

# 大地に加わる力を測る

小 出 仁 (環境地質部)

Hitoshi KOIDE

地下の岩石には いろいろな力が加わっています。硬い岩石でも 大きな力が加わると壊れてしまいます。岩石が壊れる時の衝撃が地震の原因ですから 地下の岩石に 大きな力が加わっているかどうかを知ることができれば 地震の危険が迫っているかどうかを判断できるでしょう。しかし 地下深くに作用している力(応力)を測るのは非常に難しいのです。そのため 地下の応力を直接測って 地震予知に役立てようという考えは従来からありましたが なかなか実行できないでいました。しかし最近の技術の発達によって 可能性が出てきています。

地下の応力を測る方法はいろいろ考えられています。ひとつは石油の採掘の経験から発見された水圧破碎法で比較的深い位置での応力を測るのに適しています。また 鉱山やトンネルで岩石を掘り出すと きわめてわずかながら膨張することから この膨張の程度を精密に測って 地下にあった時に加わっていた力を逆算する方法が考えられました。この方法を応力解放法と呼び 鉱山やトンネルだけでなく 地下発電所やダムの岩盤調査に用いられています。岩塊を地中から取り出す時の変形を測定するには 精密な技術が必要で 特に条件の悪い地表から 直接に地下深い場所の応力を精度よく測るには なお様々な困難があります。しかし 応力解放法は 1回だけの測定でなく 応力の変化も連続的に測

れるという利点があります。地震の前に 応力が増加したり 応力の方向が変わったりするので このような応力状態の変動を正確に検出する方法が開発されれば 地震予知に役立ちます。

大きな力が加わると 岩石に割れ目ができたり 変形したりするため 様々な痕跡が残りますから それを調べると昔に加わっていた力(古応力)がわかります。そのような情報は 断層や岩脈やしゅう曲等の解析からも得られますし X線によって結晶のひずみを測る X線法や ごく小さな破壊時の音から測る AE法などもあります。また 地震波を調べることによって も力の加わった方向がわかります。このような様々な情報を総合して 地殻の応力状態を推定しなければなりません。

地質調査所では 応力解放法を主として用い 他の方法も組み合わせて 地殻の応力状態を推定する方法を開発しております。図1は 応力を測るため 地下約20mの深さから取り出された岩石のコアです。応力解放法によって応力を測るため 予め 小さな径のボーリングをして 中心にひずみ計を挿入し 変形を測りながら 抜き出したものです。抜き出した後には 多軸応力変化計を埋め込んで 応力の変化を継続的に測ります。

図2は 伊豆半島とその周辺での測定結果の例で 矢印の大きさと方向で 水平応力の大きさと方向を表して

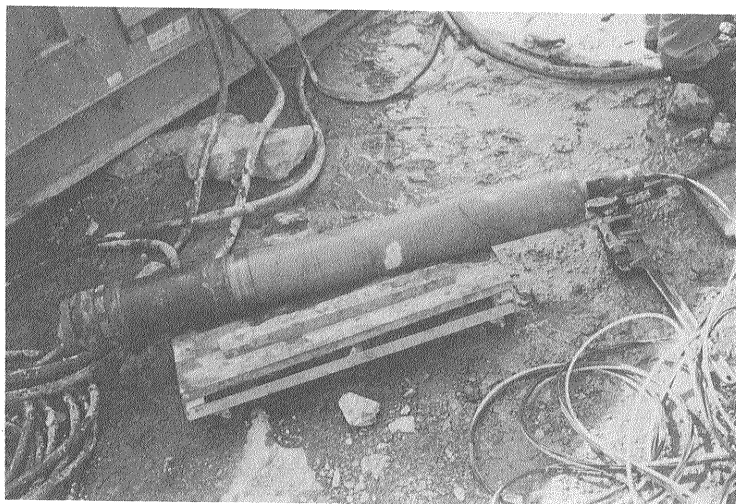


図1  
応力解放法による応力測定のため地下約20mの深度から取り出された岩石コア。芯にひずみ計が挿入されている。

あります。 TとSは 地質調査所の応力解放法による測定データで Nは国立防災科学技術センターによる

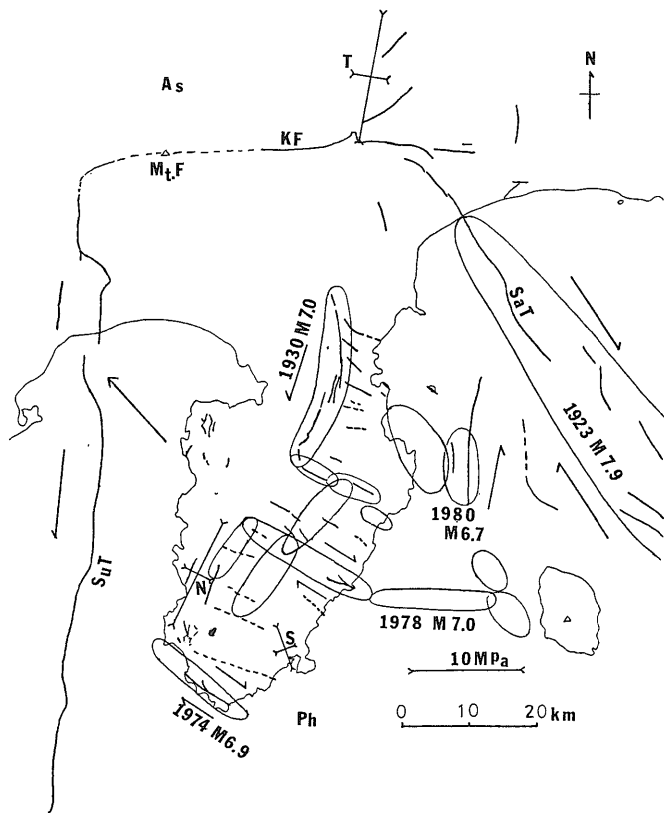


図2 伊豆半島付近における地殻応力測定と地震

測定です。 主な活断層と最近の地震の震源域も示してあります。 最近活動した断層の延長方向では大きな力に加わり 断層の間に狭まれたS点では応力が小さいことに注意してください。 特に 丹沢 (T点) では ほぼ南北方向に強い力 (10メガパスカル=約100気圧以上) で圧されていることがわかります。 最近のプレートテクトニクス・モデルによる 伊豆半島が本州にぶつかっているという説を裏づけています。

図3は 丹沢 (T点) での応力変化の測定例で Sは水平最大剪断応力の変化 Mは水平平均応力の変化です。 付近で発生した地震のマグニチュードと 応力観測点からの水平距離を参考に記入してあります。 1980年6月末の伊豆東方沖地震 (M6.7) の頃から 丹沢の剪断応力が増加しはじめ ごく近くで地震が活発に発生するようになっていきます。 伊豆での地殻変動の影響が 北方の丹沢付近での応力を増加させ 地震が発生していることがわかります。 しかし 応力の研究はまだ始められたばかりで 地殻応力の分布や変動の実態を明らかにするには なお一層の努力を必要としています。

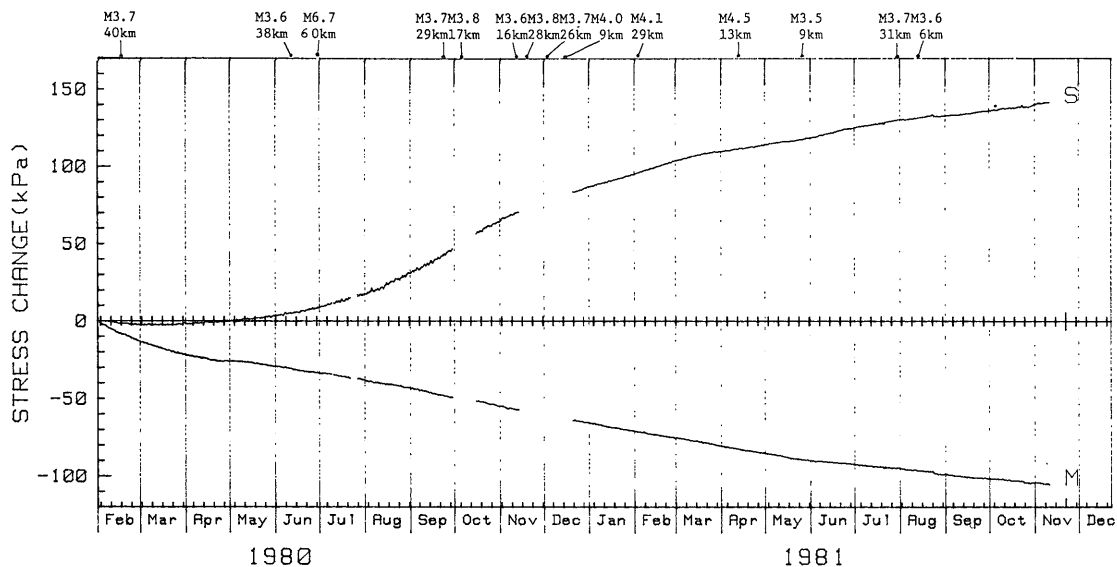


図3 丹沢地区における応力変化 (測定深度15m)  
単位: キロパスカル

S: 水平最大剪断応力変化  
M: 水平平均応力変化 (圧縮を負とする)