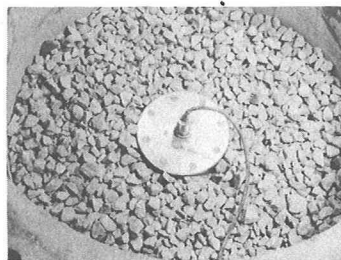


写真-4: 砕石とB型土圧計

感度を上げるよう工夫されている。

土圧計の性能検定テスト用装置を写真-1に示す。圧力容器は内径600、深さ500mmで上下面から同一水圧が作用するように設計されている。テストは土圧計と深さ $\frac{1}{2}$ に設置し、砂の場合には3回試験を行なった後、砂を追加し、さらに3回テストを行なう。採用するデータは5回目のデータである。水圧は最大2.0%に、0.2%間隔で加圧、減圧する。砕石の場合には締め固めによる体積減少が

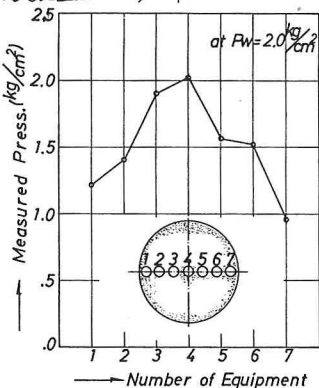


図-3-1: 試験装置内の圧力分布 ($P_w=2.0\%$)

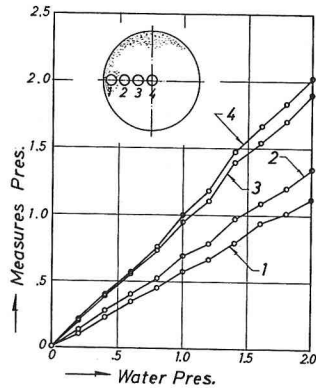


図-3-2: 水圧と土圧の出力 (A1~A4)

小さいため連続的に6回の加減圧を繰り返して行ない、5回目のデータを採用。

計測結果: 試験装置の検定として写真-3に示す装置の圧力分布を調査した。その結果、水圧 $P_w=2.0\%$ の場合の各土圧計A1~A7の土圧の値は図-3-1であり、装置内の圧力分布が大きく変化するが、

中心部においては水圧に等しい圧力が作用することが判った。図-4、図-5はそれぞれB、CタイプとE、Dタイプの砂の場合のテストの結果であり、B、Cタイプはほぼ水圧に等しい圧力を示すのに対して、E、Dタイプは水圧に対して高低の度合いが大きくなる結果を示す。

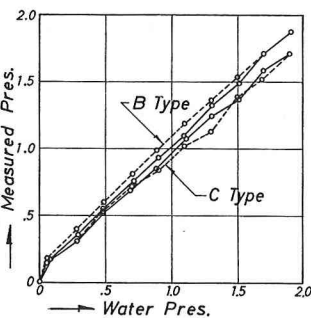


図-4: B, C型土圧計 (砂)

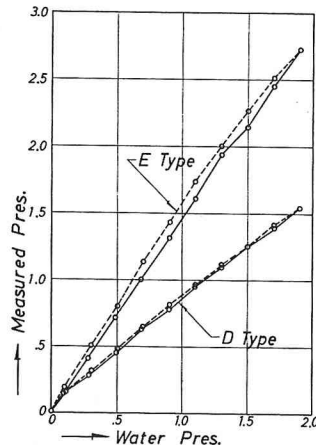


図-5: E, D型土圧計 (砂)

図-6、-7は砕石を緩く詰めの場合と固く詰めした場合のテストの結果であり、Cタイプの場合には緩詰めにより圧力が増大し、Dタイプの場合には圧力に変化が見られない。試験装置と砕石の摩擦の影響を考えれば詰め方の相違により土圧計の圧力に変化が生じ、緩詰めの場合に実際の圧力に近く（容器の摩擦が小さく）なると考えられ、Cタイプの測定結果が妥当と判断できる。なお、詳細なデータの検討は大型圧力容器によるべきであり、これによる同時比較テストを実施する計画である。

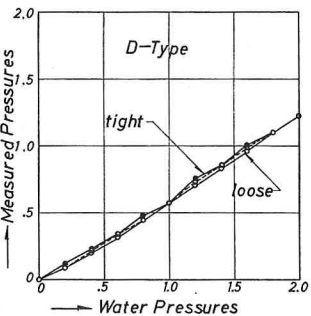


図-6: D型土圧計 (砕石)

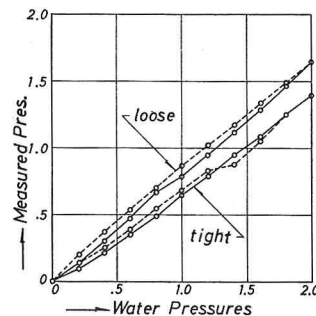


図-7: C型土圧計 (砕石)

参考文献 (1)「土圧計の検定に関する実験的研究」市原、古川、土木学会論文集No.185 (2)「小型土圧計の作動特性」市原他、第13回土質工学研究発表会 p88f.