

III-684

軟岩を対象とした応力測定法の開発とその適用

西松建設株式会社 正会員○平田篤夫
 北海道大学工学部 正会員 石島洋二
 北海道大学工学部 正会員 藤井義明

1. はじめに

大規模構造物は、従来、硬質岩盤中に建設されることが多かったが、軟岩サイトでも重要構造物の建設が計画されるようになってきている。その際、原位置の応力状態を推定することは応力解析を行ううえで、必要である。硬質岩盤の応力測定法に関する研究はこれまで多く実施されていて、その適用例も多い。しかしながら、硬岩を対象とする応力測定法をそのまま軟岩に適用するには問題が多く、その適用事例は少ない。そこで、画像解析と応力解放法を適用して軟岩の応力測定が可能な方法を開発した。以下では、その測定原理と適用事例を述べ、今後の展望について考察する。

2. 測定原理

測定対象岩盤は弾性的に挙動するものとする。図1（a）に示すように直径 L の円形板（基準板）を測定面にピンで固定する。つぎに、測定面に印（標点）を付け、基準板と標点との距離 L_1 および L_2 測定する。ここで、基準板の周囲をコアリングして標点付近に作用していた岩盤応力を解放すると、図1（b）に示すように岩盤の変形にともなって標点と基準板との距離は L'_1 および L'_2 に変化する。このとき、測定面内の長手方向のひずみは、 $\varepsilon = [(L'_1 - L_1) + (L'_2 - L_2)] / L$ と評価できる。

基準板は図2のように反時計回りに角度30度毎に12点付番され、6つのひずみが測定されることになる。ひずみ分布は一様であると考え、最低3方向のひずみを測定すれば面内のひずみ成分（ ε_x 、 ε_z 、 γ_{zx} ）を決定することができる。しかし、6つのひずみが測定されるので最小自乗法を適用してひずみ成分を決定することにする。

測定はポータブルマイクロ스코プにより測定面に非接触で撮影した画像を用いて行う。撮影倍率は数十倍から数千倍であり、撮影した顕微鏡画像はマイクロフロッピーに記録できる。軟岩を対象とする場合には、変形が大きいため百倍程度の倍率で撮影する。得られるひずみの精度は寸法の読み取りの精度に依存する。現時点で、直ひずみの計測精度は 10^{-5} strain程度である。

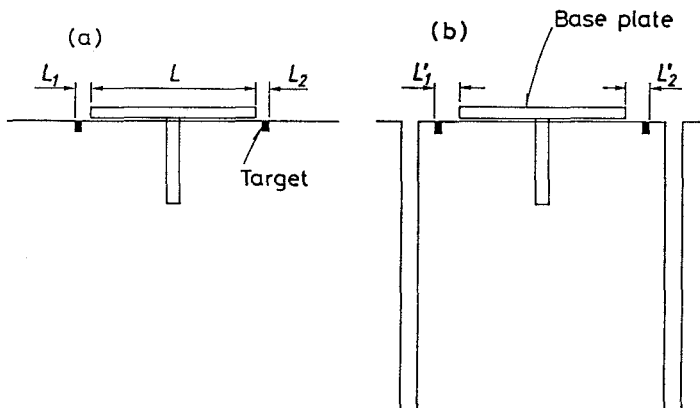


図1 基準板の設置、(a) 応力解放前、(b) 応力解放後

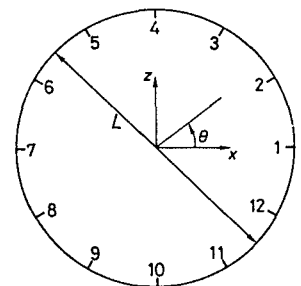


図2 円盤形基準板

3. 適用事例

測定地点は凝灰岩の採石場であり、採石後の直壁の高さは20mである。壁面の一部では表面剝離が生じている。測定は、岩盤表面と表面から15cm奥の岩盤内の2点で行った。図3はマイクログラフで撮影した同一標点付近の画像を微分等の画像処理したものの一例である。（a）は応力解放前、（b）は応力解放後に対応している。対象岩盤が凝灰岩であって鉱物粒子の区別が明瞭ではないため、標点は縫い針で穴を開け、蛍光塗料を塗布している。

図4は、（a）岩盤表面と（b）表面から15cm奥の岩盤内について、測定ひずみを口印で、また、これらにより最小自乗処理して求めた理論ひずみ分布を太実線で示したものである。また、同図中に理論ひずみ分布と岩石の力学的性質により決定された主応力（ P_1 、 P_2 ）の大きさとその方向を示している。これをモールの応力円として表すと図5のようである。破壊基準としてモール・クーロンの破壊基準を採用し、内部摩擦角 $\phi = 30^\circ$ として図中の破線のように考えると岩盤表面に比べて表面から15cm奥の岩盤が破壊しやすいことは明らかである。

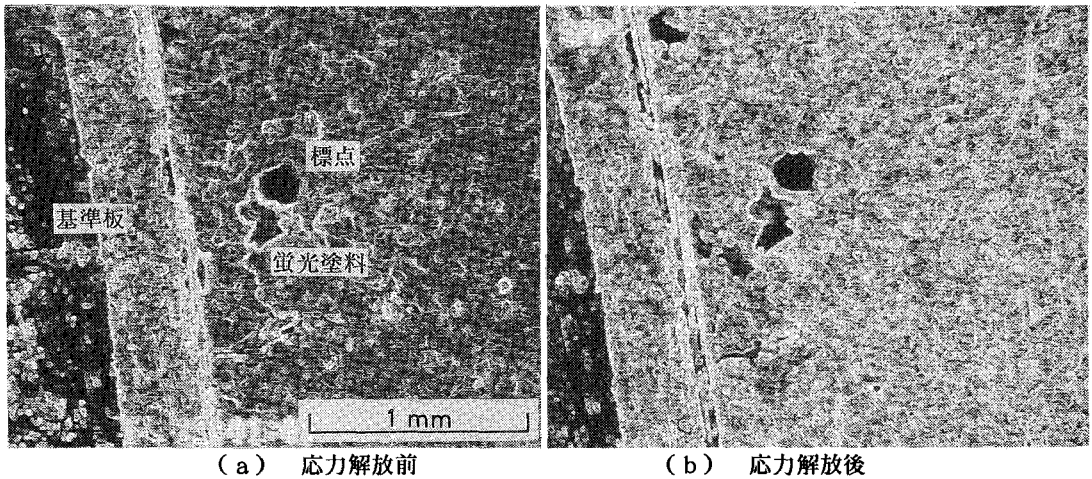


図3 岩盤表面の画像処理後の撮影画像

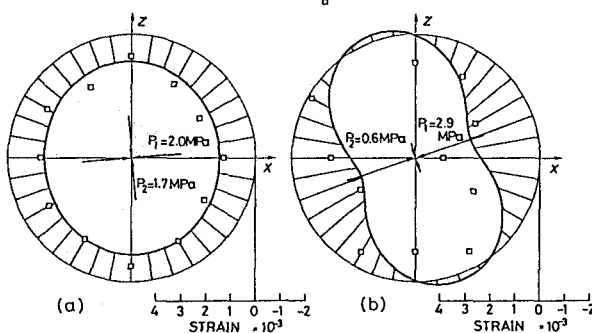


図4 ひずみ分布と主応力

（a）岩盤表面、（b）表面から15cm奥の岩盤

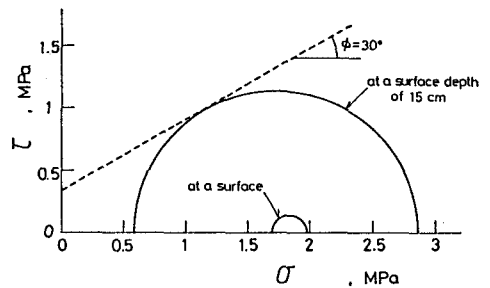


図5 測定主応力のモール円表示

4. おわりに

軟岩を対象とした応力測定法の概要を述べた。また、凝灰岩の採石場において表面剝離が生じるサイトでは応力測定を試み、その原因について考察した。本応力計測法は自由表面近傍にその適用が限定されていることなど、今後技術開発を行わなければならない点はあるものの、測定原理の簡便さを考えれば有用な測定方法と考えられる。