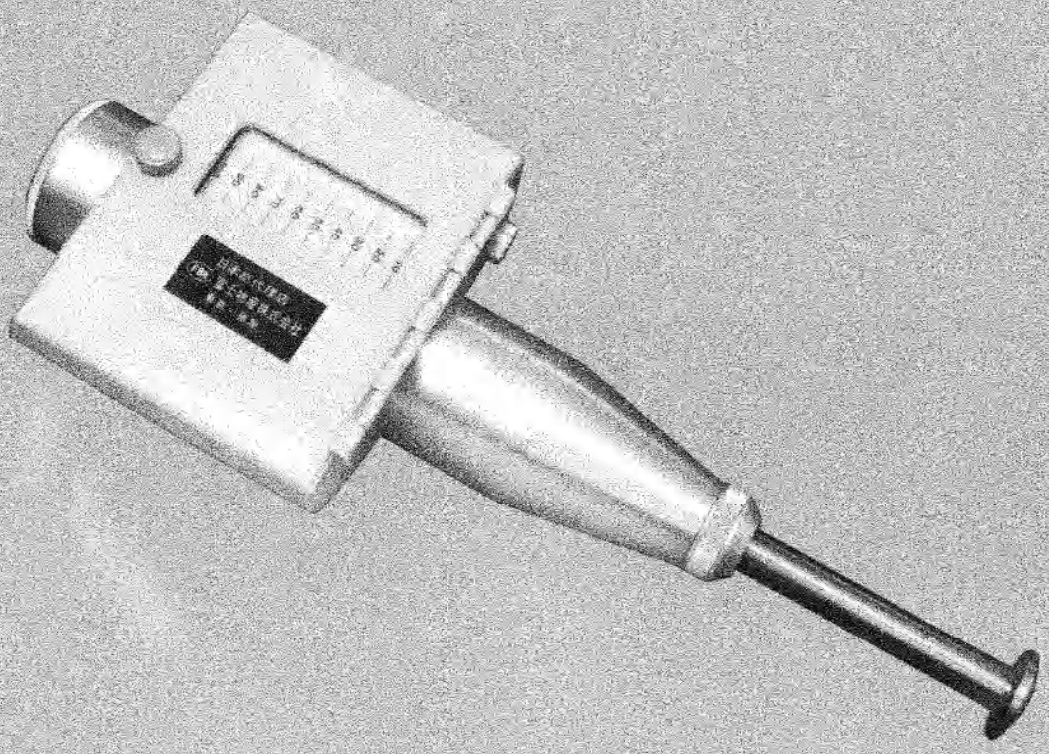
SCHMIDT®

スイス・日本・アメリカ・ドイツ其他世界各国特許登録済

最新のスイス製携帯用非破壊岩盤計測機

シュミット・ロックハンマー

取扱説明書



はじめに

ダム、発電所、トンネルなど土木構造物の設計には、基礎岩盤の変形係数および静弾性係数は、不可欠な物性値です。これらの物性値は、一般に、構造物箇所の基礎岩盤中に掘削される調査坑を利用して実施される岩盤変形試験の結果から得られます。しかし、岩盤の変形試験はかなり多額の費用と日数を必要とするため、すべての土木構造物の基礎岩盤に実施することは、かなり困難です。

シュミット・ロックハンマーは、岩盤の固密性を反発度で表現するものですが、この特徴は、岩盤の固密性を表現する点では、変形係数および静弾性係数と共通するものと考えられます。したがって、岩盤について**シュミット・ロックハンマー**の反発度と変形係数および静弾性係数との対応づけを行っておけば、反発度から変形係数および静弾性係数のオーダーを推定することができ、設計に用いる物性値の迅速な把握を必要とする建設時においては、かなり有効になるものと考えられます。

このような着想から考案された方法が、**シュミット・ロックハンマー**による岩盤計測方法です。

目　　次

1．シュミット・ロックハンマーの操作方法……2ページ

2．岩盤計測の方法……4ページ

3．反発度と静弾性係数、変形係数、岩盤等級との関係……6ページ

4．シュミット・ロックハンマーの部品表及び部品展開図……12ページ

5．テストアンビルの利用とシュミット・ロックハンマーの調整……14ページ

1．シュミット・ロックハンマーの操作方法

シュミット・ロックハンマーＫＳ型の取扱いは非常に簡単で、その操作に熟練を必要とせず、かつ危険もありません。しかし測定機である以上、慎重に正しく取り扱う事が必要です。測定に先立って、ここに記載されている操作要領を熟読して下さい。（部品展開図13ページ参照）

測　定　準　備

(1)　本体はケースに納めてあります。ケースの中には記録紙３巻と研磨用カーボランダム砥石1個及び筆記具が添付してあります。（KNSは、除く）

(2)　ケースより本体を取り出して下さい。この場合、プランジャー①は引き込まれたままの状態にあります。
プランジャーの先を固い物体にゆっくり押しつけると、プランジャーが伸び、測定出来るようになります。

操　作　手　順

(1)　本体を持って岩盤測定面にプランジャー①を当て、面に対して直角を保ちながら、静かに力を入れて押しつけると、ハンマー⑭の衝撃作用が起り、同時に反発度（Ｒ）が自動的に記録されます。
この操作をくり返すことにより、連続的に測定ができます。
（この操作中はプッシュボタン⑥に触れてはなりません）

(2)　衝撃によるハンマーの反発の度合は、棒状グラフが示す数字を読むことにより判ります。**この反発度を別掲の各関係図表に照合することにより、変形係数、静弾性係数および一軸圧縮強度を知ることができます。（KNSタイプは、数字を記載して下さい。）**

(3)　**シュミット・ロックハンマー**は、原則として水平軸方向に使用するものですが、被測定面が若干傾斜している場合でも、測定に差し支えありません。垂直上下方向および傾斜面に対しても使うことが出来ます。この場合には、傾斜角に対する補正値を求める必要があります。但し傾斜面に対する測定の場合も**シュミット・ロックハンマー**をその面に対して直角に当てることが必要です。

（注1） ここに、参考例として、コンクリートの場合の傾斜角に対する補正値（△R）表を引用致します。

図－1　傾斜角に対する補正値

反発度 R	傾斜角に対する補正値（△R）			
	+90°	+45°	−45°	−90°
10			+2.4	+3.2
20	−5.4	−3.5	+2.5	+3.4
30	−4.7	−3.1	+2.3	+3.1
40	−3.9	−2.6	+2.0	+2.7
50	−3.1	−2.1	+1.6	+2.2
60	−2.3	−1.6	+1.3	+1.7

（注2） **シュミット・ロックハンマーＫＳ型**の記録紙には、反発度だけが記録されますので、垂直下向き、垂直上向き、下向き45°、上向き45°、水平軸方向のいずれで使用したかの区別は筆記具で、記録紙にメモして下さい。

2．岩盤計測の方法

(1) 測定位置の選定

① 岩盤評価における**シュミット・ロックハンマー**の計測は、同一岩盤等級とみなせる範囲で行って下さい。

② 岩盤計測では、岩盤内に存在するシーム、節理および層理等の影響により、計測値のばらつきが大きいため、測定位置、測定数および計測回数の設定に当っては、一定の基準を設ける必要があります。

③ 被測定岩盤の極く一部分が浮石状を呈している場合、浮石部分の測定は避けるようにして下さい。（ただし、脆弱盤では、全体的に開口割目が発達している場合があります。このような脆弱岩盤では岩盤の表層部の浮石状態は、実際の岩盤等級を表現するものと考えられますので、被測定面が浮石状態でも測定に差し支えありません。）

また、割目が開口して石積状を呈する場合で、一辺の長さが40～50cm以上の岩塊については測定を避けて下さい。

④ 被測定岩盤が、全体的に軟質であるが、岩盤の内部に大きな硬い岩塊（一辺の長さが40～50cm）を挟在する場合は、岩塊面の測定を避けて下さい。（岩塊面の測定値は単一岩塊の反発度を表わすことになります。）

⑤ 被測定岩盤に、方向性を有する節理が発達している場合には、節理の方向性に対する片寄った測定を避けて下さい。

(2) 測定上の注意事項

① **シュミット・ロックハンマー**を岩盤の測定面に対し、直角に保ちながら、衝撃作用が起きるまで静かに押し続けます。

② **シュミット・ロックハンマー**は、原則として水平軸方向に使用して下さい。

③ 測定面が凹凸を有する場合は、測定を避けるか、または砥石で磨いて平滑にして下さい。

④ 真の岩盤の反発値を得るため、被測定面に付着している堀削時の岩塵を除去して下さい。

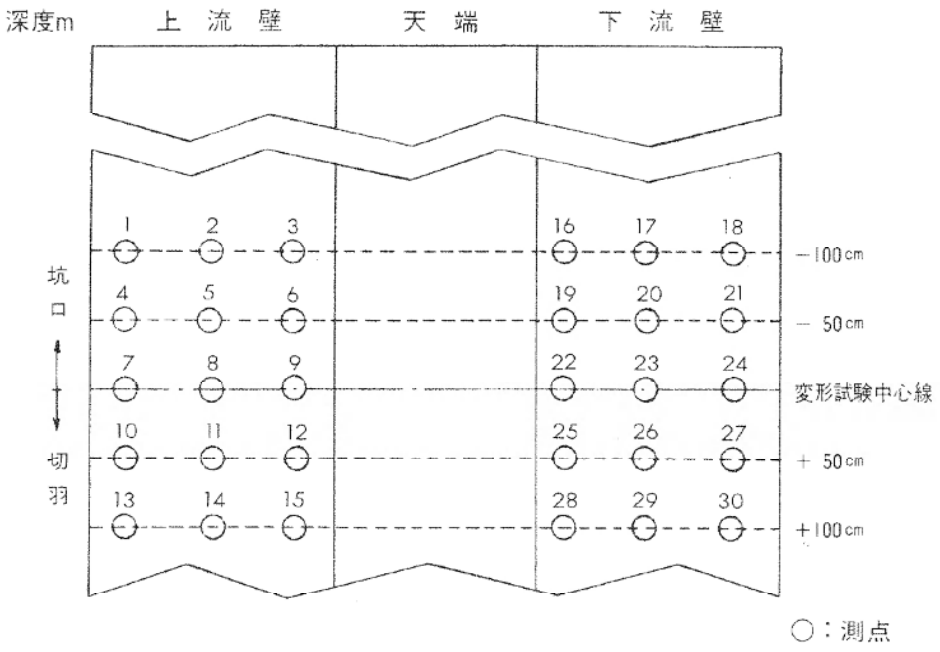
(3) 岩盤計測の実施例(ジャッキ試験法との併用)

① 計測の範囲は、変形試験における応力の伝播範囲（載荷板直径の3～5倍と考えられている）を考慮して、載荷板の中心から±100cmとする。

② 図－2の展開図に示した方式で計測点(30点)を設定する。

③ 各測点における計測では、岩盤内に存在する節理、シームなどの影響による計測値のばらつきを考慮して、1測点の計測は5回(ただし、正しい測定方法による測定回数)とする（同一面上の重複する計測は原則として避ける。）得られた計測値の最大値と最小値は切捨て、残りの平均値を測点の反発度として採用する。

図－2 調査横坑におけるシュミット・ロックハンマーの岩盤計測基準



3．シュミット・ロックハンマー反発度と静弾性係数，変形係数，岩盤等級との関係

(1) 反発度と各係数値との関係

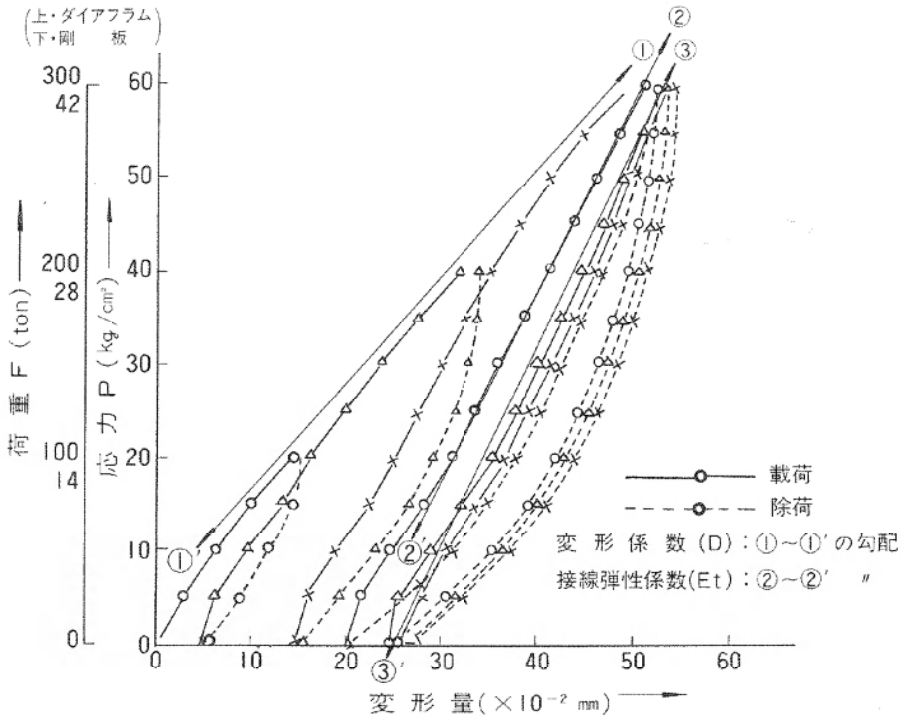
この説明書に用いた各係数値は、主にダム基礎および発電所箇所で実施される岩盤変形試験結果に基いています。変形係数(D)は、最大荷重約70kg／㎠における包括線の勾配で表わしました。弾性係数は荷重70kg／㎠における載荷時の変形曲線の直線部分の勾配から求めた接線弾性係数Etを用いました(図－3参照)。なお、最大荷重が70kg／㎠未満の場合には、最大載荷時の荷重で各係数を算出しました。

図－4は、反発度と静弾性係数との関係を示しています。図－4によれば、反発度が大きくなるにしたがって静弾性係数は対数的に大きくなる傾向を示しています。

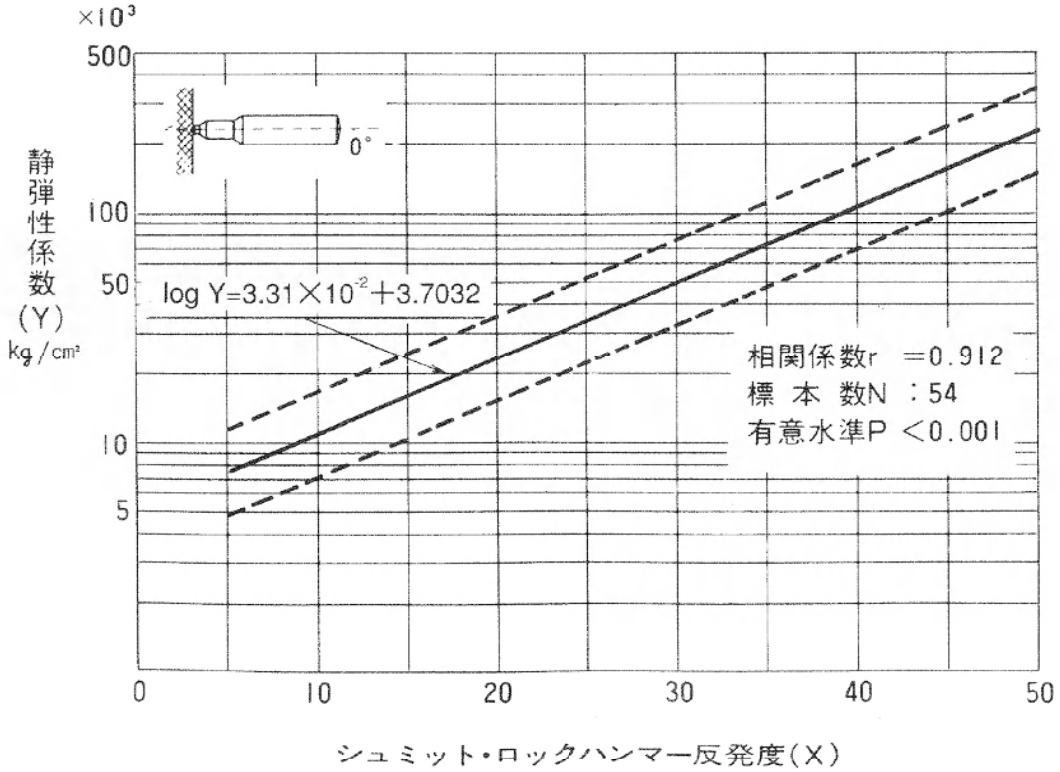
図－5は、乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数を示しています。図－5に示すように、適用範囲の拡張として、乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数の関係が硬質岩、軟質岩を問わず、一定の関係にある事から、物質的には、硬質岩から軟質岩まで同一次元で扱えるものと考えられます。
(斉藤和雄・菊地宏吉：「第9回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要」より引用。)

なお、図－7、図－8は反発度と静弾性係数の関係、反発度と変形係数の関係、および岩盤等級と静弾性係数、変形係数との関係を総括的にまとめたものです。これらは、岩盤の物性値を背景とした岩盤等級の分級に関する参考例を示しております。

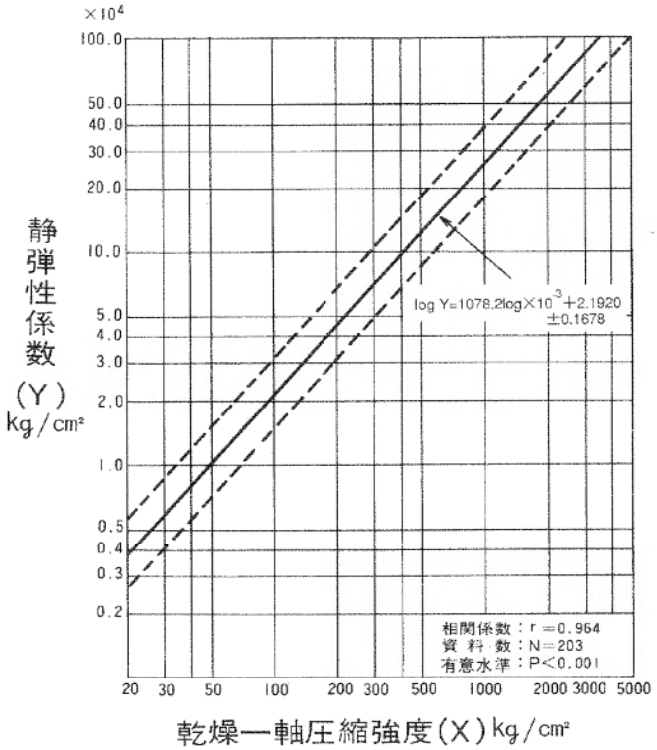
図－3 荷重・変位曲線の例



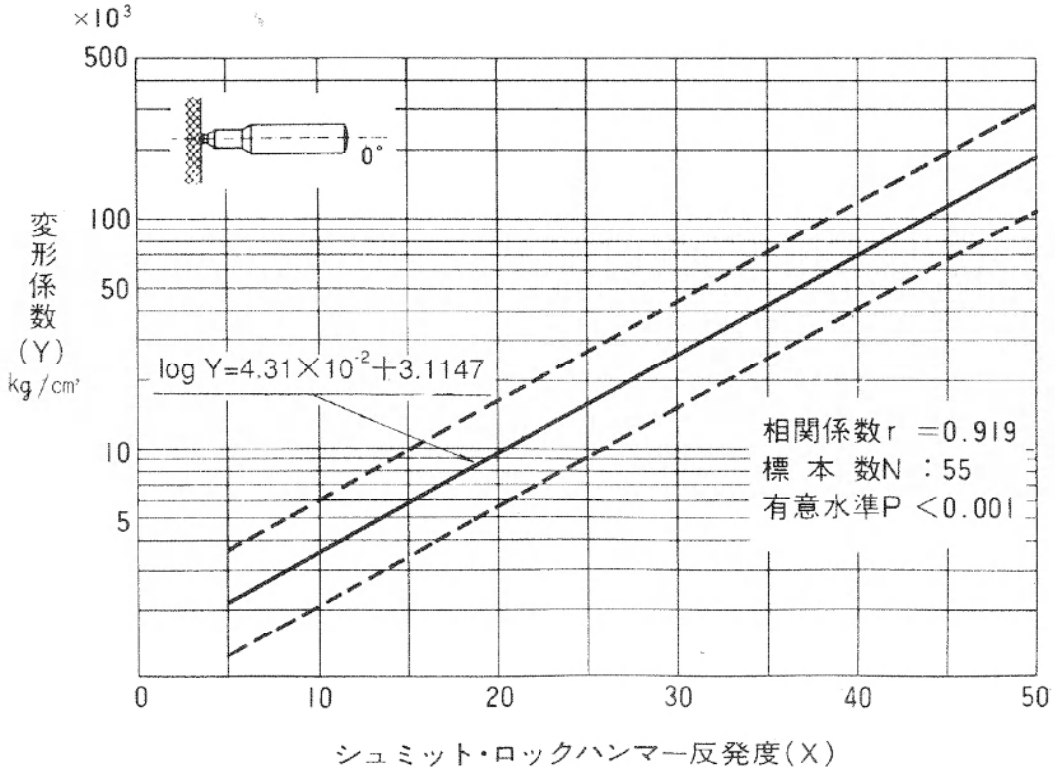
図－4　シュミット・ロックハンマー反発度と静弾性係数との関係



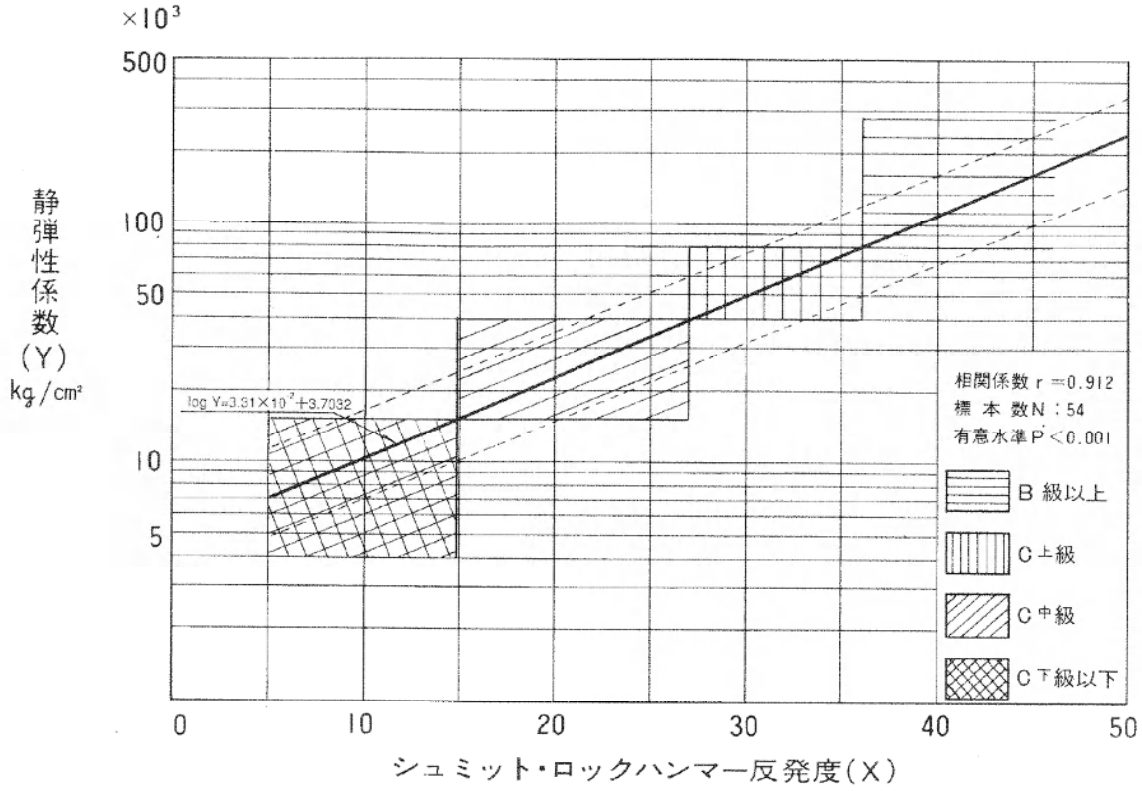
図－5 岩石テストピースにおける乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数との関係



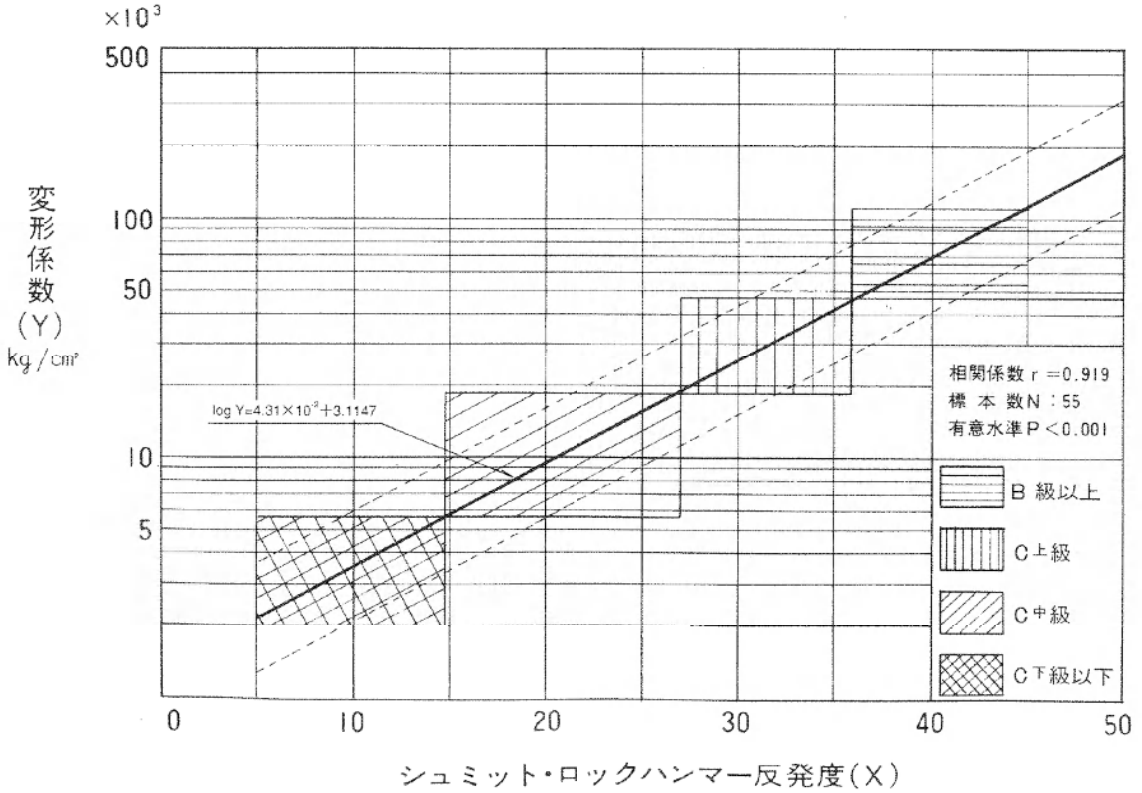
図－6 シュミット・ロックハンマー反発度と変形係数との関係



図－7 シュミット・ロックハンマー反発度と{岩盤等級／静弾性係数}との関係



図－8 シュミット・ロックハンマー反発度と{岩盤等級／変形係数}との関係



(2) 岩盤等級と反発度との関係〔補足〕

参考のために、電力土木の分野で一般的に用いられている電研式岩盤等級と**シュミット・ロックハンマー**の反発度との関係を図－9に示します。

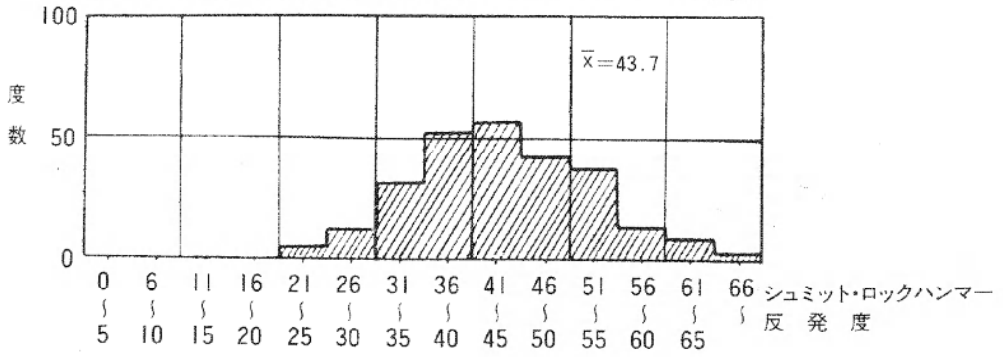
図示の如く、B級岩盤における反発度は21～66以上とかなり広い範囲に分布していますが、全体的には、大きな反発度の範囲に分布しています。C上級岩盤における反発度も16～55と広い範囲に分布していますが、B級岩盤の反発度分布と比較すれば、最頻値の差異は明らかです。C下級岩盤における反発度は比較的狭い範囲で分布し、全体的に低い反発度を示していますが、これは、このクラスの岩盤が岩質的に堅硬であっても、開口節理が著しく発達して石積状を呈しているか、あるいは、岩石自身の固結度が低いためです。

このように、岩盤等級における**シュミット・ロックハンマー**反発度の分布は、ある程度のばらつき、あるいは重複する部分を有してはいますが、図－9の度数分布から各岩盤等級について、加重相加平均をとって平均反発度を比較すると、各岩盤等級間にはっきりした差異が認められます。ただ、C下級岩盤のうち、D級に近いものでは、反発度が7程度以下になるので、その箇所の測定は避けて下さい。

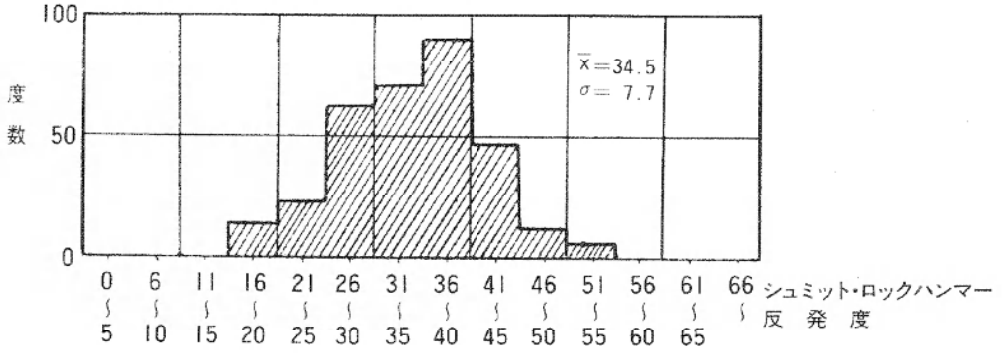
なお、各岩盤等級の反発度分布の間には、かなりオーバーラップした部分が認められますが、これは、各岩盤等級の岩盤の性状が、単純な構成ではないこと（例えば、C上級岩盤は堅固な岩盤とやや脆弱な岩盤の混在する物）を意味するものです。

図－9 岩盤等級とシュミット・ロックハンマー反発度との関係

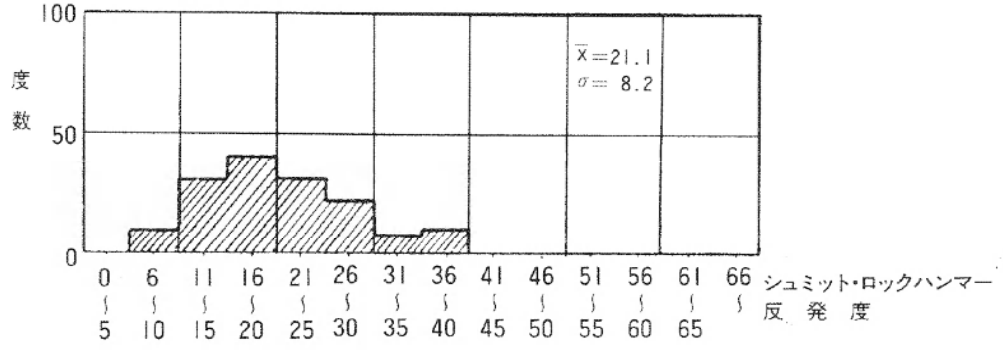
図－9-1 B級岩盤におけるシュミット・ロックハンマーの反発度



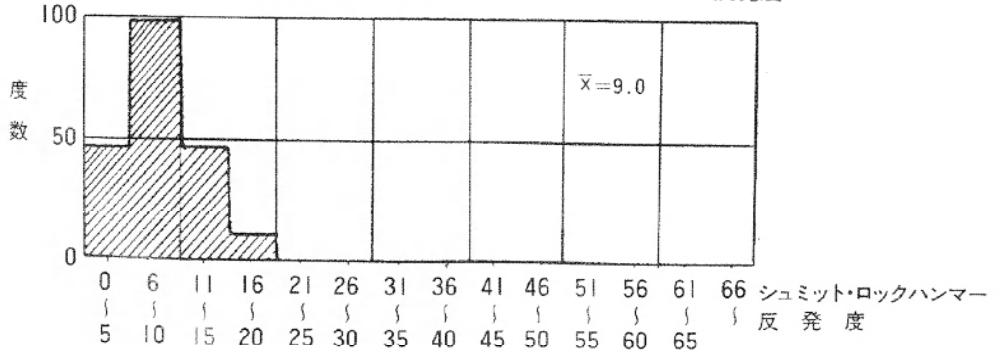
図－9-2 C上級岩盤におけるシュミット・ロックハンマーの反発度



図－9-3 C中級岩盤におけるシュミット・ロックハンマーの反発度

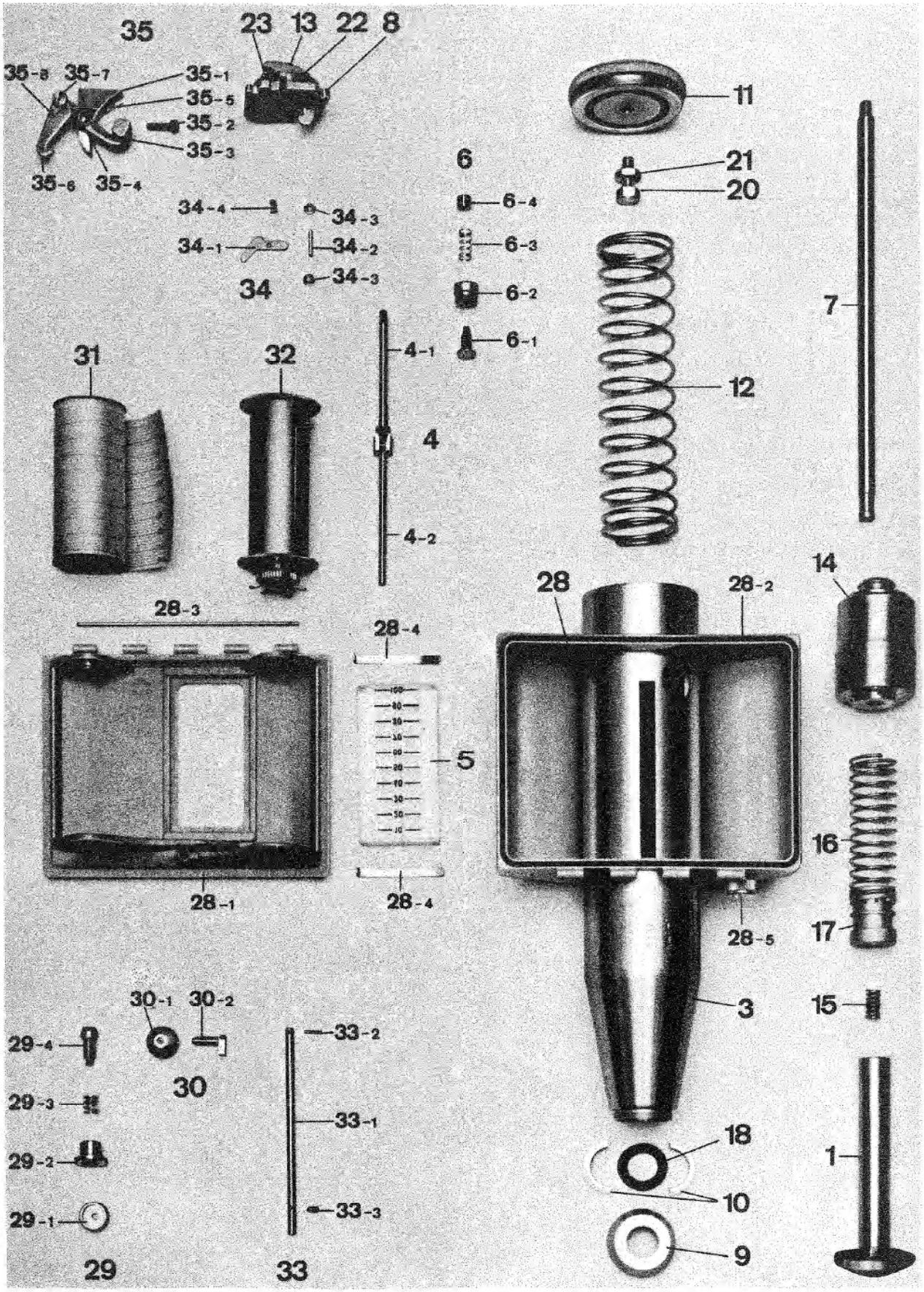


図－9-4 C下級岩盤におけるシュミット・ロックハーマーの反発度



4．シュミット・ロックハンマーKS型部品表及び部品展開図

部品No.	部　品　名	部品No.	部　品　名
1．	プランジャー	29．	ロールリターンノブ
3．	ハウジング	29－1．	ノ　ブ
4．	指　針	29－2．	ブッシュ
5．	スケール	29－3．	ノブスプリング
6．	プッシュボタン	29－4．	ボ　ル　ト
7．	ハンマーガイドバー	30．	ケースカバー用固定ノブ
8．	デイスク	30－1．	固定ノブ
9．	キャップ	30－2．	固定ボルト
10．	リ　ン　グ	31．	ペーパーロール
11．	カ　バ　ー	32．	リ　ー　ル
12．	圧縮スプリング（大）	33．	リールピン
13．	ハ　ド　メ	33－1．	ピ　　ン
14．	ハ　ン　マ　ー	33－2．	セフテイピン
15．	スプリング（小）	33－3．	セフテイネジ
16．	インパクトスプリング（中）	34．	リリーズレバー
17．	ガイドスリーブ	34－1．	レ　バ　ー
18．	フエルトワッシャー	34－2．	ピ　　ン
20．	調整ネジ	34－3．	ワッシャー
21．	ロックナット	34－4．	スプリング
22．	ピ　　ン	35．	送りメカニズム
23．	ハドメスプリング	35－1．	固定ピース
28．	プラスチックハウジング	35－2．	アレンネジ
28－1．	プラスチックハウジングカバー	35－3．	送りレバー
28－2．	Oリング	35－4．	ネ　　ジ
28－3．	ジョイントピン	35－5．	スプリング
28－4．	セフテイブライドル	35－6．	送りハドメ
28－5．	リール送りノブ	35－7．	ネ　　ジ
		35－8．	スプリング


35
23
13
22
8
35-8
35-7
35-1
35-5
35-2
35-3
35-6
35-4
11
6
21
20
34-4
34-3
34-1
34-2
34-3
34
6-4
6-3
6-2
6-1
7
31
32
4-1
4
4-2
12
14
28
28-2
28-3
28-4
5
16
28-1
28-4
28-5
17
30-1
30-2
3
15
29-4
30
33-2
29-3
33-1
18
1
29-2
10
29-1
33-3
9
29
33

5. テストアンビルの利用とシュミット・ロックハンマーの精度確認

シュミット・ロックハンマーは特別の手入れをほとんど必要としませんが高度の精度を要求される試験機ですから慎重に取扱って下さい。

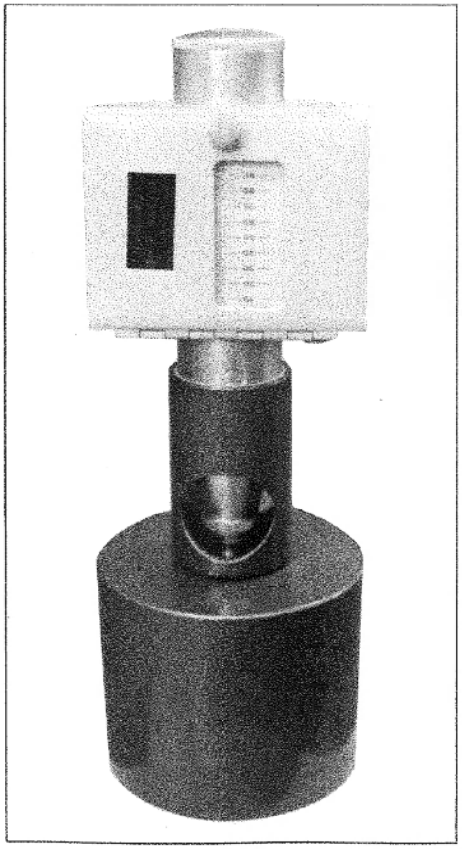
テストアンビルは、**シュミット・ロックハンマー**の専用精度検定器(意匠登録済)です。

使用時に常に正しい試験値を示すように、テストアンビルによって、定期的に精度の検定・補正を行うことが是非必要です。

シュミット・ロックハンマーを使用する前に、必ずテストアンビルを使って、使用する**シュミット・ロックハンマー**の精度を確認して下さい。**シュミット・ロックハンマー**をテストアンビルのアンビルガイドに挿入し、ゆっくり打撃して下さい。

テストアンビルの規定範囲内に**シュミット・ロックハンマー**の反発度(R値)が入らない場合は、直ちに弊社サービスセンターに送付して修理をして下さい。

(注) **シュミット・ロックハンマー**用のテストアンビルは、先に普及しているコンクリートテストハンマー用テストアンビルとは違います。
相互融通はできませんので、必ず**シュミット・ロックハンマー**用と御指定下さい。



引用および参考文献

① 土木学会編：
土木工学ハンドブック第1巻

② 斎藤和雄・菊地宏吉：
「岩盤計測におけるコンクリートシュミットハンマーの適用」
第9回岩盤力学に関するシンポジュウム講演概要　1975年2月

③ 菊地宏吉・斎藤和雄：
「耐荷性を対象とした岩盤分級基準の提案」
第9回岩盤力学に関するシンポジュウム講演概要　1975年2月

④ 土木学会編：
「平板載荷による原位値岩盤の変形試験法の基準」
岩盤力学委員会第3分科会　1976年4月

株式会社 **山陽測器**

本　　社　〒733-0821　広島市西区庚午北 1 丁目 20-9
TEL：082-272-1567　FAX：082-273-6662
山口営業所　〒745-0801　山口県周南市久米字迫明 3118-5
TEL：0834-26-2110　FAX：0834-26-2130
大阪営業所　〒567-0851　大阪府茨木市真砂 3 丁目 18-8
TEL：072-638-3021　FAX：072-638-3071
東京事務所　〒107-0062　東京都港区南青山 2 丁目 4-15 S-202
TEL：03-5772-3507　FAX：03-3497-8884