



Title	荷重分布測定セルについて
Author(s)	前田, 亙; MAEDA, Itaru
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 38, 49-54
Issue Date	1979-11-30
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.38.49">https://doi.org/10.14943/gbhu.38.49</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/14081">https://hdl.handle.net/2115/14081</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	38_p49-54.pdf



## 荷重分布測定セルについて

前 田 亟

北海道大学理学部付属地震予知観測地域センター  
(昭和53年11月1日受理)

### On the Load Distribution Measuring Cell

By Itaru MAEDA

Research Center for Earthquake Prediction, Faculty of Science, Hokkaido University  
(Received November 1, 1978)

For the rock mechanical experiments using large scale samples, it is very difficult to load uniformly. Then, it is necessary to measure the load distribution on sample faces. This paper reports a new type load cell (called stress cell) which may detect load distributions on sample faces and the total load.

#### §1. は じ め に

岩石破壊実験では試料に加えられる力が均質であることが望ましい。その為に、普通、岩石試料の成形を精度良く行うことが要請される。しかし、実験に際し、一様な荷重になっているか否かは保障されない。また、加圧が進んで試料内部のクラック分布が不均質になってくれば、実験装置や試料成形の精度に関係なく、荷重分布は一様でなくなってくる。

超大形試料を用いる場合には、試料成形精度を上げる事は著しく困難になってくる。この様に、完全均質荷重でない状態での実験結果を、均質荷重であると仮定して解析する事には明らかに問題がある。特に大形試料の場合には、精度良く成形されたとしても、加圧面各点の荷重の差の絶対値はかなり大きくなる可能性がある。実際には、上で述べた様に成形上の問題があるから、荷重分布が実験結果を左右する可能性がある。

一般的に言っても荷重分布を測定しておく事は有意義である。そこで荷重分布を測定できる装置を設計製作した。以下ではこの装置をストレスセルと呼ぶ。

## §2. 装 置

岩石試料を加圧するという条件から加圧面の単位面積あたりの耐荷重は4～5 Kbar必要である。これは一般の岩石の破壊強度を考慮したものである。ストレスセル（以下単にセルと呼ぶ）の全体としての耐荷重は、上の値に試料断面積（＝荷重面積）をかけた値になる。例えば直径40 cmの岩石試料を用いる場合には、単位面積あたり5 Kbarとして、全耐荷重は6300tになる。当センターに設置されているプレスの最大出力は2500tである。これに6300tの耐荷重は大き過ぎる様に思われるが、同じ岩質の小形の試料を用いる場合を考慮すれば、単位面積あたりの耐荷重が十分でなければならない。それ故、これだけの大きさの耐荷重が必要となる。普通のロードセル型式で、これだけ大きな耐荷重のものを作るとすれば非常に大きな装置になってしまう。ロードセルでは荷重分布を測定できない。

プレスの行程が有限であることから、これを出来るだけ有効に利用出来る様にしておくため、セルの軸方向の長さが小さい方が望ましい。以上の点をまとめると

- (1) 単位面積あたりの耐荷重5 Kbar 以上。
- (2) 全耐荷重＝5×試料断面積 t
- (3) 軸方向の長さ10cm 以内
- (4) 荷重分布測定可能

という性能又は性質が要請される。

以上の要請を満足するものとしてFig. 1に示す様なストレスセルを考えた。図中央部に示す角柱は太さと長さの比は1：4になっている。この角柱を精度良く研磨された板の上に等間隔で並べる。この間隔は各角柱にストレインゲージをはり、これからリード線を側方へとり出す為に必要である。しかし出来るだけ狭い方が良く、並べられた状態は図下部の様である。これに平行度の良い研磨された板を載せる。この状態でプレス押し板と試料の間に取りつける(Fig.2. 参照)。

角柱は不連続に両側の板を押すが板厚のため力が分散し、試料側では、ほぼ一樣になる。実際に生じる小さい分布荷重は岩石試料の実験である限り無視しても良いであろう。測定される分布荷重は試料と角柱の間の板の厚さによって、その意味するものが異ってくる。例えば板厚1 cm 角柱一辺1 cm、角柱間隔1 mm とすると各角柱の出力は3 cm 角位の面積の荷重の重みつき平均値程度となる。この重みは測定角柱のところで1であり、隣の角柱の外側ではほぼ0になる様な分布をしている。もし板厚を広げれば出力に影響する受圧面は広がる。

角柱の材質は(1)の要請を満足するものであれば何でも良い。しかし硬過ぎるものを用いればストレインゲージの出力が小さくなるので測定精度や感度が悪くなる。また加圧面での岩石の強度が変化した場合に、極端に硬い材料を用いると角柱に加わる力の分布が不自然に大きくなる。この荷重集中は逆に見ると試料への荷重分布のばらつきが不自然に大きくなることを意味する。従って材質は弾性領域が広く、降伏点が(1)の条件を満足し、岩石の弾性常数に近いヤング率をもつも

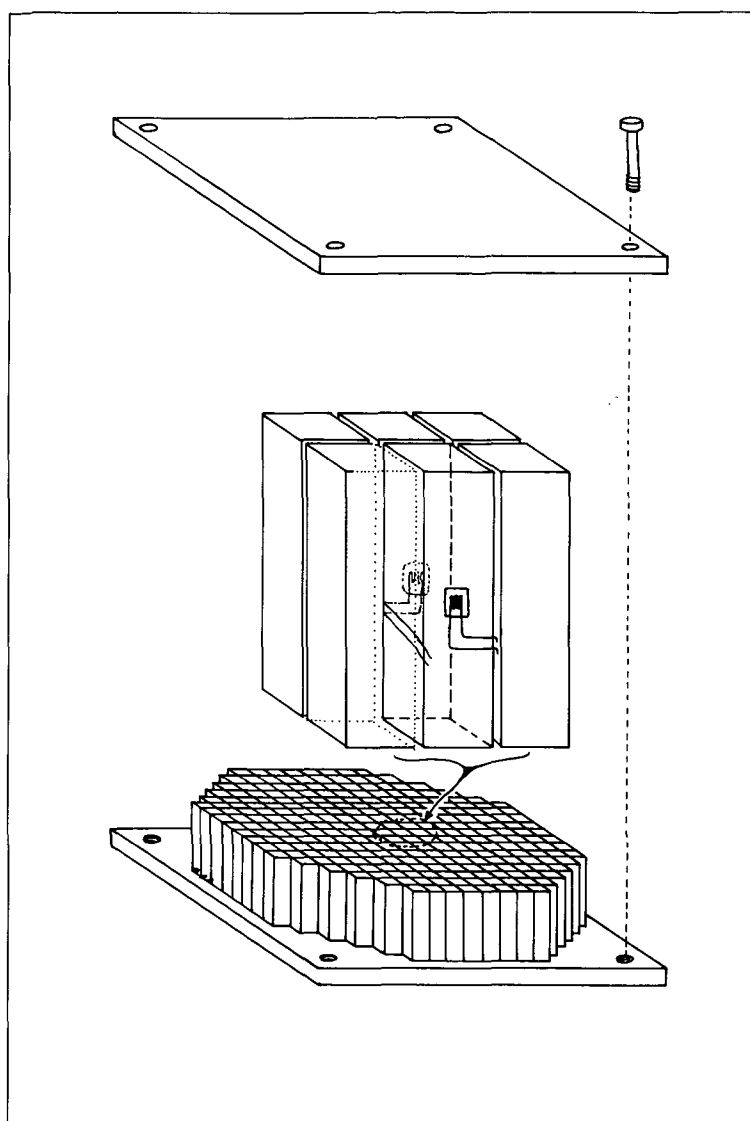


Fig. 1 The schematic diagram of the stress cell.

のが良い。ただしヤング率は岩石によって異なるので一意的に決めることは難しい。この条件は試料側のあて板についてもあてはまる。ただし、あて板の場合は板の曲げであるからより硬いもので良い。

### §3. 製作及び実測例

角柱の材質として、例えば硬質ベリリウム銅等が良いと思われるが、主に経済的理由で熱処理されたS45Cを用いた。これの熱処理後の特性は(1)の条件をほぼ満足するが、繰返し荷重（測定器であるから）に対しての安定性については必ずしも十分な特性をもっているとは言えないかも

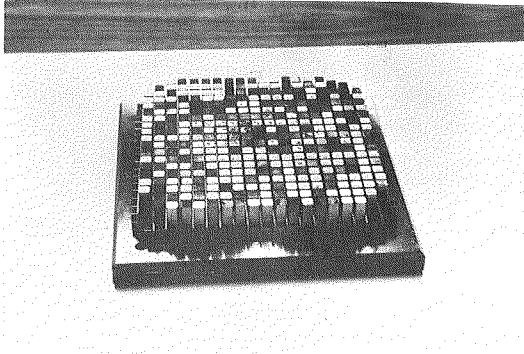


Photo. 1 The produced stress cell.

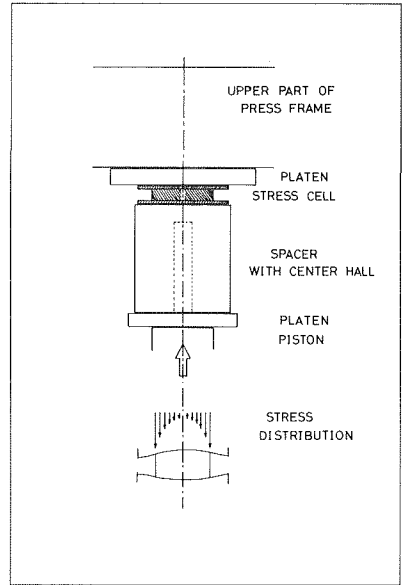


Fig. 2 A setting position of the stress cell and expected load distribution.

知れない。側板の材質はS K 3である。

大形岩石試料用として製作したものについて言うとも角柱の太さは一辺1 cmで長さ4 cmである。その数は約1200本になる。これを厳密に等長に、かつ、底面と軸の角度が直角になる様に研磨するのは極めて面倒な作業である。また、組立てる場合には、等間隔にこれだけの数を並べ、かつ横ずれを防ぐために多少の工夫が要る。1 mmよりわずかに薄い巾7 mm程度長さ40 cm以上の板を多数作りこれを1 cm間隔で基盤目状に組合せる。この時板には直交する板との交点を予め切り込みを入れておく。この様にして出来たマス目を側板の上に置きそこに角柱を立てていくという手順を用いて組立てた。この状態をphoto. 1に示す。これは小型のものである。

ストレインゲージは2板法を用い一本ずつ校正した。ただし1200本すべてにつける必要もないし、リード線の数が多すぎる(4800本)ので、実際には中心部、半径の半分位の所及び外周近くの角柱にゲージがつけられている。

実測例について述べる。Fig. 2にはプレスと試料の代りのスペーサ及びピストン等の配置を示す。特にストレスセルの受圧部の大きさと押し板との大きさの関係に注意する必要がある。この場合図下部に書いてある様な荷重分布が期待される。この時の実測値をFig. 3に示す。左にあるのが測定点を示している。この番号は応力曲線の右側に付けられた番号に対応している。また、多成分計録計のためペン位置は多少ずれている。6番の成分(外周)の感度は他の成分の半分になっている。この図で示した場合では、荷重の分布が半径方向にのみ依存しておらず、片押し状態になっていることが判る。

Fig. 4はFig. 2と同様にストレスセルをピストン直上部に置いた状態を示している。期待される

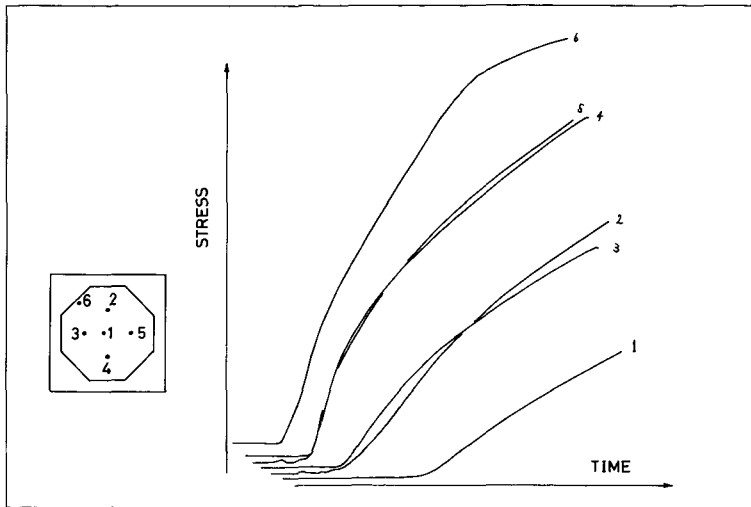


Fig. 3 Load-time curves at 6 measuring points and measuring positions.

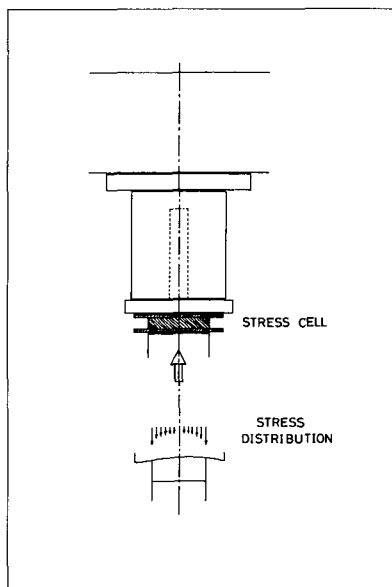


Fig. 4 Other cutting position from Fig. 2 of stress cell .

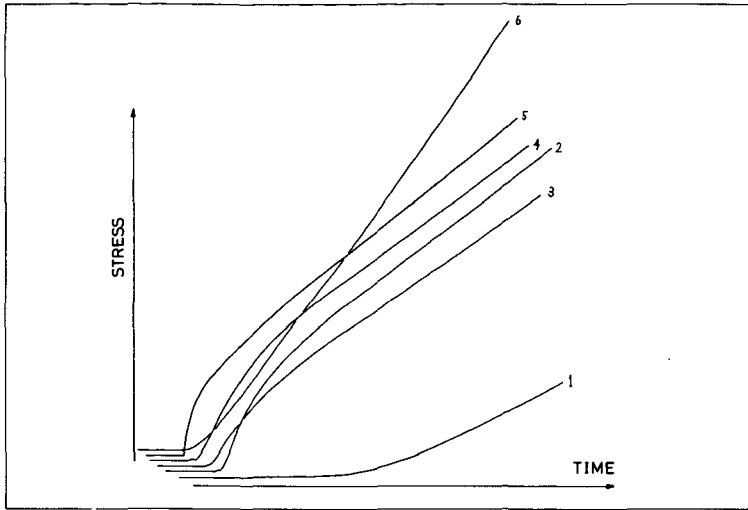


Fig. 5 Load-time curves in the case of Fig. 4.

荷重分布は図下部に示されている。Fig. 2 よりもセル外周での荷重集中の割合が小さいと期待される。この時の測定値は Fig. 5 に示されている。測定点は Fig. 3 に示したものと同じで番号も同様に対応している。ただし各成分の感度は全部同じである。この時は片押しが解消されている。

両方の場合共最大全荷重は 2500t である。以上の様に製作されたセルは所期の目的を満足するものであるが、角柱が厳密には固定されていないので、セルをとりはずしすると幾分状態が変わる様である。

## 謝 辞

このセルの材料の製作は東京金型工業株式会社により行なわれた。