

BRIDGMANS METOD FÖR BESTÄMNING AV SKJUVHÅLL-
FASTHET VID HÖGA NORMALTRYCK.

N. Lundborg

DS 1969:33

1.10.1969

STIFTELSEN
SVENSK DETONIKFORSKNING
SWEDISH DETONIC RESEARCH FOUNDATION

VINTERVIKEN — 117 48 STOCKHOLM
SWEDEN

BRIDGMANS METOD FÖR BESTÄMNING AV SKJUVHÅLL-
FASTHET VID HÖGA NORMALTRYCK.

N. Lundborg

DS 1969:33

1.10.1969

Sammanfattning:

En metod enligt Bridgman att bestämma skjuvhållfastheten vid tryck upp till 50 kb beskrives. Metoden torde kunna bli ett bra komplement till nu gängse metoder att bestämma hållfastheten hos bergmaterial. Metoden synes vara snabb och enkel och mycket små provmängder erfordras. En nackdel med de små provmängderna kan dock vara att bergmaterialens hållfasthet är volymsberoende.

På 1930-talet utörde P.W. Bridgman ett stort antal försök med att utsätta materiel för stora skjuvspänningar under höga normaltryck. Han använde därvid en apparatur enligt fig. 1.

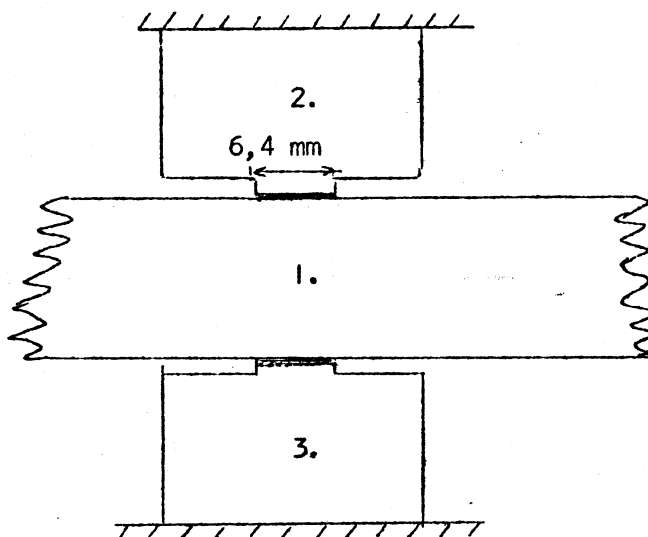


Fig. 1. Provanordning.

Stålbitarna 1-3 var gjorda av specialstål (Bridgman nämner att kullagerstål gett bästa resultatet). Mellan stålbitarna placerades tunna skikt av provmaterialet. Anordningen placerades i en press, som trycker bitarna mot varandra och därvid ger ett normaltryck. Materialet flyter därvid ut till så tunt skikt att friktionen mellan stålytorna ger jämvikt.

Genom att sedan vrilda stålbit nr 1 kunde Bridgman mäta vridmomentet som funktion av normaltrycket och därur beräkna det lägsta av värdena för friktionen resp. skjuvhållfastheten. Ett överslag gav vid handen att variationen i normaltrycket med radien endast obetydligt inverkade på vridmomentet. Bridgman erhöll därvid friktionskoefficienten

$$\mu = \frac{0.3}{2.2\pi a^3} \frac{M}{P} \quad (\text{för två sidor}) \quad (1)$$

där M är vridmomentet, P normaltryckets medelvärde och a tryckytans radie.

Skjuvhållfastheten blir på samma sätt

$$\tau_n = \frac{0.3}{2.2\pi a^3} \cdot M \quad (\text{för två sidor}) \quad (2)$$

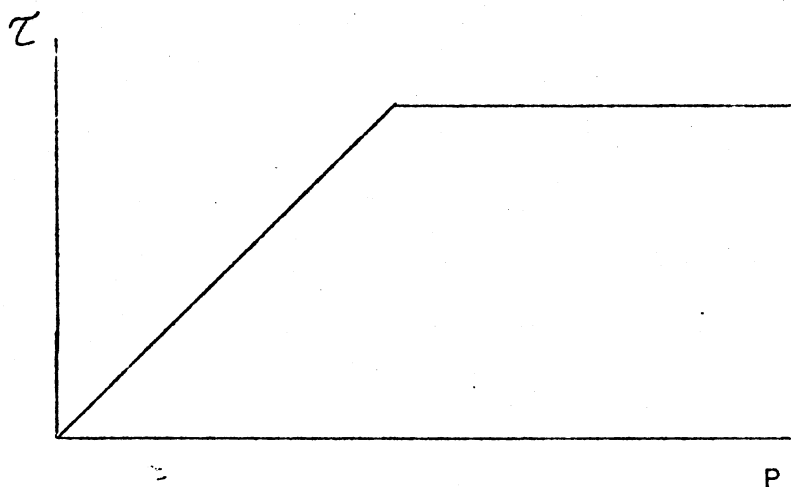


Fig. 2. Skjuvspänningen som funktion av normaltrycket.

För ett material med skjuvhållfastheten oberoende av normaltrycket fås därvid en kurva enligt fig. 2. För de flesta material fås emellertid en kurva enligt fig. 3.

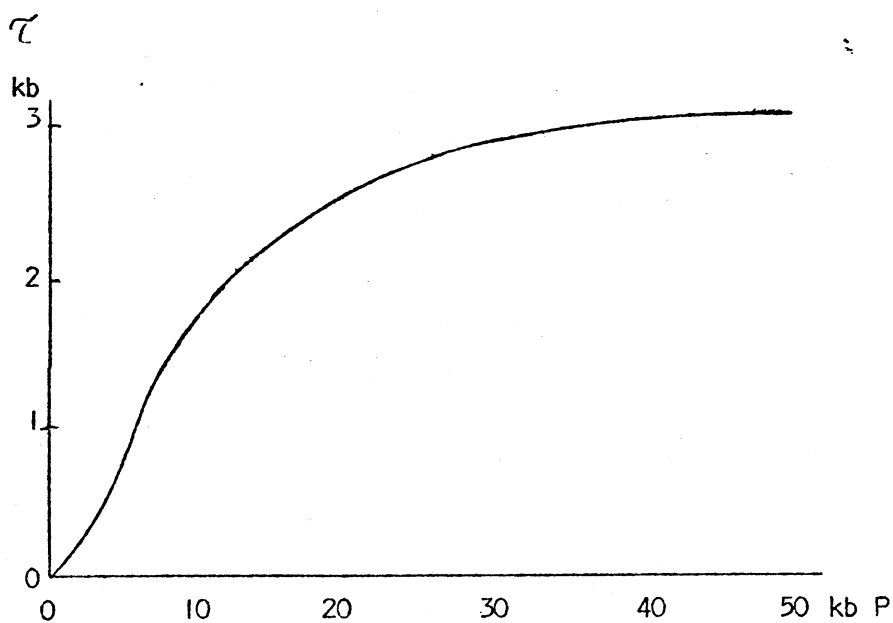


Fig. 3. Skjuvspänning som funktion av normaltrycket för magnesium.

Larsen och Bridgman (1933) har undersökt ett stort antal mineral med denna metod. De har emellertid lagt huvudvikten vid mineralens omvandling vid dessa höga tryck och skjuvspänningar, varför just inga värden på skjuvhållfastheten finns att tillgå.

Tabell I visar skjuvhållfastheten vid atmosfärstryck och vid 50 kb tryck för ett antal metaller enligt Bridgman (1937).

Wentorf (1962) har uppmätt hållfastheten för pyrofyllit, bly och koppar med Bridgmans metod (fig. 4). Hans värden för bly och koppar avviker dock starkt från Bridgmans resultat (tab. I).

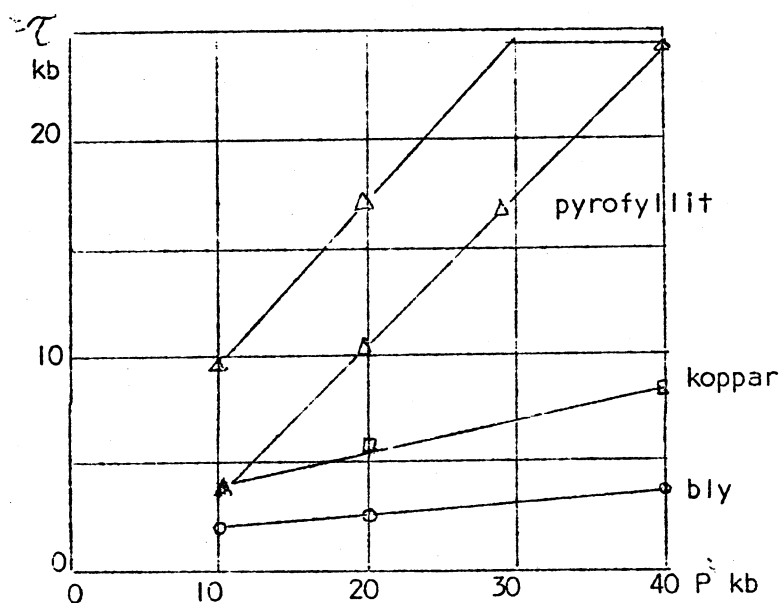


Fig. 4. Skjuvhållfastheten som funktion av normaltrycket för bly, koppar och pyrofyllit.

För ett stort antal svenska bergarter finns skjuvhållfastheten uppmätt för normaltryck upp till 6 kb. (Lundborg 1963). Bridgmans metod vore här ett lämpligt komplement till dessa mätningar för att erhålla värden upp till 20-50 kb området, där man normalt ligger vid sprängningar i berg.

Tabell 1. Skjuvhållfasthet vid atmosfärstryck och 50 kb.

(1) τ_{23} , (2) τ_{10} , (3) τ_{40} .

Mat.	τ_0 (kb)	τ_{50} (kb)	Mat.	τ_0 (kb)	τ_{50} (kb)
Al	0.30	3.20	Mo	3.50	12.10
Pb	0.09	0.65(1)	Ni	2.50	8.70
Cd	0.33	0.86(2)	Pd	1.05	5.60
Ca	0.25	1.80	Pt	0.95	5.80
Co	1.25	6.30	Ag	0.65	4.70
Fe	1.25	10.60	Ti	0.05	11.00
Au	0.70	4.50	W	7.50	12.70
Cu	1.10	4.90(3)	Zn	~0.80	2.00
Mg	1.00	0.98(4)	Sn	0.13	0.77

Referenser.

- Bridgman, P.W. The Physics of high Pressure -
G. Bells and Sons Ltd, London (1949).
- Larsen, E.S. and Shearing Experiments on some selected
Bridgman, P.W. Minerals and Mineral Combinations -
Am. J. of Science 36 (1938).
- Bridgman, P.W. Flow Phenomena in Heavily Stressed
Metals. - J. Appl. Phys. 8 (1937).
- Bridgman, P.W. Shearing Phenomena at high Pressures,
particularly in inorganic Compounds.
- Proc. Am. Acad. Arts and Sciences 71 (1937).
- Wentorf, R.H. Modern Very High Pressure Techniques.
- Butterworths, London (1962).
- Lundborg, N. Strength of Rock-like Materials
- Int. J. Rock. Mech. Min. Sci. 5 (1968).