

(Ⅲ-56) 小型埋設式ひずみ計測装置を用いた初期応力測定法

群馬高専	環境都市工学科	○正会員	木村 清和
群馬高専	機械工学科	正会員	黒瀬 雅司
金沢大学大学院	自然科学研究科	学生会員	鈴木 拓雄
山梨大学	土木環境工学科	正会員	平島 健一

1. 研究目的

近年、コンクリートおよび鋼構造物の老朽化に伴う健全度診断が安全性の確保と補修の観点から重要視されている。そこで、健全度診断を行う上で、構造物の状態を把握するため初期応力および現有応力を測定する方法が多数考案されている。そのひとつ二オーバーコアリングによる応力開放法を上げることができる。岩盤を対象にした場合、CSIRO法、Auckland New Zealand soft inclusion法、Swedish State Power Board法が既に開発されてゲージセルを埋設後オーバーコアリングにより内部応力が測定できる。しかし、これらの方法はゲージセルが直径約40mmと大きいと、オーバーコアリング径も大きくなる。そのため、測定が大掛かりとなりコストがかかるばかりでなく、対象物へのダメージも大きくなってしまふ。

そこで、本研究では直径18mmのゲージセルを開発し、直径70mmの小径オーバーコアリングによる対象物の内部における初期応力測定法の開発を目的とする。しかし、有限位置でのオーバーコアリングでは測定値にその影響がでる。よって本手法では有限位置でのオーバーコアリングの影響を考慮するために、接着層を有する介在物問題の複素関数による解析解を用いて、測定結果を逆解析することにより現有応力を求める。また、従来は応力開放前後のひずみを測定しその差のみをとっていたが、本研究ではコアドリルを改良することにより応力開放中も連続的にひずみを測定できる。これにより測定結果の信頼性を向上させることができる。さらに小径オーバーコアリングは構造物へのダメージが少なく、かつ費用も安く測定できる。

2. 測定方法

測定に用いた小型ゲージセル (Solid Inclusion-cell 以下 SI-セルと略す) の模式図を図-1 に示す。内部にゲージ長2mmの3軸ロゼットを2枚、単軸ゲージ2枚と温度ゲージを図のように配置し、エポキシ樹脂により成型した。先端にはリード線とのコネクタを取り付けている。測定時には図-2 に示すように SI-セルに Grew capsule を取り付けたプローブとしてパイロットホールに挿入する。

本研究では計測結果の信頼性を上げるため、オーバーコアリング中もひずみの変化を測定できるように図-3 に示すようにコアドリルを改良した。これによりスピンドルの中心をリード線が通るため応力開放中も連続してひずみを計測することができる。

次に図-4 に測定手順を示す。まず、最初に測定対象物にφ20mmのパイロット孔をあけ、その内部を清掃する。図-2 に示す測定プローブに接着剤を充填し、パイロットホールに挿入し、接着剤が硬化するまで保持する。その後、コアドリル内を通過するリード線のコネクタを接続し、φ70mmでオーバーコアリングを施す。最後にコア(φ68mm)を採取し実験室で切断することにより接着性の判定を行うことができる。

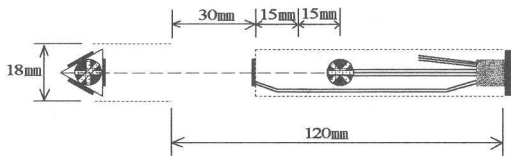


図-1 SI-セル模式図

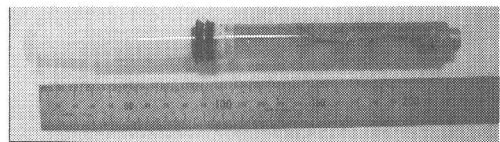


図-2 測定プローブ

キーワード：オーバーコアリング、初期応力測定、低コスト化

連絡先：群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬高専 環境都市工学科

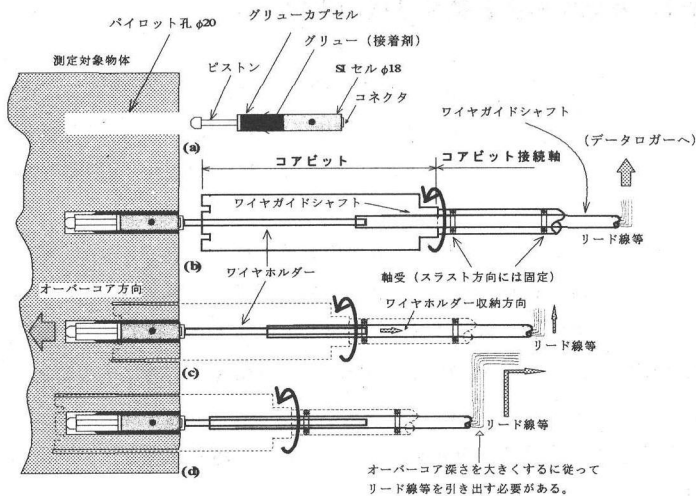


図-4 作業工程模式図

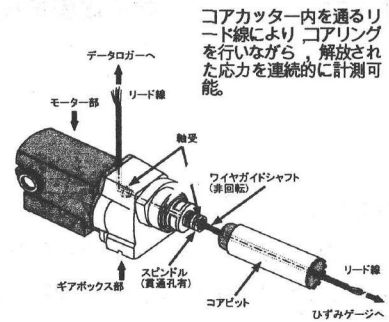


図-3 特注コアカッター模式図

3. 解析

本研究では、パイロットホールが直径 20mm に対しオーバーコアリング径が 70mm となるため有限位置でのオーバーコアリングの影響を考慮する必要がある。解析には 2 次元線形弾性論による複素応力関数を用いることにより、応力・ひずみが任意の点で求められることになる。解析モデルとしては図-5 に示すように、接着層を含む 3 層問題として遠方より一様荷重が作用する場合を想定している。

次に各領域における解析解を次式のように設定する。

$$\left. \begin{aligned} \Phi_k(z) &= A_3^{(k)} z^3 + A_1^{(k)} z + A_{-1}^{(k)} z^{-1}, \\ \Psi_k(z) &= B_2^{(k)} z^2 + K^{(k)} \ln z + B_{-2}^{(k)} z^{-2}. \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

上式中の係数 A, B は各境界条件によって決定される未定係数である。式中の $k(k=1,2,3)$ は各領域を示す。上記によって求められた解析解を次式に代入することにより、任意の着目点 $z = x + iy$ において、応力および変位が求められることになる。 κ_k は平面ひずみ状態のとき $\kappa_k = 3 - 4\nu_k$ および平面応力状態のとき $\kappa_k = (3 - \nu_k)/(1 + \nu_k)$ の値をとる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x^{(k)} + \sigma_y^{(k)} &= 4 \operatorname{Re}[\Phi'_k(z)], \\ \sigma_x^{(k)} - i\tau_{xy}^{(k)} &= 2 \operatorname{Re}[\Phi'_k(z)] - \left\{ \bar{z} \Phi''_k(z) + \Psi'''_k(z) \right\}, \\ u_x^{(k)} - iu_y^{(k)} &= \frac{1}{2G_k} \left[\kappa_k \overline{\Phi_k(z)} - \left\{ \bar{z} \Phi'_k(z) + \Psi'_k(z) \right\} \right]. \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

最後に紙面の関係で逆解析と測定結果の詳細は発表当日に報告いたします。