

弾性波の反射による橋脚調査法

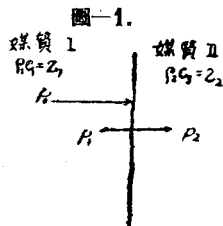
正員 堀 武 男*

内容梗概 橋脚根入の深さを測定するのに試験ボーリング等舊來の方法があり又弾性波の屈折を利用する方法もある。筆者は弾性波の反射を利用する方法を考案しその精度を東海道線馬入川橋梁について試験した。本文はその試験の報告書である。尙本試験法は相當の信頼し得べき精度をもつことが判明した。

1. 試験の原理

橋脚の一端に衝撃を與へると之に依つて起る弾性波動は橋脚の下端にて反射し上方に傳播する。

今媒質 I 及 II が相接してゐる時、I より壓力 p_0 の波動が來た時に I に反射する波の壓力 p_1 及 II に傳播する波の壓力 p_2 は夫々



$$p_1 = -\frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} p_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$p_2 = \frac{2z_2}{z_1 + z_2} p_0 \dots\dots\dots (2)$$

となる。但し

$$z_1 = \rho_1 c_1, \quad z_2 = \rho_2 c_2.$$

ρ_1 = 媒質 I の密度. ρ_2 = 媒質 II の密度.

c_1 = I の音速. c_2 = II の音速.

z の大體の値は表-1 の如くなつてゐる。

表-1. z の値 (cm/sec)

空 氣	土	コンクリート	岩 石
40	1.0×10^6	5.0×10^6	1.0×10^6

即ち橋脚の下部が土であるときは

$$p_1 = -\frac{4}{5+1} p_0 = -\frac{2}{3} p_0 \dots\dots\dots (3)$$

橋脚の下端が岩石であるときは

$$p_1 = -\frac{5-10}{5+10} p_0 = \frac{1}{3} p_0 \dots\dots\dots (4)$$

(3) と (4) とを比較してみると橋脚の下が岩石であるより土である方が大きい反射波が得られる。但符號が反對になり、押し波を送れば引き波が反射して來る。

何れにしても反射波を得られるからこの弾性波の下端迄を往復する時間を測定して根入り深さを決定するのである。

試験した場所は東海道線馬入川橋梁客上線第 24 橋脚である (圖-2)。

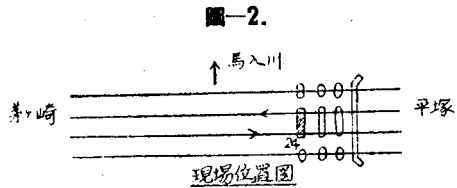


圖-2.

2. 測定装置

a. 振動計 橋脚内に起つた振動を測定する器械で圖-3 の如き構造をもつ。

- ① 永久磁石
 - ② 軟鐵片
 - ③ 同上支持バネ
 - ④ コイル (巻數 500)
 - ⑤ ギヤツブ 2mm
- 振動が起ると⑤に支持

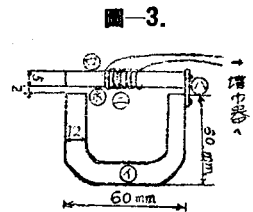


圖-3.

された鐵片②が振動する。

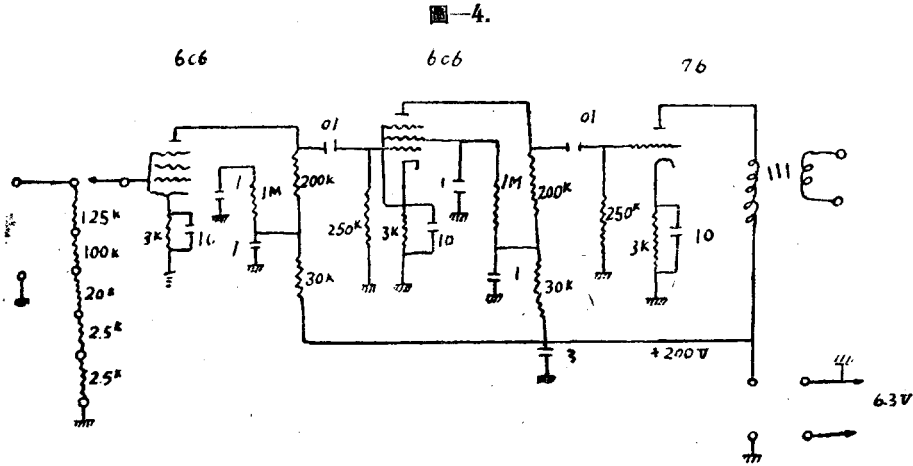
此所は永久磁石①の磁場内にあるので④に巻いたコイルに電壓を生ずる。即ちこの振動計で弾性振動を電氣振動に變つたことになる。これの主なる係數をあげる

と、
固有振動 30 サイクル

$$\text{發生電壓 } E = \frac{\phi}{b} \times v \times n \times 10^{-8} \text{ Volt.}$$

$$\phi = \text{total flux} = 8,000 \text{ Max.}$$

* 日本建設工事株式会社



v = 速度
 b = 振幅
 n = コイル巻数 = 500
 感度 1,000 サイクルに於て
 0.001 mm の振幅に對して發
 生電壓 1 mV 程度

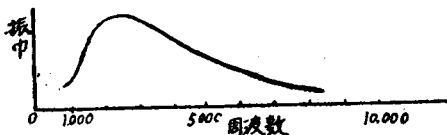
b. 増幅器 圖-4. に示す如き配線である。但し真空管は市場にて容易に入手しうる如く UX 6C6, UY 76 を使用する。

感度: A 型オシログラフと連結して
 増幅器感度 max, 振動子感度 max
 に於て

入力 1 mV に對して振幅 50
 mm 程度

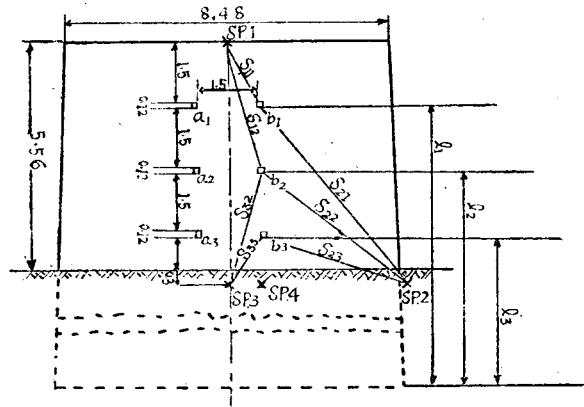
特性曲線 500 サイクル以下及 5,000 サイクル
 以上を切捨てる積りであつたが實測の結果圖-
 5 の如くなる。

圖-5.



c. オシログラフ 横河電氣 3 成分電磁オシログラフを用ひる。振動子は A 型を使用す。この固有振動数は 5,000 サイクルである。Dumping oil として Castol oil 又は Liquid paraffin を用ふ。前記の増幅器と組合せるには本調査試験の場合 A 型が最適と思はれる。但し多量の電池を必要とする。

圖-6.



紙送りは 3,000 mm/sec 程度とする。

d. 發震裝置 發震は電氣雷管を用ふ。

發震位置及振動計位置は圖-6 に示す通りである。

$a_1 a_2 a_3$ $b_1 b_2 b_3$ 振動計設置點 12 cm × 12 cm
 × 12 cm の孔

Sp. 發震地

發震時はオシログラフの遠隔操作スイッチによりシャッターと連動させる。圖-7 はこの全體の説明圖である。

3. 計算法

a. 速度の決定 震源 Sp_1 に對して b_1 及 b_2 の記録が圖-8 の如くであつた時、この二つの初の時刻差を dt とすれば、

$$v = \frac{S_{12} - S_{11}}{dt}$$

圖-7.

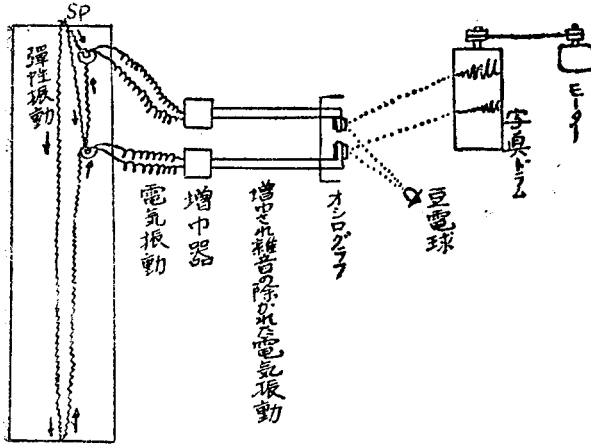


表-3.

試験番号	カルム送 ×10 ³ m/sec	SP	振動計	振動幅 mm	根入深 b ₂ 以下端m
2	22	3	b ₂ b ₃	— 28	19.43
3	20	3	b ₂ b ₃	27 26.5	20.55 20.64
6	15	3	b ₁ b ₃	22 21	22.17 21.28
9	24	3	b ₁ b ₂	33 34	20.92 21.44
12	30	3	b ₁ b ₂	40 38	20.32 19.26
13	28	3	b ₁ b ₃	39 39	21.17 21.10
14	28	3	b ₁ b ₃	36 —	19.62
15	28	1	a ₃ b ₃	38 32	19.70 16.58
17	28	1	a ₁ a ₃	28 34	16.46 19.74
18	23	3	b ₁ b ₃	28 31	20.00 20.90
19	25	3	b ₁ b ₃	33.5 31	21.08 19.37
20	95	3	b ₁ b ₃	13 14	21.27 23.71
21	24	3	b ₁ b ₂	26 30	17.10 20.47
22	23	1	b ₁ b ₃	26 31	17.14 17.19
23	24	1	b ₁ b ₃	27 33	16.32 16.70
28	23	2	a ₃ b ₃	28 25	19.45 18.85
30	21	2	a ₃ b ₂	28 26	21.63 21.03
33	20	3	a ₃ b ₃	19 22	16.42 16.93
34	19	3	a ₃ b ₃	30 —	21.71
36	21	2	a ₃ b ₂	26 27	20.23 21.77
37	20	1	a ₁ a ₃	35 32	22.16 23.22
38	20	1	a ₁ a ₃	30 25	18.54 18.14
39	18	4	a ₁ a ₃	23 22	19.35 18.60
40	20	4	a ₁ a ₃	24 —	17.82

表-2.

試験番号	カルム送 ×10 ³ m/sec	初動差 mm	SP	I	II	距離 m	速度 m/sec
2	22	1.1	3	b ₃	b ₂	143	2860
3	20	1.1	3	b ₃	b ₂	143	2600
5	15	1.5	3	b ₃	b ₁	303	3030
9	24	2.3	3	b ₃	b ₁	303	3161
10	22	2.5	3	b ₃	b ₁	303	2666
12	30	2.5	3	b ₃	b ₁	303	3636
13	28	3.0	3	b ₃	b ₁	303	2828
17	25	2.5	1	a ₃	a ₁	292	2920
18	23	2.5	3	b ₃	b ₁	303	2788
19	25	2.5	3	b ₃	b ₁	303	3030
20	9.5	1.0	3	b ₃	b ₁	303	2879
21	24	2.3	3	b ₂	b ₁	303	3162
22	23	2.5	1	b ₃	b ₁	292	2686
23	24	2.5	1	b ₃	b ₁	292	2803
24	23.5	2.0	1	b ₃	b ₁	292	3431
28	21	1.2	2	b ₃	a ₃	158	2765
30	21	1.2	2	b ₃	a ₃	158	2765
36	21	1.1	2	b ₃	a ₃	158	3017
37	20	2.1	1	a ₁	a ₃	292	2781
38	20	1.9	1	a ₁	a ₃	292	3074
39	18	2.1	4	a ₁	a ₃	324	2777
40	20	2.2	4	a ₁	a ₃	324	2945

平均 29032 m/sec
推差 ±2940 m/sec

平均 20.38 m

初動差をとる方法が最も正確の様である。發震時には誤差が入りやすい。

b. 根入の決定 Sp₁の場合 b₁の記録が圖-9の如くなつた場合には

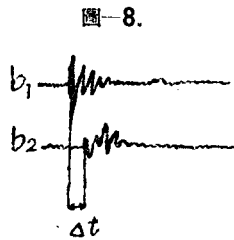


圖-8.

$$l_1 = \frac{v_1}{2}$$

Sp₁ 以外の場合例へば Sp₃ に対して b₃ の記録が圖-10の如くなつた場合には、

$$l_3 = \frac{v_3 + S_{33} + S_{43}}{2}$$

但し S₄₃ は Sp₄ と b₃ との距離。

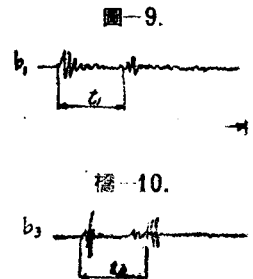


圖-9.

圖-10.

4. 橋脚中の弾性波動の速度

實測の結果は次の表—2の如くなる。

速度は非常に大である。良質のコンクリートであることが推定される。

5. 橋脚掘入深さの決定

結果は表—3に示す。

b₀ から橋脚下端まで 20.38 m となる。従つて橋脚上端より下端までは、

$$20.38 + 4.80 = 25.18(\text{m})$$

但し表の中特に誤差の大きなものは捨てた。上表中に 17 m 附近に反射するものが相當ある。即ち端下

から 3.30 m 附近に何か存在すると思はれる。

註記 以上の試験は全く資料の與へられないものについて試験したものであつた。試験後運輸省の圖面と照合した處、橋脚の全長は 25.045 m であつて、本試験の結果が略正確なることが判つた。尙橋脚は下端が 10' 4" だけ中埋コンクリートがあり、その上は中埋がない。これも試験結果と全く符合する。

本試験に従事していただいた淺田敏、田治米鏡二、鈴木次郎の諸氏並に、山川尙典、天野宏兩君に深甚の感謝を表する。 (昭. 23. 7. 14.)

急斜面土壌浸蝕の機構に就て

正員 田 中 茂*

要旨

昭和 22 年 1 月以降京都大學工學研究所並に神戸工專に於て急斜面の土壌浸蝕に関する實驗的研究を行つてきたが、本文は今日までに得られた結果の内から定性的方面、就中土壌浸蝕の機構に就き考察したものである。なお本研究に御指導を頂いた石原教授、種々御便宜を提供して下さいた松尾助教授、その他の方々に衷心より感謝の意を表する。

1. 緒言

緩傾斜土壌法面の浸蝕に於ては、米國、ソ連などに於て廣大な農耕地が年々雨水の浸蝕を蒙り莫大な肥土を失つておるところから、これが防止対策の研究が行われるようになった。ここにいう緩斜面とは大體 5% 以下の勾配のものである。然し一方われわれに關係の深い築堤、切取、並に山腹工事などにみられる急斜面の土壌浸蝕の問題もまた極めて重要であるに拘らず、今日まで殆どみるべき研究がない状態である。ここに於て著者は急勾配より漸次緩勾配に亘る各種勾配と、種々なる土質、流水量に就き實驗室に於ける浸蝕の研究を進め、浸蝕の機構を明かにし、さらに勾配、土質、流水量等に對する流砂量の關係を求め、最後に浸蝕防止の有効な方を樹立する積りである。この研究は土

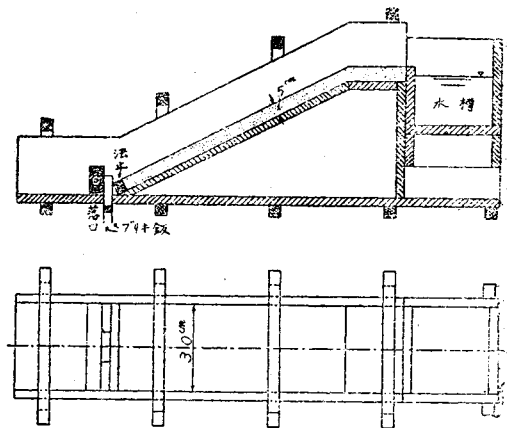
壤の性質が複雑多岐に亘つている爲極めて困難であり、容易に僅かの實驗結果から斷定を下し難いのであるが、今日迄の實驗結果から浸蝕機構に関する著者の所信を述べようと思ふ。

2. 實驗の説明

(1) 實驗装置並に使用器具

a. 實驗槽 構造は圖—1に示すようなものである。斜面勾配はさしあたり、1:2, 1:2.5, 1:3 の 3 つを選んで實驗を行つた。斜面部は取り換えられるよ

圖—1.



* 神戸工業専門學校教授