

III-4

三軸試験における側方ひずみ測定装置の試作および検定

(株)建設企画コンサルタント (正) 鳥居 剛

(株)建設企画コンサルタント 鈴木 剛

関西電力株式会社 (正) 中島 寿

はじめに： 地盤および構造物の変形解析では、1% (10^{-2}) 以下のひずみレベルでの変形特性の把握が必要とされている。最近、一つの供試体を用いて微小ひずみレベルから破壊ひずみに至るまでの広いひずみ範囲の変形特性を把握するために室内試験の高精度化の研究開発が盛んに行なわれている。筆者らも、試験データの高精度化のために種々の工夫を取り入れてきた。本報告は、小型供試体用 ($\phi=82\text{mm}$) の側方ひずみ測定装置 (Clip gauge) の改良試作と検定結果について記したものである。

側方ひずみ測定装置： 今回試作した小型供試体用Clip gauge (内 $\phi=90\text{mm}$) の仕様は大型¹⁾と同様で、腕状本体の一方の先端部にリン青銅板 ($t=0.3\text{mm}$) に片面2枚づつ計4枚のひずみゲージを貼り付け4ゲージ法で配線したもの (LDTと同じ原理) を取り付けたカンチレバー型であり、その三軸セルに収まるように6mm厚のアルミ板を図-1に示すような寸法に小型化して切り出したものである。腕状本体の先端部は供試体径違いの取付け調整用板 ($\phi=80\sim 90\text{mm}$ の範囲) の固定端とひずみゲージを貼り付けたリン青銅板の可動端からなり、それぞれの先端には供試体取付け用ヒンジに設置するための針が付いている。

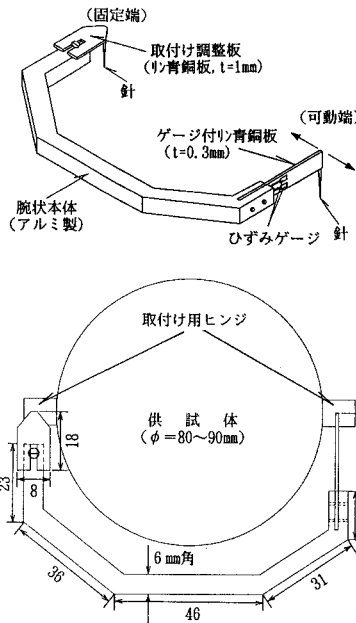


図-1 小型供試体用Clip gauge

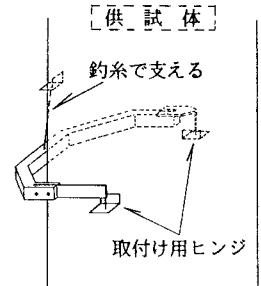


図-2 設置状況

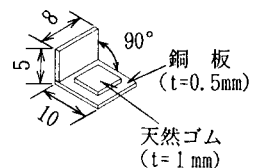


図-3 取付け用ヒンジ

図-2にClip gaugeの供試体設置状況を示す。供試体を被うメンブレインに取付け用ヒンジを瞬間接着剤（パーマボンド#268）で貼り付けそのヒンジの針穴にClip gaugeの両先端の針を刺し込み設置する。なお、Clip gaugeを支えるために腕状本体中央部と供試体を被うメンブレイン上の一点を釣糸で釣った。

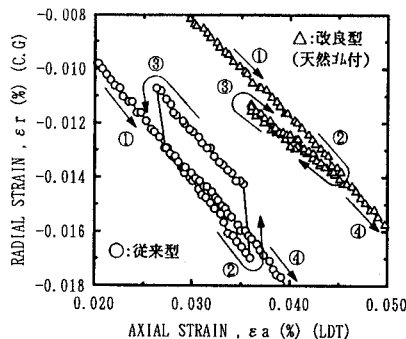


図-4 ヒンジによるループの違い

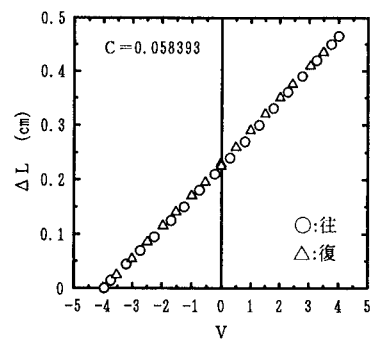


図-5 Clip gaugeの較正結果

図-3に供試体取付け用ヒンジを示す。銅板 ($t=0.5\text{mm}$) を折り曲げてClip gauge設置用の針穴を空けた

けの従来型のヒンジではClip gaugeを小型化した分ゲージ付リン青銅板部のバネ力が増加したため、微小な振動（例えば、単調荷重試験の除荷・荷重方向反転時の振動）に敏感に反応して取付け用ヒンジの針穴に刺した先端針がその針穴で躍り滑らかなループを描かないので、取付け用ヒンジ上に天然ゴム（ $t=1\text{mm}$ ）を貼り付けそれを介して先端針を針穴に刺すことで針穴でのあそびおよび擦り上がりを防止した（図-4）。

図-5にClip gaugeの較正值を求めた変形量 ΔL とひずみ出力 V の関係を示すが、 $\Delta L = C \times (V - V_0)$ で近似できた（ここに、 C は較正係数である。）。測定精度は約 $0.6\mu\text{m}$ で直径8cmの供試体に対して 7.5×10^{-6} のひずみとなり、直流増幅アンプで20倍すればさらに精度は高くなる。

測定装置の検定試験：

Clip gaugeの測定値を検定するために、ウレタンゴム製（タイガースポリマー社：200番，90度， $\phi 80 \times h 200\text{mm}$ ）供試体を用いて微小な除荷・荷重を含む ε_a が0.6%以下の単調荷重試験を行ないポアソン比 ν を求めた（ゴム体の ν は0.5程度であるのでこれを確認することになる。）。なお、 ε_a はLDTを供試体側面の対角に2つ、 ε_r はClip gaugeを供試体高さ方向の真中に1つ設置してそれぞれ求めた。

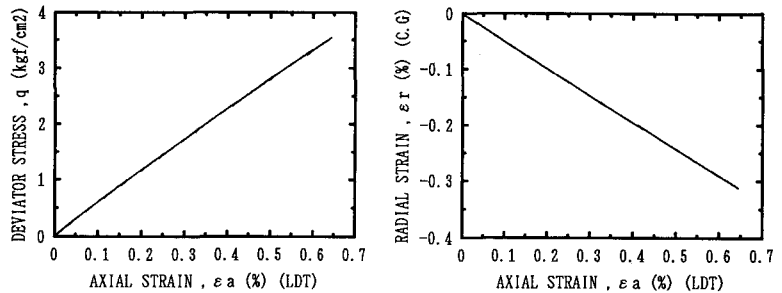


図-6 単調荷重試験結果（ $q, \varepsilon_r \sim \varepsilon_a$ 関係）

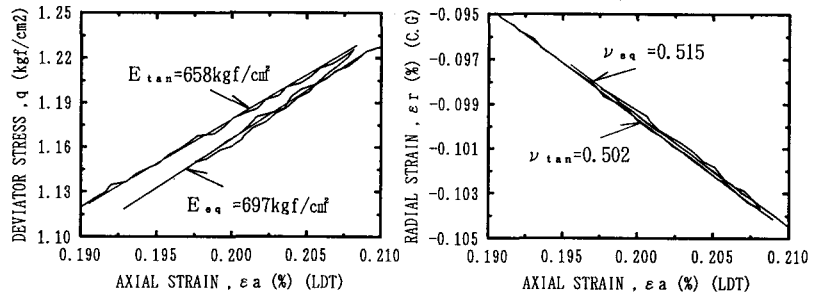


図-7 除荷・荷重ループの一例（6回目）

図-6に $q, \varepsilon_r \sim \varepsilon_a$ 関係を示すが、それぞれの関係から供試体の変形は線形的であり、また、図-7に微小な除荷・荷重ループの一例として6回目の $q, \varepsilon_r \sim \varepsilon_a$ 関係を示すが、 $E_{tan} \approx E_{eq}$ および $\nu_{tan} \approx \nu_{eq}$ であり供試体が弾性的であることがわかる。

図-8に E_{eq}, ν_{eq} の荷重中の変化を示す。荷重が進み変形が大きくなっても E_{eq} および ν_{eq} は一定であり、 ν_{eq} は0.5と測定されていることより、Clip gaugeの測定値は信頼できる。

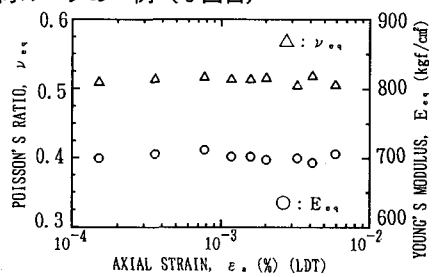


図-8 $E_{eq}, \nu_{eq} \sim \varepsilon_a$ 関係

おわりに： 側方ひずみを供試体の横方向変位より求める方法には数種あるが、そのうちのClip gaugeについて改良試作し、ウレタンゴム製供試体による検定を行なった。得られたポアソン比は妥当な値であったことから、その実用性を確認できた。なお、Clip gaugeの改良試作について御指導をいただいた東京大学生産技術研究所龍岡研究室の関係各位に厚く感謝する。

参考文献： 1)中島寿，原田俊之，鈴木剛，玉野浩之，龍岡文夫，木幡行宏（1993）：ダムロック材の変形特性におよぼす中ひずみ履歴の影響について，第28回土質工学会，神戸