

瀬戸内海底質の硬軟に就いて—I. 浅海用新型 Penetrometer*

古 川 厚

(内海区水産研究所)

Studies of the Soil Resistance to Penetration in the Inland Sea—I.

A New Designed Penetrometer

Atsushi FURUKAWA

In many ecological studies of the burrowing fauna and the problems of dredge fisheries the quantitative information of hardness or depth of the marine soil in shallow waters is required.

The present author designed a new penetrometer for this purpose, taking into consideration (i) low cost, (ii) simplicity of operation, (iii) rapidity in measurement regardless of sea depth and (iv) Applicability undto tough field conditions.

Fig. 1 shows the structural details of the new designed penetrometer. It may be divided into 3 parts as follows: the penetrative portion, slider or depth-measuring-portion and holding portion. The apparatus is 7.4 kg. in weight (5.5 kg. in water), and about 127 cm. long.

The results of the hardness measurements are shown in Table 1. A tendency of considerable dispersion of values of penetration is seen where the penetrating value is as shallow as about 30 cm., but in the range from 40 cm. to 80 cm. the replication error at one station is very small.

Falling speed in water range of 10—40 m. depth was to be almost constant in 1.62 m./sec. as shown in Fig. 2, so the values of penetration can be observed directly compared.

海底泥土の化学的研究、泥粒組成、色等に就いての研究は極めて多いが、底質の硬軟、表面泥土の堆積深度に関する調査は比較的少ない。

底質の硬軟、泥土の堆積深度は、海底の物理・化学的特性を表現すると同時に間接的には、その周囲海域の circulation, 及び suspended particles の状態をも暗示するものと考えられる。

干潟に於いては、潟土の penetration に対する抵抗性の研究が可成古くから行われていたようであり、我が国でも潟土の硬軟と干潟生物との関係に就いて若干の調査が行われている。CHAPMAN (1949) は干潟用の penetrometer を考察し、CHAPMAN & NEWELL (1949) は lugworms の分布との関係を論じている。大島等 (東大)、猪野等 (東海区水研) は夫々特有の測定器を使用して研究されている。

何れにしても此れ等は潮間帯でのものであり、冠水している浅海の泥土硬軟測定には適用されないように考えられる。HOLME (1953) は採泥器を改良して英国海峡の泥土堆積深度の測定を行なっている。

著者の硬軟調査の目的は、生物群の分布規定指標を得るだけでなく、底曳漁業との関係をも考察しようとして行うものである。而し現在適当な測定器がなく、仮りに coring tube (HOLME, 1953) を使用するとしても、可成の欠点が考えられる。そこで著者は上述の目的を果すための penetrometer を考案試作し実際に試験した結果、可成の成績をおさめ得たので、此処に報告する次第である。

構造並びに操作

新型 penetrometer の構造は Fig. 1 に示した。本器は大体3つの部分にわける事ができる。即ち透徹部

1955年3月22日受理 (印刷費負担)

* 1953年10月日本水産学会中国・四国地方支部福山大会発表

(penetrative portion) : 計測部 (slider) ; 柄部 (holding portion) である。

本器の全重量は空中で 7.4 kg., 水中で 5.5 kg であり, 全長は約 127 cm. である。

i) 透徹部 : 此の部分は金属でできており, 泥土に突入する所であり, 約 5 kg. の鉛を封入してある。金属管の外縁直径は 4 cm., 長さは約 67.5 cm., 最下端には鉄管がついてあり, 此れはその先に木片をつけるようになってい。木片の長さは色々であつて, 泥土深度に依り適当にとり換えるようにし, 測定限界を調節するようにしてある。

ii) 計測部 : 此の部分は円盤 (slide plate) と計測棒 (gauge pole) からなつてい。円盤には 6 ケの穴をあけ, 本器を水中に自由落下させる時の水の抵抗を若干弱めるようにしてある。計測棒 (gauge pole) には 2 cm. 間隔に突起が出ていて, spring stopper がそこに入り込み固定するようになってい。

iii) 柄部 (holder) : 全長 53 cm., 直径 4 cm. の木製であつて一方側に長さ 53 cm., 直径 2 cm. の金属 tube がついでい。此の tube は荒天時等の測定中, 計測棒 (gauge pole) を舷側等に打ちつけて破損しないようにするための覆である。

更に金属 tube の両側に細い金属管がある。これは, messenger に依り spring stopper をゆかすための rod が通つてい。なお, 柄部の下端には spring stopper がついでい。

計測に際しては, 先ず最上部の環に rounding rope (径 6 mm.) をつけ, spring stopper を金属 tube の上に装置し, rod を引き上げる。次に本器を海中に落下するのであるが, 此の際, 器械の上端が水面に来る迄は rope で調節して余り急激に落下させないようにする。此の事は, 円盤 (slide plate) が水の抵抗で自動的に透徹部の最上端迄押し上げられる際に, 余り急激に行われると, 破損するからである。器械が自然落下して (rope はできるだけ自由にしておき, 他の器物に依つて落下速度を変えないように注意する), 泥土に透徹すると円盤 (slide plate) は静かに下降し, 泥土表面で止まる。此のような状態になつた時にできるだけ早く messenger を落下させ, spring stopper で計測棒 (gauge pole) を固定した後, 曳揚げ, 木片先端から円盤 (slide plate) 下面迄の距離を計測して, 透徹深度 (penetration value) とする。

流速の小さい時は船を錨止めする必要はないが, 流速が大きい時にはその必要がある。

試 験 結 果

計測試験は 1953 年 10 月上旬, 瀬戸内海彦難で行なつた。此の海域は一般に泥土の堆積状態が場所に依つて顕著な差異があると云われ, 此の事が漁具使用上でも問題になつている所で試験の為には比較的都合の良い場所のように考えられた。

計測結果は Table 1 に示した。此の内で St. 1, St. 2, St. 37, St. 38 は何れも本器の測定限界下限以下であつた為に, 確実な値を得られなかつた。同時に行なつた採泥調査では砂礫質であつて, 採泥すらも充分に行われなかつた。penetration value (P. V.) に就いて見ると, St. 3 の如く比較的値の小さい場所では,

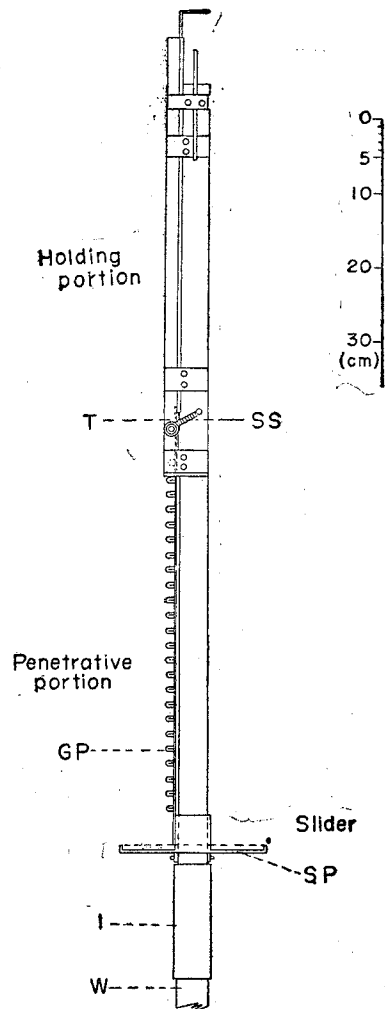


Fig. 1. Diagram of the penetrometer. Many details have been omitted. T, metal tube; SS, spring stopper; GP, gauge pole; SP, slide plate; I, iron pipe; W, wood piece.

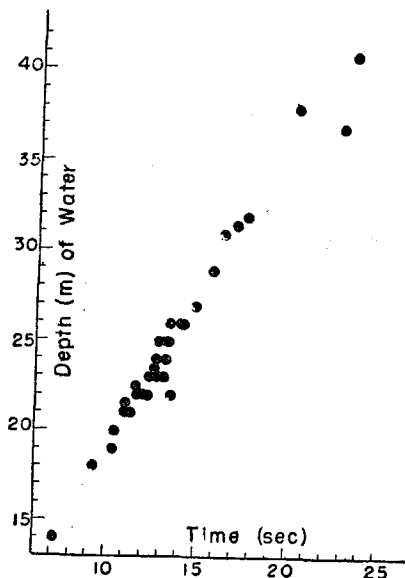
Table 1. Summary of data from Hiuchi Nada.

Station	Depth of water (m.)	Time (sec.)		Penetration value		No. of replica- tion	Measure limit	
		Mean	Range	Mean	Range		Upper	Lower
1	37.0	22.7	22.6~22.8	23 \geq	cm. cm.	2	69 ^{cm.}	23 ^{cm.}
2	41.0	23.5	23.2~23.8	23 \geq		3	"	"
3	31.5	17.0	16.3~18.0	34	23~45	5	"	"
4	25.0	13.3	13.2~13.4	45	43~50	3	"	"
5	19.0	10.3	10.2~10.4	47	44~51	5	"	"
6	22.0	12.2	12.0~12.4	51	45~56	"	"	"
7	23.0	13.1	13.0~13.2	47	43~53	4	"	"
8	26.0	14.1	13.8~14.4	48	48	3	"	"
9	32.0	17.6	17.4~18.0	47	43~51	5	"	"
10	22.0	11.6	11.0~12.6	45	45~46	4	"	"
11	31.0	16.3	16.2~16.6	54	50~57	5	"	"
12	26.0	14.0	13.8~14.6	57	55~59	"	"	"
13	25.0	13.1	13.0~13.4	65	64~67	"	"	"
14	23.0	12.7	12.6~12.8	58	57~61	"	"	"
15	23.0	12.7	12.4~13.2	55	54~57	"	"	"
16	23.5	12.6	12.0~13.2	62	59~64	"	"	"
17	21.0	11.2	11.0~11.2	66	64~68	"	"	"
18	21.5	11.0	10.8~11.4	64	62~67	"	"	"
19	21.0	11.4	11.2~11.6	68	65~69	"	"	"
20	—	11.9	11.8~12.0	68	64~69	"	"	"
21	29.0	15.8	15.8	75	72~77	"	80	34
22	27.0	14.8	14.6~15.0	79	74~84	"	87	41
23	22.0	13.5	13.0~13.8	75	74~76	"	"	"
24	24.0	13.2	13.0~13.2	63	60~65	"	"	"
25	23.0	12.3	12.2~12.6	62	59~66	"	"	"
26	22.0	12.0	11.8~12.3	59	58~61	"	"	"
27	22.5	11.6	11.2~12.2	58	58~59	3	69	23
28	21.0	11.0	10.8~11.0	64	63~66	5	"	"
29	25.0	12.8	12.4~13.4	75	71~76	"	80	34
30	26.0	13.5	13.0~13.8	70	67~74	"	"	"
31	14.0	7.2	7.2~7.4	53	51~56	"	"	"
32	20.0	10.4	10.2~10.4	58	55~61	"	"	"
33	21.0	11.2	11.0~11.8	54	52~56	"	"	"
34	22.5	11.5	11.3~11.8	53	50~56	"	"	"
35	24.0	12.5	12.4~12.8	50	46~53	"	"	"
36	18.0	9.3	9.0~9.6	44	41~46	"	"	"
37	38.5	20.2	20.0~20.4	30 \geq		4	76	30
38	23.0	13.0	12.0~14.0	30 \geq		2	"	"
A	24.0	13.0	12.8~13.2	73	69~75	5	80	34
B	22.5	11.4	11.2~11.6	43	39~44	"	76	30

繰返し測定値の range が大きい傾向にある。此の原因は、底質が比較的 heterogeneous になっている事も考えられるが、透徹後傾斜ができるためではないかと思われる。此のような場所の測定には別の大きさの penetrometer を使用する事が望ましいよである。

St. 3 を除くと P.V. の range は最大約 10 cm. 程度と考えられる。此の試験中、船は錨止めを行なわなかつたので繰返し計測中若干の位置の変化もあつたため、場所（特に島の周縁）に依つては透徹深度も若干影響される事も考えられるし、更に gauge pole の突起の間隔がある故に、一寸したずれでも拡大された誤差としてあらわれる場合も考えられる。しかし、本器の使用諸条件を考えると最大 10 cm. 程度の測定誤差はやむをえない事のようにも考えられる。

P.V. を考える際最も重要な事は、penetrometer の接地時の速度の大小であろう。此の場合重量、底面積は一定と考えられる故に、速度が水深に依つて如何なる変化を示すか、潮流に依り如何なる変化を示すかが、本器使用上の一つの問題となるであろう。此の点を吟味するために、各 station 毎に水深（音深、sounding: 両者併用）及び水面より底土に到る間の所要時間との関係を図示すると Fig. 2 の如くなる。此の関係は実



用的には 大体直線的と見做し得るので、time range (Table 1) に若干大きいものがあつたとしても、試験の範囲内では、深さに関係なく落下速度は大体一定（約 1.62 m/sec）と見做してもさしつかえないものと考えられる。

なお注意しなければならない点は、P.V. の内容意味であろう。例えば泥土の下に岩があるとしても、泥土の厚さが透徹距離内であれば、泥土の真の厚さを示すが距離外にあるとすれば、真の厚さを示さない。従つて泥土の硬軟と云うか、透徹力に対する抵抗性を比較する場合には、或いは泥土の厚さが透徹距離以外にある所が望ましいと云う事になるかも知れない。従つて P.V. は極く簡単に考えても、その内容、意味する所は、大きく、泥土の堆積深度を示す場合と、透徹力に対する泥土の抵抗性を示す場合とにわけることができるであろう。此の点から、本器に coring tube (HOLME 1953) の特長を併用するように改良する事は必要な事かも知れないし、現在考慮中である。

摘 要

Fig. 2. Relation between the depth (m.) of water and the time (sec.) to attain the penetrometer on the sea bottom. 海底泥土の硬軟を測定する事は、底棲生物の棲息場の一特性を提供する事であろうし、亦底曳漁具の面、定置漁具の立場からも重要な事であろう。此れ等の諸点に鑑み、比較的簡便な penetrometer を試作し、瀬戸内海遂難で試験した結果は次の通りであつた。

- i) penetrometer の重量は空中で 7.4 kg., 水中で 5.5 kg., 全長約 127 cm., 接地面は円形で直径 4 cm.
 - ii) 透徹深度 (P.V) 30 cm. 程度の場所では測定値は比較的散る傾向にある。
 - iii) 水深 40 m. から 14 m.迄の範囲で penetration value として 80~40 cm. では、測定誤差は最大 10 cm. 程度である。
 - iv) 水深と落下速度との関係は、実用的には大体直線的であり、その速度は大体 1.62 m./sec. であつた。
- 終りに臨み本計測器試作中色々御指導を添うした花岡資所長、終始協力された北村貞兵衛氏に深く感謝の意を表す。なお、試験には増殖科の人々及び本所調査船内海丸乗組員の並々な御援助を得た事に対し厚く謝意を表す。

文 献

- 1) Garth CHAPMAN: The thixotropy and dilatancy of a marine soil, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*

- 28, (1), 123—140 (1949).
- 2) Garth CHAPMAN & G.E. NEWELL: The distribution of Lugworms (*Arenicola marina* L.) over the flats at Whitstable, *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 28, No. (3), 627—634 (1949).
- 3) N.A. HOLME: The biomass of the bottom fauna in the English Channel off Plymouth, *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 32, (1), 1—49 (1953).

〔文献 注〕 口頭発表後次の文献が報告された。

- プロクター貫入抵抗試験器に就いては：昭和 28 年度及び同 29 年度千葉県内湾増殖（耕耘）効果調査報告書 P. 86, (1955).
- 東海区水研考案干潟硬度測定器に就いては：昭和 28 年度及び同 29 年度千葉県内湾増殖（耕耘）効果調査報告書 P. 87, (1955).
- J.N. CORRUTHERS: A penetrometer for use on water-covered beaches, *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 33, 637—643 (1954).