

パシフィック コンサルタント (株) 顧問

農学博士 山中金次郎先生考案

土 壤 の 硬 度 測 定 器 山 中 式 土 壤 硬 度 計

(Soil Hardness Tester)

No.351 土壌硬度計 (標準型)

No.351-B 土壌硬度計 (平面型)

製造発売元



株式会社 藤原製作所

本社	東京都北区西ヶ原1丁目46番16号	TEL. 03(3918)8111(代)	FAX. 03(3918)8119
千葉営業所	千葉県袖ヶ浦市成波2008-2	TEL. 0438(64)0800(代)	FAX. 0438(64)0820
つくば営業所	茨城県つくば市高野台3丁目19番2号	TEL. 0298(39)4500(代)	FAX. 0298(39)4512
北海道営業所	札幌市厚別区大谷地東3丁目2番1-912号	TEL. 011(895)8739(代)	FAX. 011(892)5968
		TEL. 004-0041	

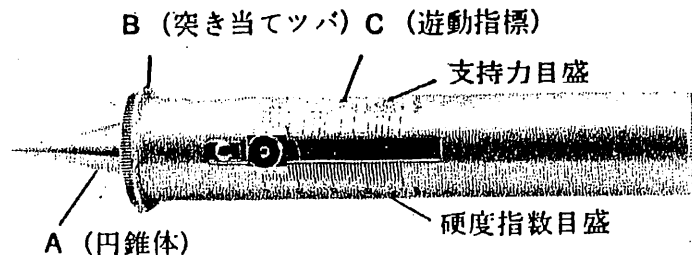
土壌硬度計が初め山中博士によって考案されてからすでに十数年を経過しました。最初の考案の目的対象としては、当時進展の機運にあった全国の農耕地土壌の現地断面調査に向けられていたように思われます。事実現在まで全国に亘って行なわれて来ている土壌調査に於いて必須の計器として利用され、その累積した膨大なデータは土壌断面の特性を正確に記録するものとして現在全国の土壌の自然分類、生産力分類、更に農業構造改善分類の要因として活用されている事は周知の事と存じます。

また、科学的、効率的なこの簡単な計器は現在農地の最大の問題の一つとなっている水田の軟弱な土壌基盤に大型作業機を導入する可能性に就いての限界土壌支持力の基準設定に対して最も信頼度の高いデータを提供する事が、各地の実地の検証に依って明かになり、文字通り地味な経歴をたどって来た本硬度計は、急に時代の脚光を浴びたかの観があります。

軟弱地盤を含めて土壌基盤の支持力、安定性がこの硬度計に依って指示確認される事はその活用の範囲が各種の建設的土木施工、例えば河川ダムの築堤、路線の盛土等の土壌の圧密施工に対する安全基準値を決めるテスターとして、その他広い分野に亘ってその活用の路が拓げられる事を意味します。然し乍ら土壌硬度計が上に述べた様に、重要な場面での基準計器として利用されるためには、その規格及び性能に対して高い精度が要求されることは申す迄もありません。そしてこのためには精密計器としての工作が必要です。

以上の様な事情によりまして、今後の製品の規格と測定性能を保証するために山中博士の御検定と証印を頂く事とし、統一的に当株式会社藤原製作所で責任ある製作を御引受けする事となりました。本硬度計の測定値が現地状態の土壌の透水性、通気性等を間接的に指示する事は従来広く認められていますが、この測定は本来圧密強度、剪断強度及び凝集力（粘着力）等の重要な工学的性を現地状態で直接的に指示するものですから、万能的な土壌の物理工学的性のテスターとして広く御利用をお奨め致します。

標準型土壤硬度計 (No. 351)



平坦に削った土壤断面に垂直にコーンを押し込むとその際の抵抗に従ってバネが縮み、コーンは筒の内部に沈み、ツバは相対的に前進し、土壤断面を押しつけてコーンの動作を止めます。この機構に依って土壤の硬度は、コーンの穿入量、即ち土壤の歪みに必要な加圧力、即ちバネの縮長との二つの変化量の組合せに依って指示されます。但し〔穿入部のコーンの高さ〕 + 〔バネの縮長〕 = 40mmの関係が常に保たれています。一般には簡単にバネの縮長目盛 (0~40mm) を硬度の指数として表示するのが実用的な慣例となっていますが、土壤の反力としての硬度はこの目盛の増加に対して別表の様に急激に増大する事は当然です。

この様に特殊な測定原理のために硬度の測定範囲は、軟弱な土壤から粘土頁岩の様な半固結岩に及び、殆んど無制限に広いものであり、平坦な面を簡単に削れる殆んどすべての物質の硬度の測定に利用されます。例えば果実、根菜類には特に有効です。

更に、この測定に於いては、かなり鋭いコーンの一部だけが押し込まれるためにコーンの表面の周辺に極く薄層の土壤が圧密的な歪みを受けます。この土壤の歪み量が極めて小さい事は測定値に高い安定性を与える事になります。

硬度の理論値の算定法として単位の歪み量 (1 cc) を与えるに要する力の量の計算式が従来提案されています。然し乍ら土壤基盤の安定強度の表現としてはコーンが単位の支持面 (1 cm²) まで押し込まれたとして、これに要する加圧力、或いはこれとバランスする土壤の反力を算定する必要があります。以下にその計算式と計算例が示されていますが、計器 (新型) には新しく概略な支持力目盛を附

標準型土壤硬度計 (No. 351)

してあります。

現在までの水田への作業機械導入の実地試験に依れば、指標10~11cmが限界支持力であり、15mmでは全く安全な支持力と見られます。また、建設関係で安定地盤のモデルと見られる関東ロームのB層（赤土）では水分状態により、20~23mm程度の測定値が得られています。また、土壤調査では28~29mm以上の土層を硬盤層と規定しています。

なお、本硬度計に装着してあるバネの強度8kg/40mmは片手で水平方向に楽に圧力がかけられる程度を目安として採用したものですから垂直に使用するか、或いは大きな圧力が与えられる場合では、この硬度計の型式のままスケールの大きなものとして製作し、特に軟弱地盤について非常に高い測定精度を得る事も可能です。

なお、連続的に土層に垂直に押し込まれてゆく種々のタイプのコーン貫入計と本硬度とはその抵抗値(kg/cm²)に、かなりの関連があるとしても、その測定原理が根本的に異っています。硬度計ではコーンを一つの測定器体として利用するに對し、コーン貫入計ではコーンは土層に容易に貫入するための錐体として利用しているからです。但し、本硬度計の現在の型では測定はいわば手の届く範囲で行なわれ、かつ、ツバのつき当面を必要とします。この様な利用範囲の制限は種々の場合についての技術的の改良開発によって、将来克服されてゆく事が期待されます。

測定操作

1. 測定しようとする土壤面を平滑に削り「ツバ」(B)が断面に完全に接触するまで静かに円錐部(A)を土壤面に垂直に圧入する。
 1. 静かに硬度計を抜き取ります。
 1. 円錐部(A)の圧入に対する土壤の抵抗に依って「バネ」は縮みその縮長(0~40mm)は遊動指標(C)の左側の硬度指数目盛に現れるので一般にはこ
-

の値を土壤面硬度として記録します。

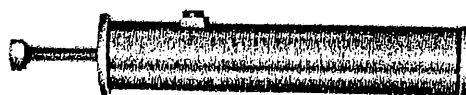
(C)の右側の支持力目盛の換算目盛 (kg/cm²) は「コーン」の支持面 (1 cm²) まで圧入するに対する抵抗値 (支持強度) を示し、次の式で計算します。

P : 支持強度

X : 「バネ」の縮長

$$P = \frac{100 X}{0.7952 (40 - X)^2}$$

平面型土壤硬度計 (No. 351 — B)



軟弱な土壤の硬度測定に対する測子としては、コーンより円板の方が大きな精度を持つことが確認され 2 cm²の内板を測子とする土壤硬度計 (平面型) が完成しました。平面型は測子の他は構造が標準型と同一です。従って、円板の前面の穿入深 (H) と、この際のバネの縮長 (X) との和は H + X = 40mm の関係が常に保たれています。バネの強度を 8 kg/40mm としますと、1 目盛が 200 g となり円板面積は、2 cm² ですから目盛はそのまま 1 cm² (支持面) に対する圧密抵抗値を指示します。(kg/cm²) 円板の圧入深を H とすれば、コーンの穿入深に対して圧密土量は 3 倍となります (円筒と円錐の体積比)。従って両者の硬度値は密接な関係がありますが、共通に扱う事は出来ません。

標準型と平面型の利用性を要約しますと

	利用範囲	精度	測定数
標準型	土壤及びすべての軟質物	極めて安定	3回
平面型	軟弱な土壤及び物質	安定	3回

取扱上の注意

この硬度計の測定の誤差は、主として、本体のピストン及び遊動指標の滑動部分の摩擦によって誘起されるので、絶えず清掃する事が肝要です。

特に、測定の際、目盛の部分には土が入らぬ様、側方か下方に向けて下さい。

測定が終る毎に、遊動指標（C）を静かに零に戻し、附着した土壌を清掃して再び次の測定を行ないます。土壌が内部に附着すると摩擦が大きくなるので、その際には各部を分解清掃することが必要です。分解操作は頗る簡易です。即ち、「ツバ」（B）の部分廻りを取り、次に遊動指標（C）の突き当て部分の「ネジ」をはずし、円錐体（A）をはずします。次に遊動指標（C）に付いた「ネジ」及び指針をはずすと（C）の滑動部分は内部にはずれません。各部分を柔い布で清掃し油は良質の物でも、極く少量に止め、使用した場合はよく拭き取って下さい。

使用時以外は常に箱に納めて置いて下さい。

なお、（C）には非常に弱い毛ばねが内臓され、ネジをはずすと飛び出して紛失しがちですから特に注意して下さい。（C）のネジは強くしめた状態で滑らかに動作する様に整備されていますから（C）のネジをゆるめておく事は禁物です。

硬度指数と支持力強度との対照表(標準型)

指数	理論値	近似指数	指数	理論値	近似指数	指数	理論値	近似指数
m. m	kg/cm ²	kg/cm ²	m. m	kg/cm ²	kg/cm ²	m. m	kg/cm ²	kg/cm ²
1.0	0.08	0.1	16.0	3.49	3.5	29.0	30.14	30
2.0	0.17	0.2	16.5	3.16	3.8 -	29.5	33.63	34 -
3.0	0.28	0.3	17.0	4.04	4.0	30.0	37.73	38 -
4.0	0.39	0.4	17.5	4.35	4.3 +	30.5	42.50	43 -
5.0	0.51	0.5	18.0	4.68	4.7	31.0	48.13	48
5.5	0.58	0.6	18.5	5.03	5.0	31.5	54.83	55
6.0	0.65	0.6 +	19.0	5.42	5.4	32.0	62.88	63
6.5	0.73	0.7	19.5	5.84	5.8	32.5	72.66	73 -
7.0	0.81	0.8	20.0	6.29	6.3	33.0	84.70	85
7.5	0.90	0.9	20.5	6.78	6.8	33.5	99.70	100
8.0	0.98	1.0	21.0	7.32	7.3	34.0	118.75	120
8.5	1.08	1.1	21.5	7.90	7.9	34.5	143.45	140
9.0	1.18	1.2	22.0	8.54	8.5	35.0	176.05	180
9.5	1.28	1.3	22.5	9.24	9.2	35.5	220.49	220
10.0	1.40	1.4	23.0	10.00	10.0	36.0	282.95	280
10.5	1.52	1.5	23.5	10.86	11.0	36.5	347.70	350
11.0	1.64	1.6 +	24.0	11.79	12	37.0	516.97	500
11.5	1.78	1.8	24.5	12.82	13	37.5	754.53	800
12.0	1.93	1.9	25.0	13.97	14	38.0	1194.67	1,200
12.5	2.08	2.0	25.5	15.25	15	39.0	4904.42	5,000
13.0	2.24	2.2	26.0	16.68	17 -	40.0	∞	∞
13.5	2.42	2.4	26.5	18.53	18	$P : \frac{100 X}{0.7952 (40 - X)^2}$ 但シ P : 支持強度 X : 「バネ」縮長		
14.0	2.62	2.6	27.0	20.09	20			
14.5	2.80	2.8	27.5	22.12	22			
15.0	3.02	3.0	28.0	24.45	24			
15.5	3.25	3.2 +	28.5	27.09	27			

