

台中港擴建防波堤導浪三維試驗研究

計畫主持人

張 金 機

參與人員

黃 清 和

邱 永 芳

陳 明 宗

張 富 東

江 金 德

蔡 金 吉

何 炳 紹

蔡 瑞 成

陳 進 冰

台中港擴建防波堤導浪三維試驗研究

一、前 言	1
二、試驗設備	2
三、模型製作	5
四、試驗量測	6
五、試驗佈置	8
六、試驗條件	13
七、試驗結果	14
八、結論與建議	53

附 表

附 圖

表 名

表 7-1 W向波浪試驗結果各區水域平均波高係數

表 7-2 WSW向波浪試驗結果各區水域平均波高係數

表 7-3 SW向波浪試驗結果各區水域平均波高係數

圖 名

- 圖2-1 造波機及資料處理系統
- 圖4-1 波高計分佈圖
- 圖5-1 佈置A直立壁沉箱堤
- 圖5-2 佈置B開孔式沉箱堤內置消波塊
- 圖5-3 佈置C開孔式沉箱堤內加斜坡
- 圖5-4 佈置D直立壁沉箱堤內側加消波塊
- 圖7-1 測區範圍標示圖
- 圖7-2(a) W向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較
($T = 6.0 \text{ SEC}$)
- 圖7-2(b) W向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較
($T = 7.0 \text{ SEC}$)
- 圖7-2(c) W向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較
($T = 8.0 \text{ SEC}$)
- 圖7-2(d) W向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較
($T = 9.0 \text{ SEC}$)
- 圖7-2(e) W向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 12.0 SEC)

圖 7-2(f) W向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 13.0 SEC)

圖 7-3(a) WSW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 6.0 SEC)

圖 7-3(b) WSW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 7.0 SEC)

圖 7-3(c) WSW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 8.0 SEC)

圖 7-3(d) WSW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 9.0 SEC)

圖 7-3(e) WSW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 12.0 SEC)

圖 7-3(f) WSW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 13.0 SEC)

圖 7-4(a) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 6.0 SEC)

圖 7-4(b) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

(T = 7.0 SEC)

圖7-4(c) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

($T = 8.0 \text{ SEC}$)

圖7-4(d) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

($T = 9.0 \text{ SEC}$)

圖7-4(e) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

($T = 12.0 \text{ SEC}$)

圖7-4(f) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較

($T = 13.0 \text{ SEC}$)

圖7-5 延長段航道中線平均波高係數

圖7-6 港口平均波高係數

圖7-7 航道中點平均波高係數

圖7-8(a) 航道中心線波高係數變化(W向, $T=6\text{sec}$)

圖7-8(b) 航道中心線波高係數變化(W向, $T=8\text{sec}$)

圖7-8(c) 航道中心線波高係數變化(W向, $T=12\text{sec}$)

圖7-9(a) 航道中心線波高係數變化(SW向, $T=6\text{sec}$)

圖7-9(b) 航道中心線波高係數變化(SW向, $T=8\text{sec}$)

圖7-9(c) 航道中心線波高係數變化(SW向, $T=12\text{sec}$)

圖7-10(a) 航道中心線波高係數變化(WSW向 $T=6\text{sec}$)

圖7-10(b) 航道中心線波高係數變化(WSW向 $T=8\text{sec}$)

圖7-10(c) 航道中心線波高係數變化(WSW向T=12sec)

附 錄

圖 A-1 佈置A試驗結果波高係數分佈

圖 A-2 佈置B試驗結果波高係數分佈

圖 A-3 佈置C試驗結果波高係數分佈

圖 A-4 佈置D試驗結果波高係數分佈

台中港擴建防波堤導浪三維試驗研究

一、前言

台中港港口擴建延伸北防波堤，可使大型船隻在冬季東北季風盛吹時安全入港；但在受偏西南向波浪侵襲時，因北防波堤延長而將大量波能導進港池，使航道、內港口、漁港口、迴船池及北突堤附近水域波高有顯著增加之趨勢；為瞭解延長段採用開孔式防波堤消滅導浪效能，作為細部設計之依據，中華民國財團法人港埠服務社乃委託本所進行消波堤導浪三維試驗、堤頭三維試驗及遮蔽檢核試驗，本報告為第一部份防波堤導浪三維試驗研究。謹將試驗經過與結果敘述如后。

二、試驗設備

本試驗在本所第二試驗場棚辦理，場棚為一鋼構建築，長84公尺，寬 60.5公尺，內部主要設備有：

(一)試驗水池

長62公尺，寬57公尺，深 1公尺，附屬設備有蓄水池、恆壓水塔、環流設備及雙向移動台車及吊車等。

(二)不規波造波機

不規則波造波機為油壓推移式，由丹麥水工試驗所 (DH I)製造，主要單元有信號產生器、讀紙帶機及伺服閥，由二部20HP驅動馬達，能使油壓維持在140bar壓力，帶動四台各 5.5m 長之造波機。

將現場實測波浪資料之水位變化以每秒 2至 4個資料打入紙帶，由讀紙帶機讀入後經貝瑟轉換函數 (Bessel Function Transformation)控制造波機衝程變化，推動造波機製造與原型相似之試驗波浪。借增減紙帶讀速可以改變波浪尖峰週期 (peak period)，而調整增幅因子 (Amplification-factor) 大小，可以製造試驗所需各種波高，造波機系統如圖 2-1。

(三)資料處理系統

試驗水池內各測點水面變化，經由電容式波高計感應成

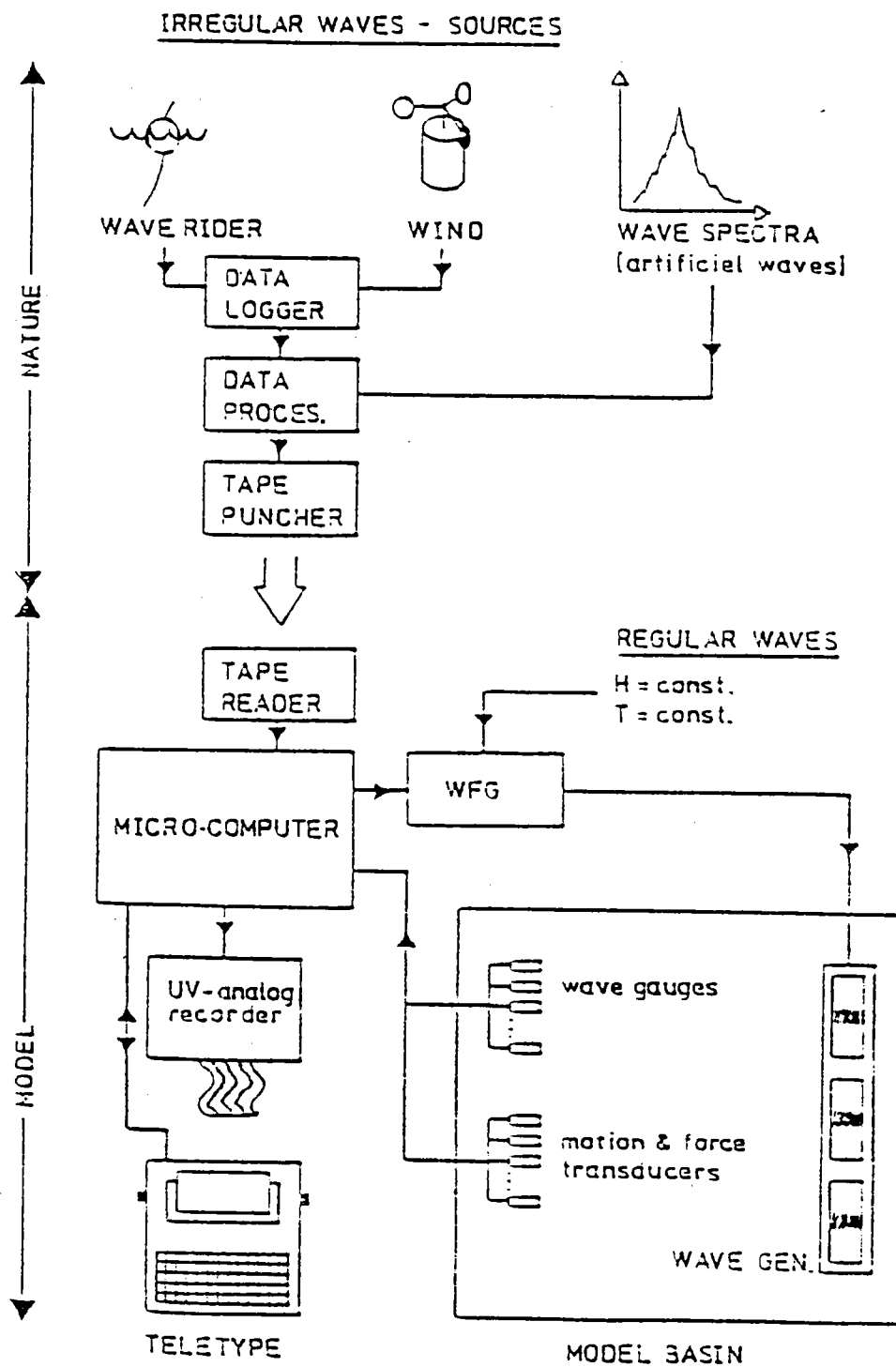


圖 2-1 造波機及資料處理系統

為電容變化，輸入增幅器轉變成電壓再與類比 / 數值轉換器 (A/D Converter) 及微電腦連線處理試驗所錄取資料，並藉電視螢幕可以隨時瞭解港池測點水位變化 (波高) 狀況。

三、模型製作

模型試驗在本所第二試驗場棚辦理，根據台中港水深測量圖在試驗水池中製作 1:49 之定床模型，海底等深線及防波堤構造物均按比例製作等縮尺模型，模型底床用沙鋪成，上層加3cm 水泥沙漿粉漫，模型製作完成後進水校核等深線，修改模型使現場等水深線在模型上重現。

四、試驗量測

為瞭解北防波堤延伸段消滅導浪之特性，將波高計佈置於延伸段南側、港口、航道及南北防波堤內側，以量測偏西南方向波浪入侵時之波高變化，波高計分佈如圖 4-1所示。於造波機前方平行造波板方向放置兩支波高計，所測得波浪平均值代表深海入射波 (H_{s0})。

試驗前先以水位變化8cm相當於電壓變化 1.6 volt，率定波高計，並校驗水位與電壓成線性變化關係。啟動造波機製造外海入射波浪，當由外海傳播進入測區之波浪成熟時，資料處理系統以 30~40 Samplings/sec 快速掃描各測點水位變化，並將數值資料儲存於電腦磁碟中，試驗結束後立即分析統計測點波浪特性。

港池各測點水位變化資料經由程式分析可得最大波高 (H_{max})、最大十分之一波高 ($H_{1/10}$)、最大三分之一平均波高 ($H_{1/3}$)、平均波高 (H_{mean}) 及水位乘方均值平方根 (Root-Mean-Square, η_{rms}) 等。根據成熟波浪成理萊分佈 (Rayleigh Distribution) 示性波高 (Significant Wave Height H_s) 等於四倍的水位乘方均值平方根 ($H_s = 4\eta_{rms}$)。波高分佈是以各測點、波高係數 (Wave Height Coefficient, K) 表示，波高係數為測點示性波高 (H_{si}) 與深海波高 (H_{s0}) 之比值 (H_s/H_{s0})。

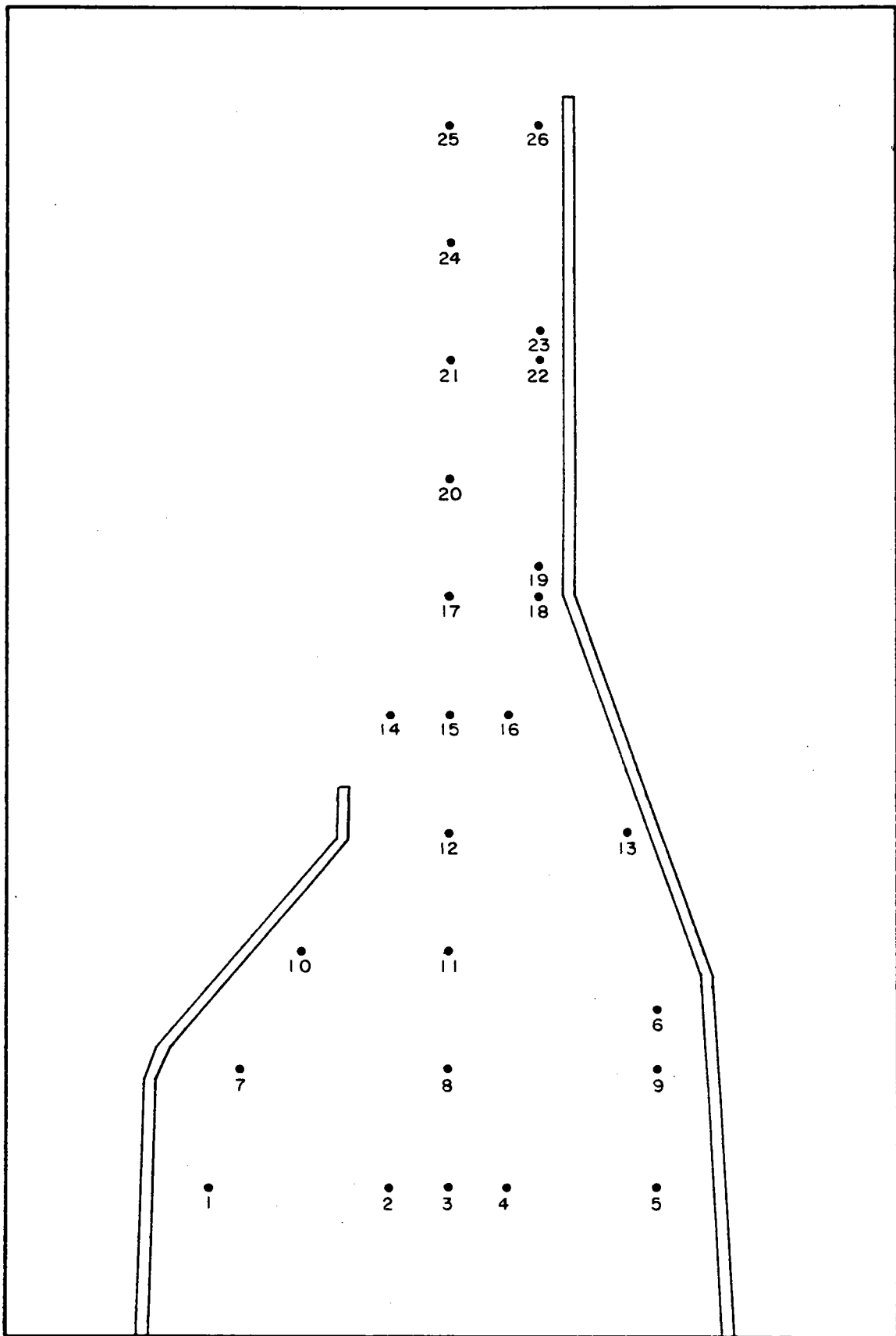


圖 4-1 波高計分佈圖

五、試驗佈置

本試驗根據港埠服務社所提之四種斷面進行試驗，茲說明如下：

佈置 A：北防波堤沿現有航道方向延長850m，延長堤斷面採用直立壁沉箱堤，如圖 5-1。

佈置 B：北防波堤沿現有航道方向延長850m，延長堤斷面採用開孔式沉箱堤內置消波塊，如圖5-2。

佈置 C：北防波堤沿現有航道方向延長850m，延長堤斷面採用開孔式沉箱堤內加斜坡，如圖 5-3。

佈置 D：北防波堤沿現有航道方向延長850m，延長堤斷面採用直立壁沉箱堤內側加消波塊，如圖 5-4。

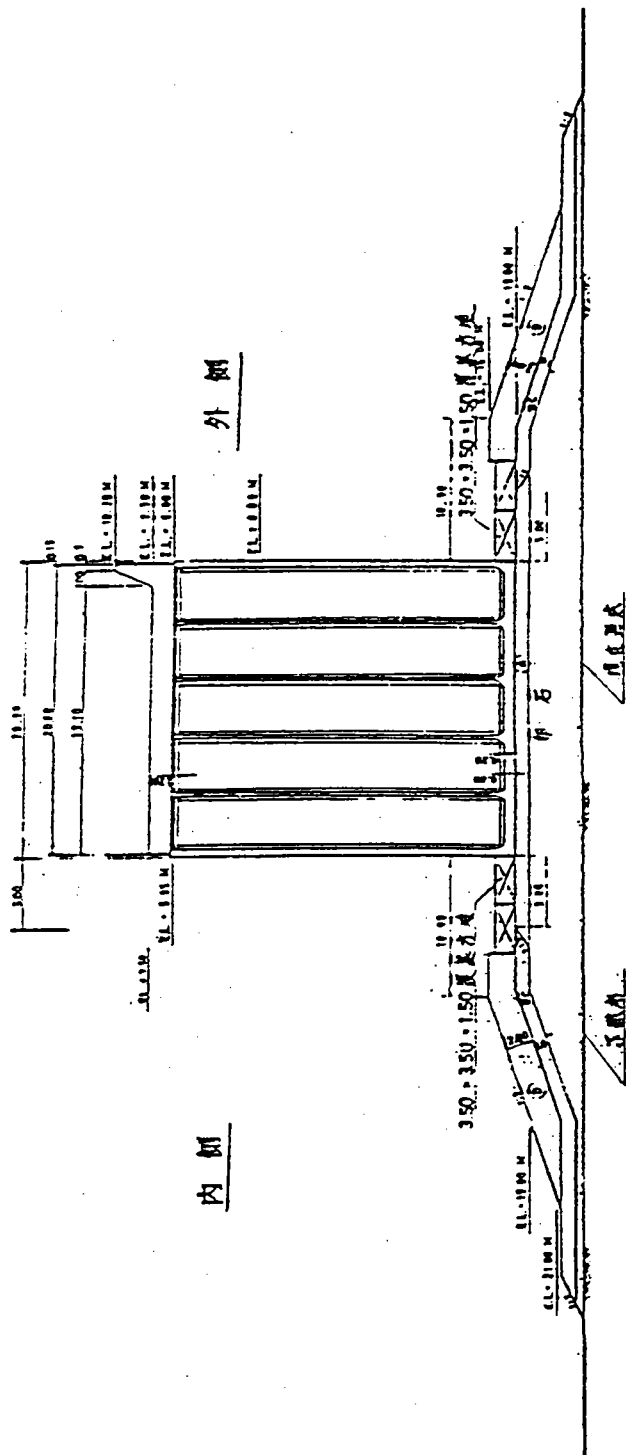
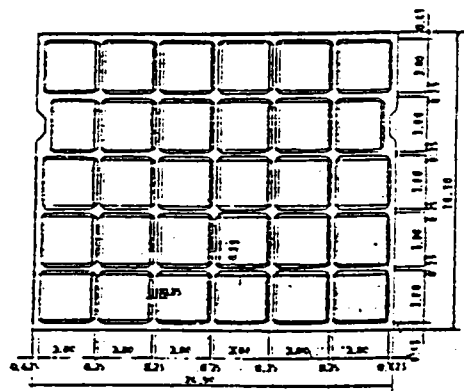


圖 5-1 佈置 A 直立壁沈箱堤

六、試驗條件

(一)試驗水位：採用平均低潮位 +0.00m。

(二)試驗波向：針對偏西南向之 W， WSW 及 SW 三個方向。

(三)波高與週期：

試驗所採用波高與週期組合如下表：

現 場	波 高 (m)	2	3	4	5	6	7
	週 期 (sec)	6	7	8	9	12	13
模 型	波 高 (cm)	4.08	6.12	8.16	10.20	12.24	14.29
	週 期 (sec)	0.86	1.00	1.14	1.29	1.71	1.86

按照模型上時間縮尺比例調整紙帶讀數，可使造波機製造試驗所需各種能峰週期，藉調整信號產生器之振幅，可模擬試驗所需波高。

七、試驗結果

(一)概述

四種佈置方案，六種試驗波浪試驗結果，航道中心線、北防波堤南側及南防波堤北側等測點波高係數分佈情形如附錄圖 A-1, A-2, A-3 及 A-4。茲將各種試驗條件、不同佈置方案各主要測區波浪分佈敘述如后。

(二)分區波高分佈

將測區分為五個區域，如圖 7-1，分別為 A區南防波堤北側 (WG1, 7, 10)，B 區航道 (WG2, 3, 4, 8, 11)，C 區原北防波堤南側 (WG5, 6, 9, 13)，D區港口附近 (WG12至19) 及 E區延伸段南側 (WG20至26)。

1. W 方向波浪

W 向波浪試驗結果，不同試驗條件各區波高係數平均值如表 7-1，繪如圖 7-2。就消波而言，佈置 D因消波塊能有效消殺波能效果最佳，佈置 A因為直立壁消波效能最差，佈置 B較 C略佳，但無顯著差異。圖 7-2各種不同波浪週期顯示，消波岸壁對較短週期波浪有較理想之消波性能，隨週期加大，波長增加，各種佈置方案波高係數漸趨一致，與理論趨勢相符。

2. WSW 方向波浪

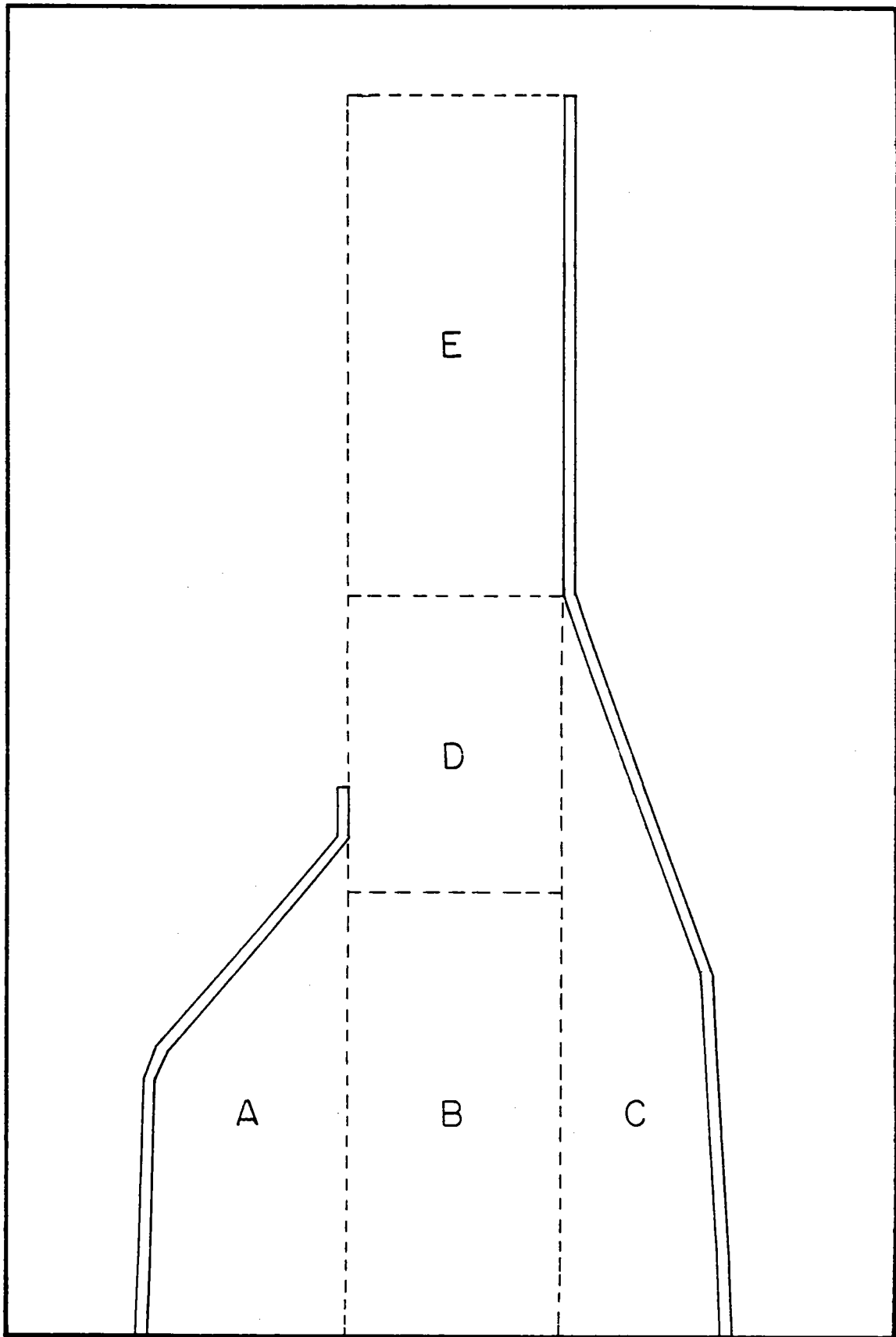
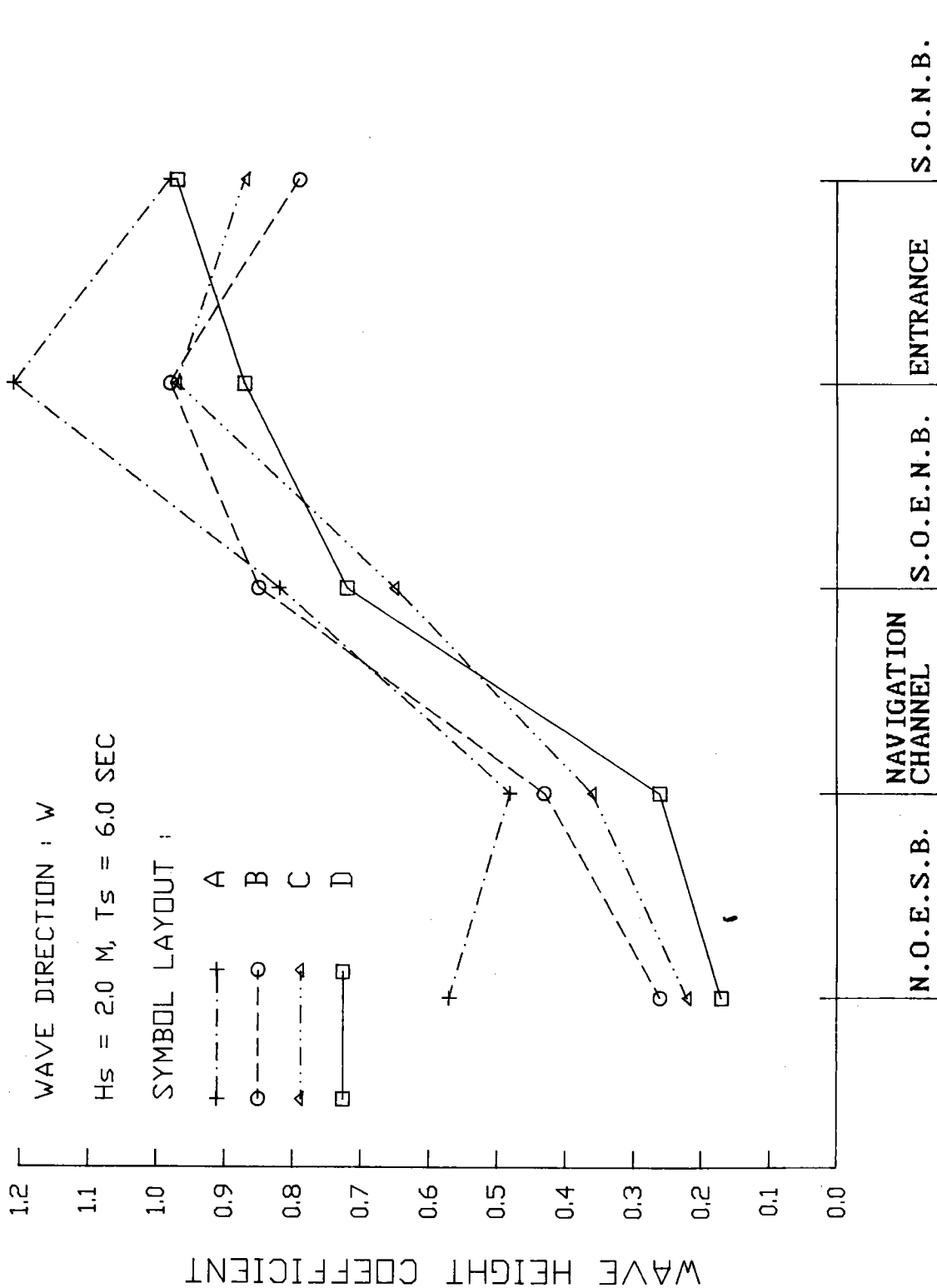


圖 7-1 測區範圍標示圖

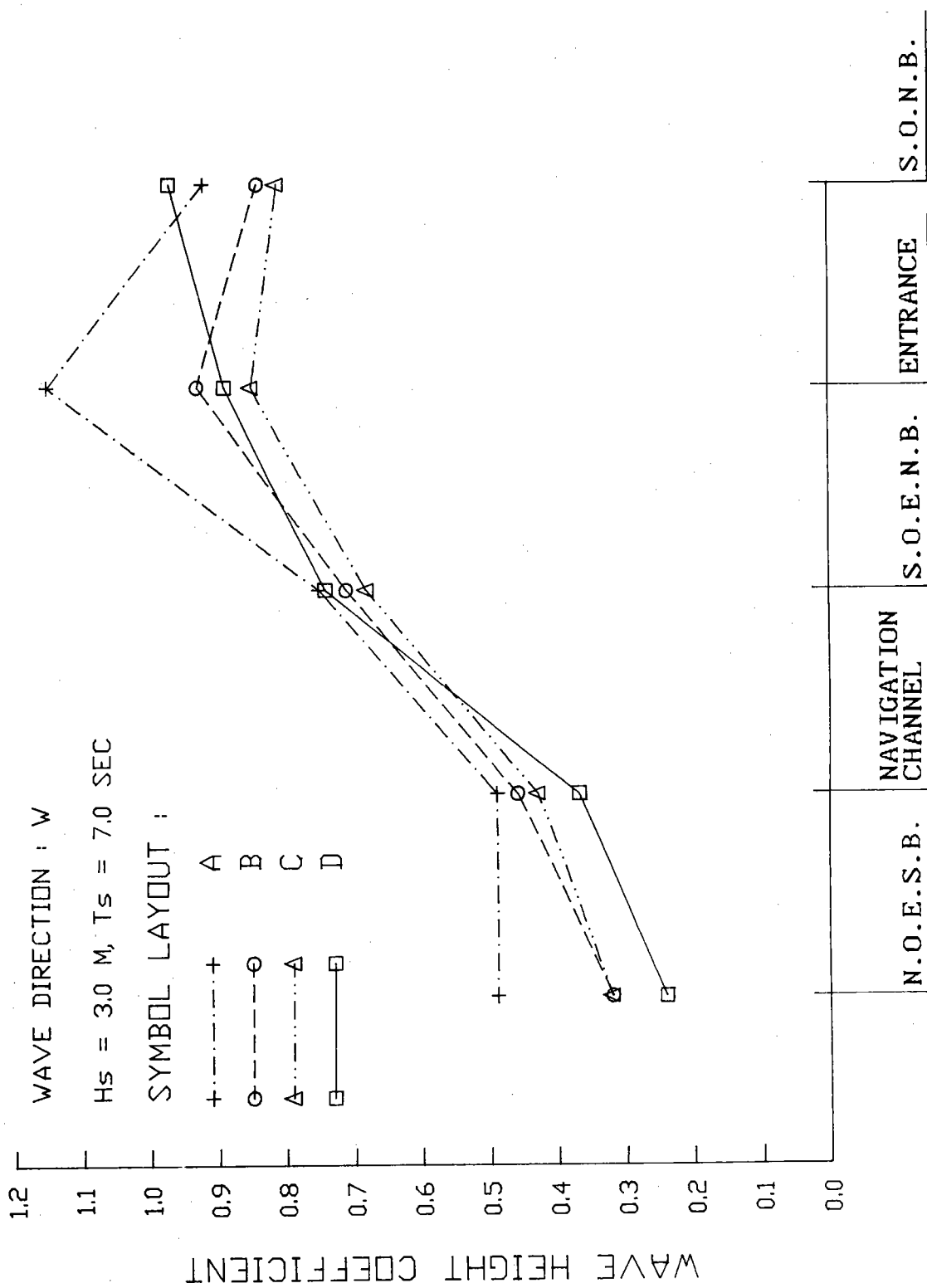
表 7-1 W 向波浪試驗結果各區水域平均波高係數

波高 (m)	週 期 (sec)	佈置	南堤北側	航 道	北堤南側	港 口	延伸堤 南 側
2	6	A	0.57	0.48	0.82	1.21	0.98
		B	0.26	0.43	0.85	0.98	0.79
		C	0.22	0.36	0.65	0.97	0.87
		D	0.17	0.26	0.72	0.87	0.97
3	7	A	0.48	0.48	0.75	1.15	0.92
		B	0.32	0.46	0.71	0.93	0.84
		C	0.32	0.43	0.68	0.85	0.81
		D	0.24	0.37	0.74	0.89	0.97
4	8	A	0.43	0.54	0.68	1.02	0.79
		B	0.40	0.52	0.63	0.88	0.83
		C	0.39	0.47	0.60	0.89	0.75
		D	0.34	0.19	0.67	0.93	0.92
5	9	A	0.41	0.70	0.68	1.09	0.79
		B	0.37	0.64	0.63	0.90	0.84
		C	0.38	0.67	0.68	0.98	0.86
		D	0.37	0.56	0.60	0.94	0.90
6	12	A	0.41	0.67	0.62	1.18	1.10
		B	0.41	0.65	0.61	1.05	0.98
		C	0.39	0.66	0.61	1.07	1.00
		D	0.36	0.66	0.63	1.10	0.91
7	13	A	0.37	0.61	0.54	1.14	1.10
		B	0.35	0.57	0.51	1.03	1.07
		C	0.35	0.57	0.51	1.07	1.03
		D	0.34	0.61	0.53	1.06	0.88



LOCATION

圖 7-2(a) W 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 (T=6.0SEC)



LOCATION

圖 7-2(b) W 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=7.0 \text{ SEC}$)

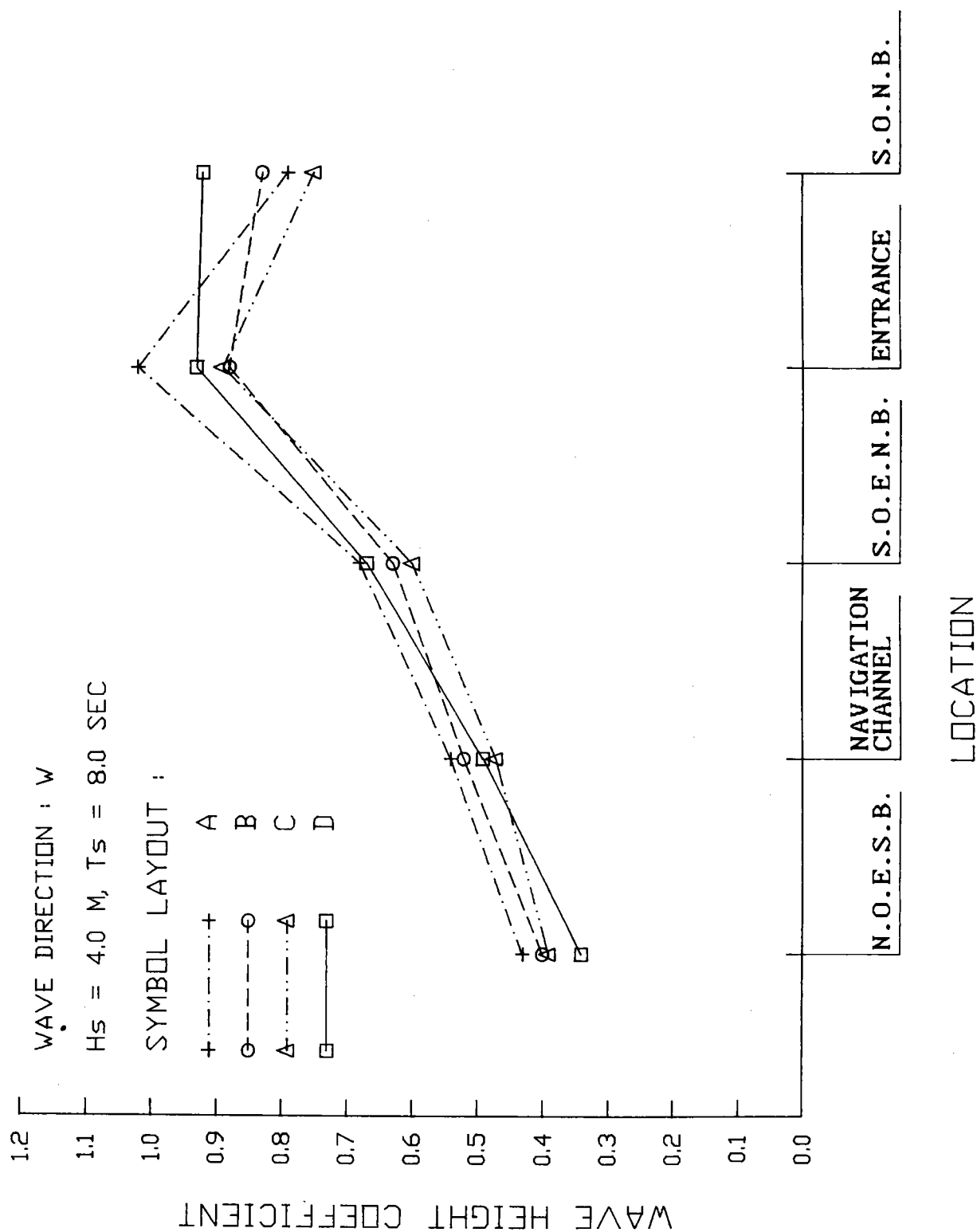


圖 7-2(c) W 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=8.0 \text{ SEC}$)

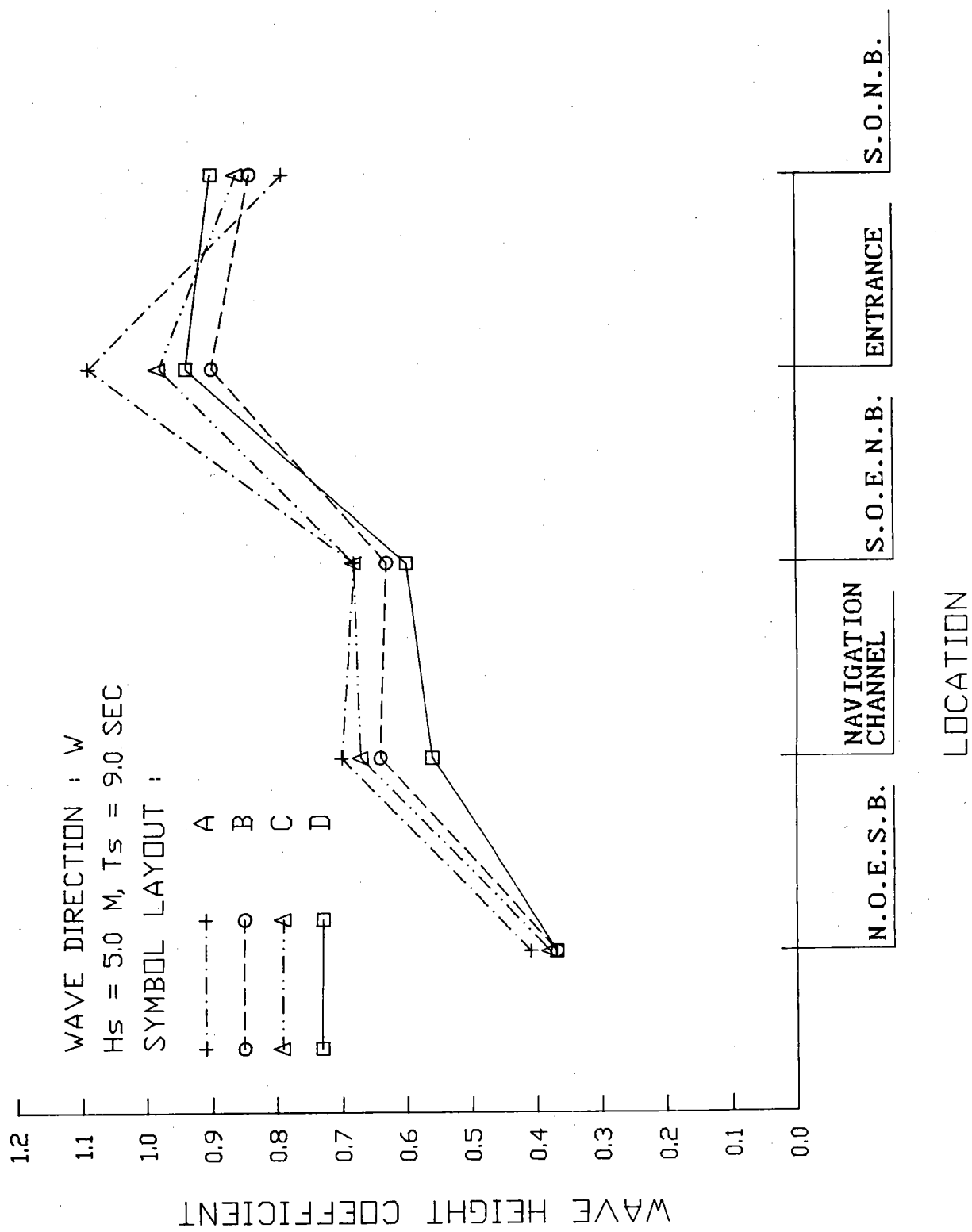


圖 7-2(d) W 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 (T=9.0SEC)

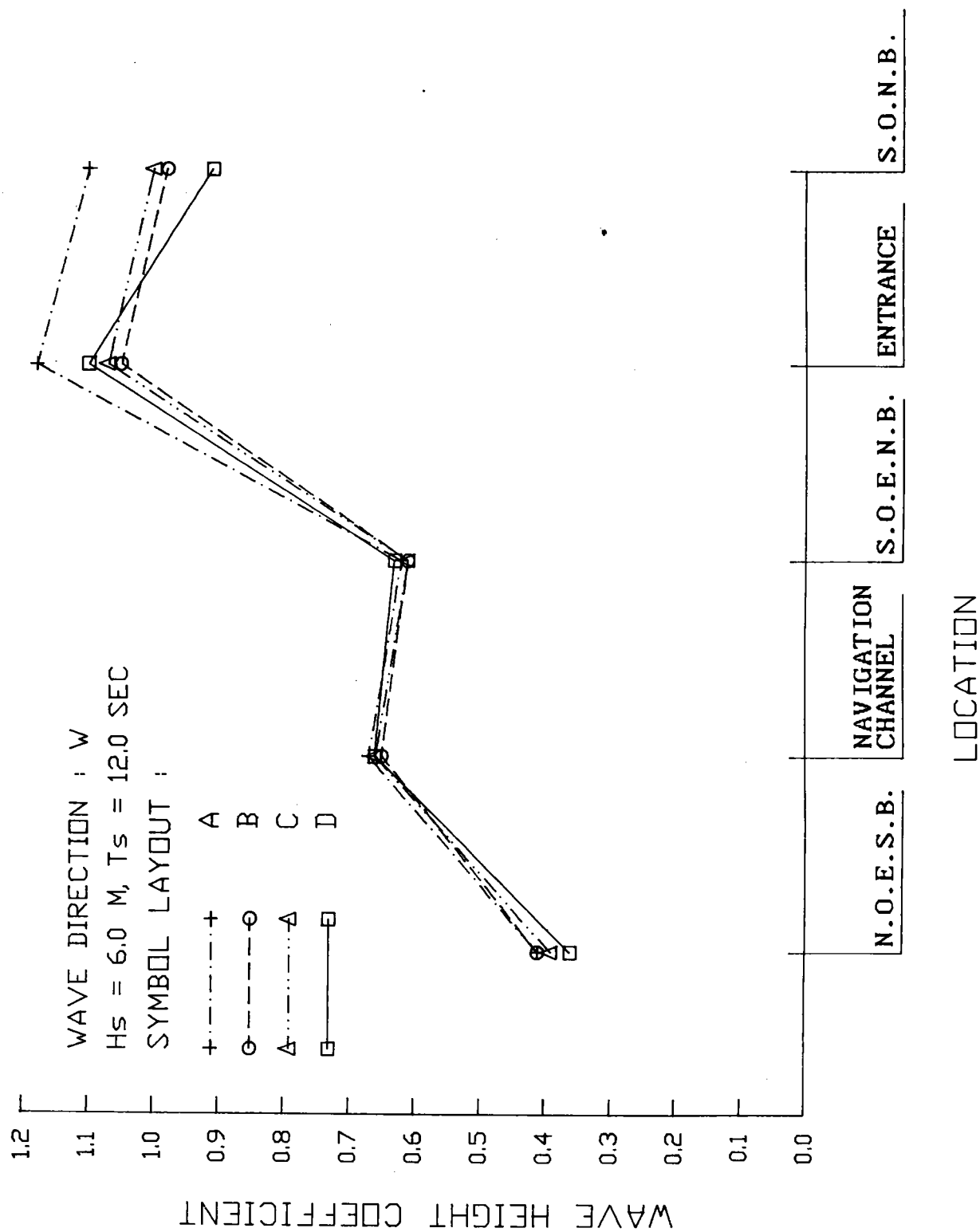
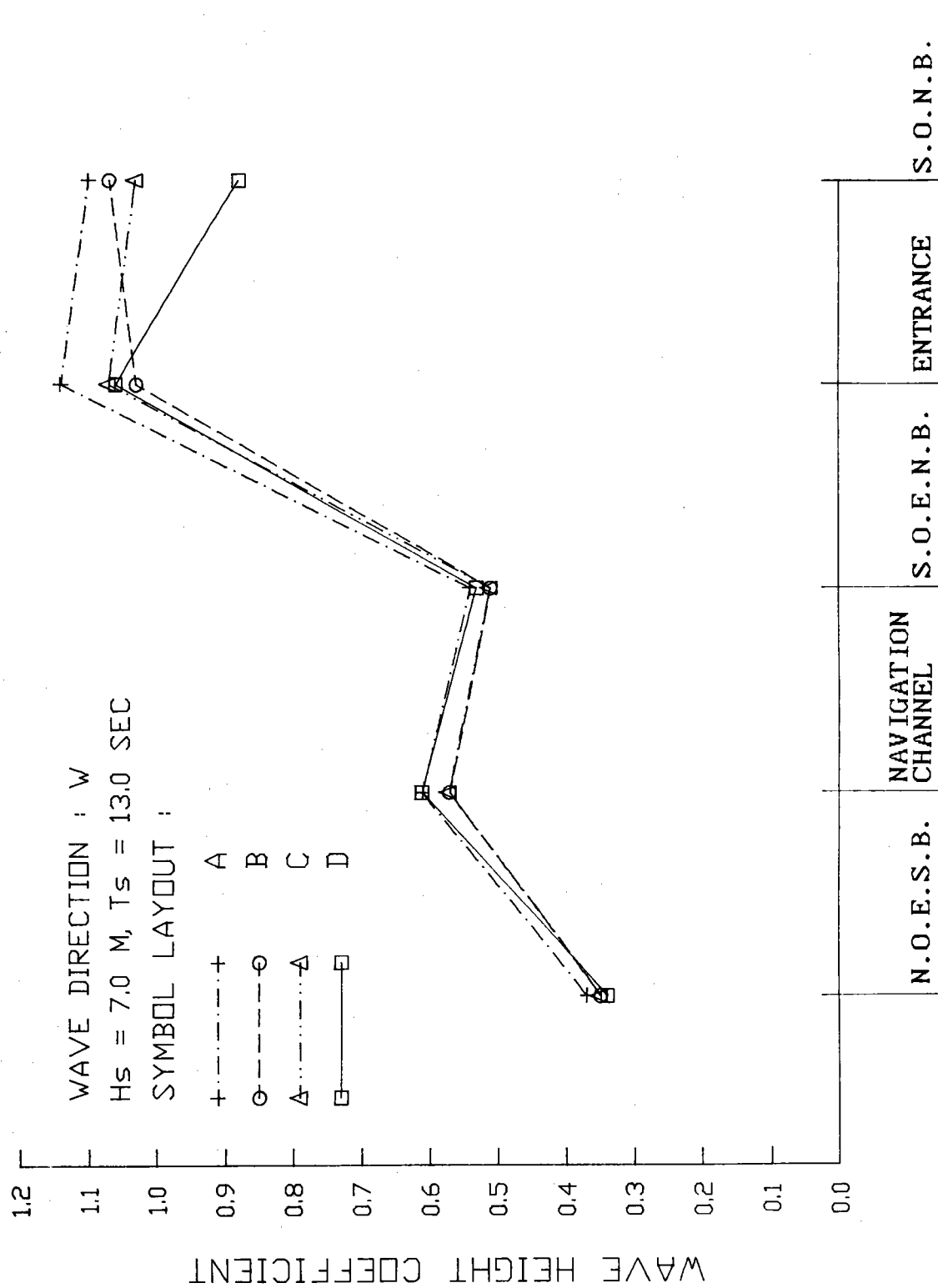


圖 7-2(e) W 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=12.0 \text{ SEC}$)



LOCATION

圖 7-2(f) W 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=13.0$ SEC)

WSW 方向波浪作用下，各區波高係數平均值如表 7-2，繪如圖 7-3。就整體消波效果而言，仍以佈置 D 最佳，依序為佈置 B、C 及 A。波高增大，週期加長，各種佈置方案波高係數漸趨一致，此種特性與 W 向波浪試驗結果相同。北防波堤南側 C 區波高係數呈現相反趨勢，即佈置 A 最佳，佈置 D 最差，此種現象在 SW 向波浪亦有相同之趨勢。

3. SW 方向波浪

SW 向波浪入侵時，各區波高係數平均值如表 7-3，繪如圖 7-4。航道 B 區及南堤北側 A 區，波浪穩靜度仍以佈置 D 最佳，但原北防波堤南側 C 區波高係數與 WSW 向波浪試驗結果相同，除 6 秒波浪外，佈置 A 直立堤波高係數最小。

(三) 延長段反射特性

上節分析各區平均波高係數顯示在 WSW 及 SW 兩方向波浪作用下，北防波堤南側 C 區平均波高係數，佈置 A 直立堤反較佈置 D 拋放消波塊為小，為探究發生原因，將延長段測點 WG17，20，21 及 24 波高係數平均值繪如圖 7-5。

W 向波浪作用時，因波向與延長段堤線夾角甚小，波高係數較 WSW 及 SW 略小。佈置 A 直立堤波高係數較佈置 B，C 及 D 均偏大，但佈置 D 波高係數並非最小。WSW 及 SW 向波浪試驗時，波向與堤線成較大夾角，佈置 D 拋放消波塊有極顯著消波效能，佈置 A 直立堤波高係數偏大，佈置 B 及 C 則差

表 7-2 WSW 向波浪試驗結果各區水域平均波高係數

波高 (m)	週 期 (sec)	佈置	南堤北側	航 道	北堤南側	港 口	延伸堤 南 側
2	6	A	0.21	0.25	0.66	0.96	1.14
		B	0.16	0.18	0.58	0.80	1.03
		C	0.18	0.26	0.82	0.84	0.99
		D	0.13	0.23	0.90	0.85	0.99
3	7	A	0.26	0.29	0.55	0.90	1.19
		B	0.19	0.23	0.58	0.81	1.06
		C	0.24	0.28	0.72	0.87	1.08
		D	0.17	0.29	0.87	0.86	0.97
4	8	A	0.33	0.34	0.56	1.01	1.18
		B	0.28	0.33	0.67	0.86	1.04
		C	0.29	0.33	0.69	0.92	1.06
		D	0.22	0.32	0.75	0.92	0.97
5	9	A	0.32	0.42	0.52	0.94	1.04
		B	0.28	0.40	0.56	0.91	0.99
		C	0.30	0.41	0.64	0.93	1.01
		D	0.29	0.43	0.70	0.95	0.96
6	12	A	0.34	0.47	0.55	0.97	0.95
		B	0.31	0.45	0.55	0.91	0.90
		C	0.32	0.41	0.66	0.89	0.88
		D	0.29	0.42	0.65	0.97	0.89
7	13	A	0.31	0.49	0.51	0.92	1.02
		B	0.28	0.51	0.50	0.90	0.97
		C	0.29	0.46	0.60	0.97	0.94
		D	0.27	0.41	0.58	0.93	0.88

表 7-3 SW 向波浪試驗結果各區水域平均波高係數

波高 (m)	週 期 (sec)	佈置	南堤北側	航 道	北堤南側	港 口	延伸堤 南 側
2	6	A	0.26	0.31	1.13	1.00	1.17
		B	0.29	0.44	0.81	1.06	1.03
		C	0.28	0.51	1.06	1.05	0.82
		D	0.18	0.40	1.05	0.89	0.86
3	7	A	0.27	0.41	0.96	1.03	1.11
		B	0.30	0.46	1.04	1.03	0.99
		C	0.33	0.47	1.05	1.02	1.01
		D	0.23	0.39	0.98	0.87	0.83
4	8	A	0.30	0.42	0.78	1.08	1.12
		B	0.29	0.44	0.83	1.05	1.02
		C	0.35	0.49	0.83	1.10	1.10
		D	0.27	0.40	0.86	0.97	0.90
5	9	A	0.34	0.41	0.69	1.03	1.02
		B	0.35	0.42	0.70	0.99	0.97
		C	0.37	0.42	0.71	1.04	1.00
		D	0.29	0.41	0.73	0.98	0.87
6	12	A	0.38	0.43	0.68	1.01	0.87
		B	0.37	0.42	0.67	0.98	0.83
		C	0.34	0.44	0.64	0.96	0.84
		D	0.32	0.44	0.65	0.97	0.85
7	13	A	0.37	0.40	0.55	0.96	0.78
		B	0.39	0.43	0.60	1.00	0.78
		C	0.33	0.43	0.58	0.97	0.80
		D	0.28	0.41	0.53	0.86	0.82

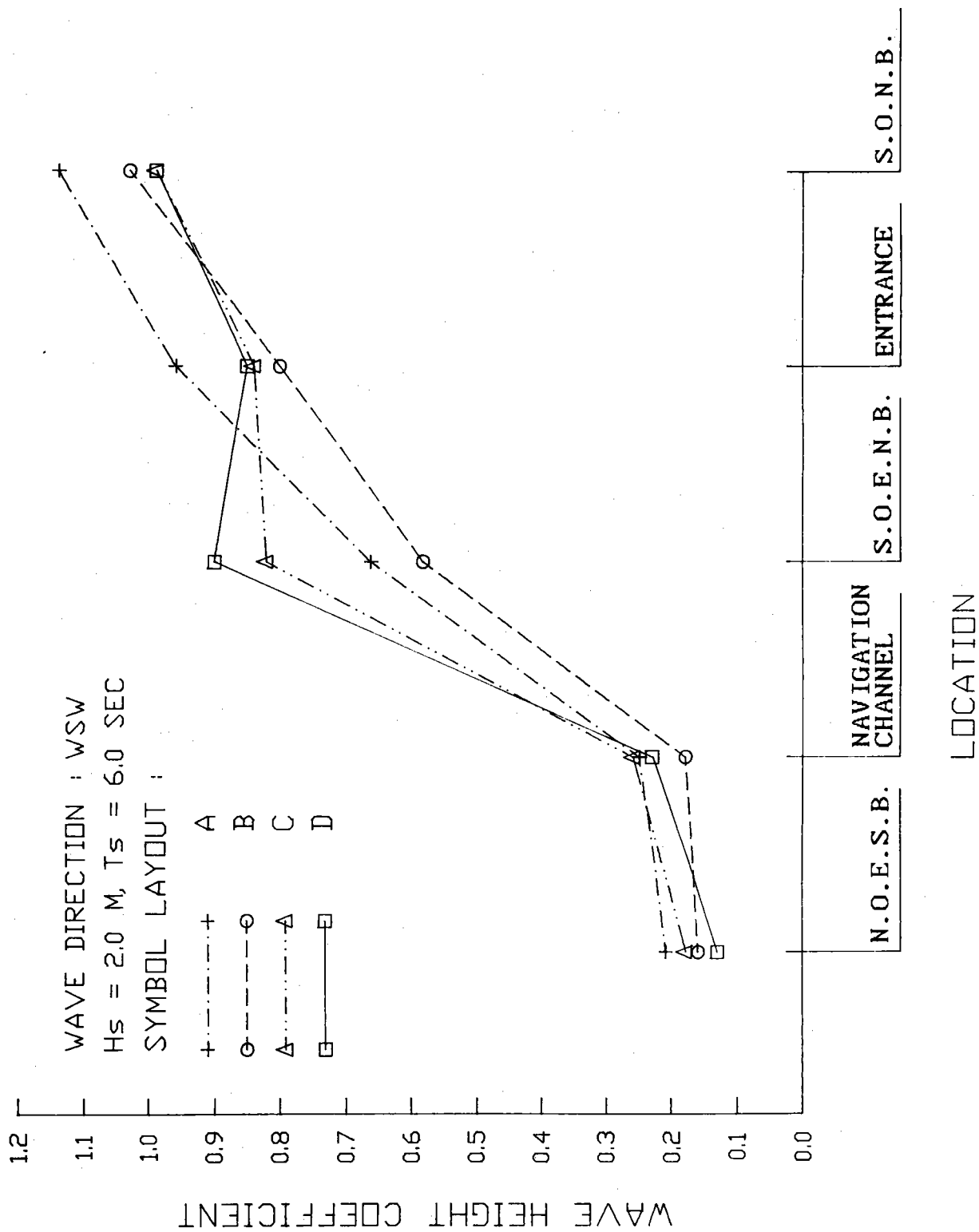
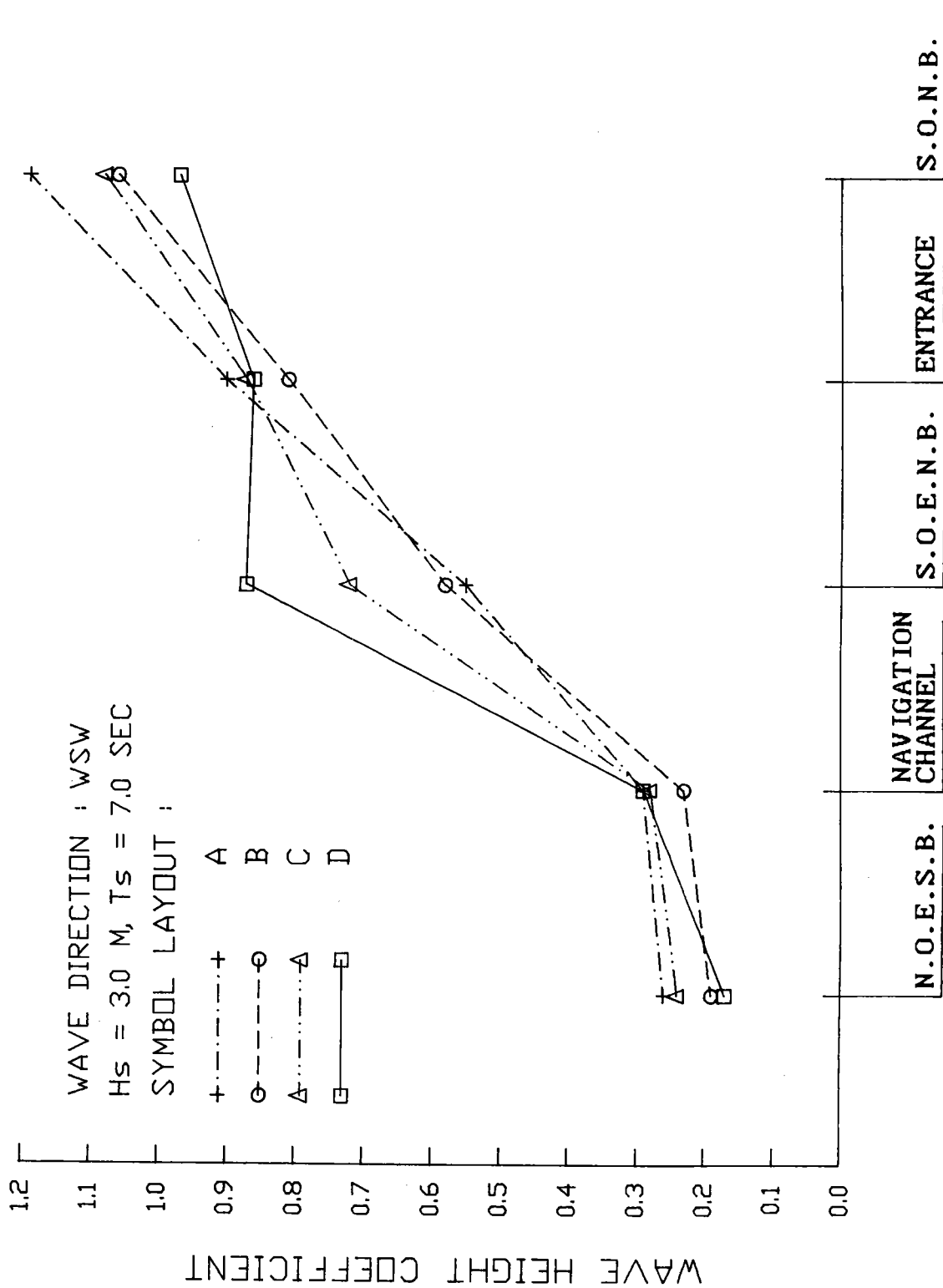


圖 7-3(a) WSW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=6.0 \text{ SEC}$)



LOCATION

圖 7-3(b) WSW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=7.0\text{SEC}$)

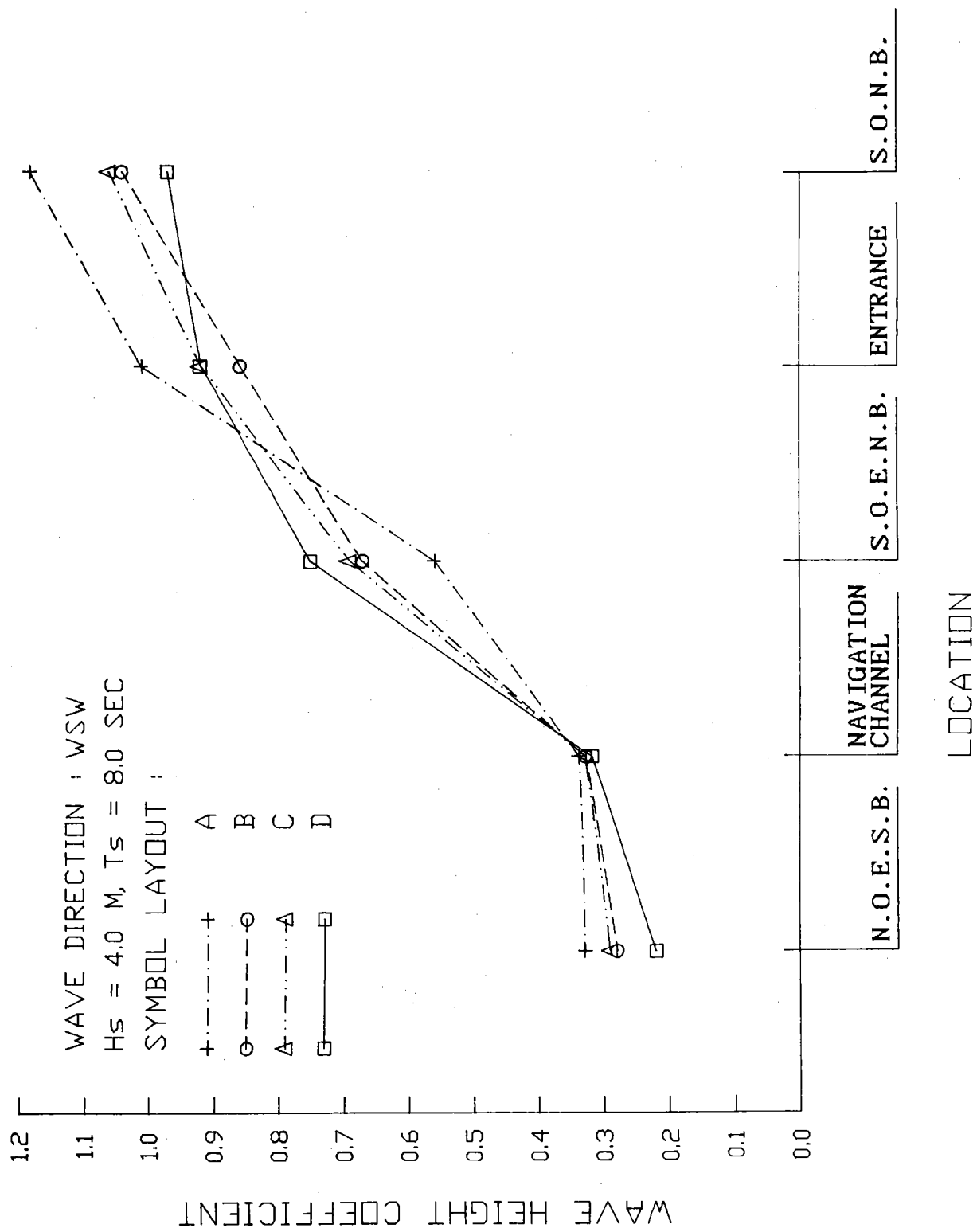


圖 7-3(c) WSW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=8.0\text{SEC}$)

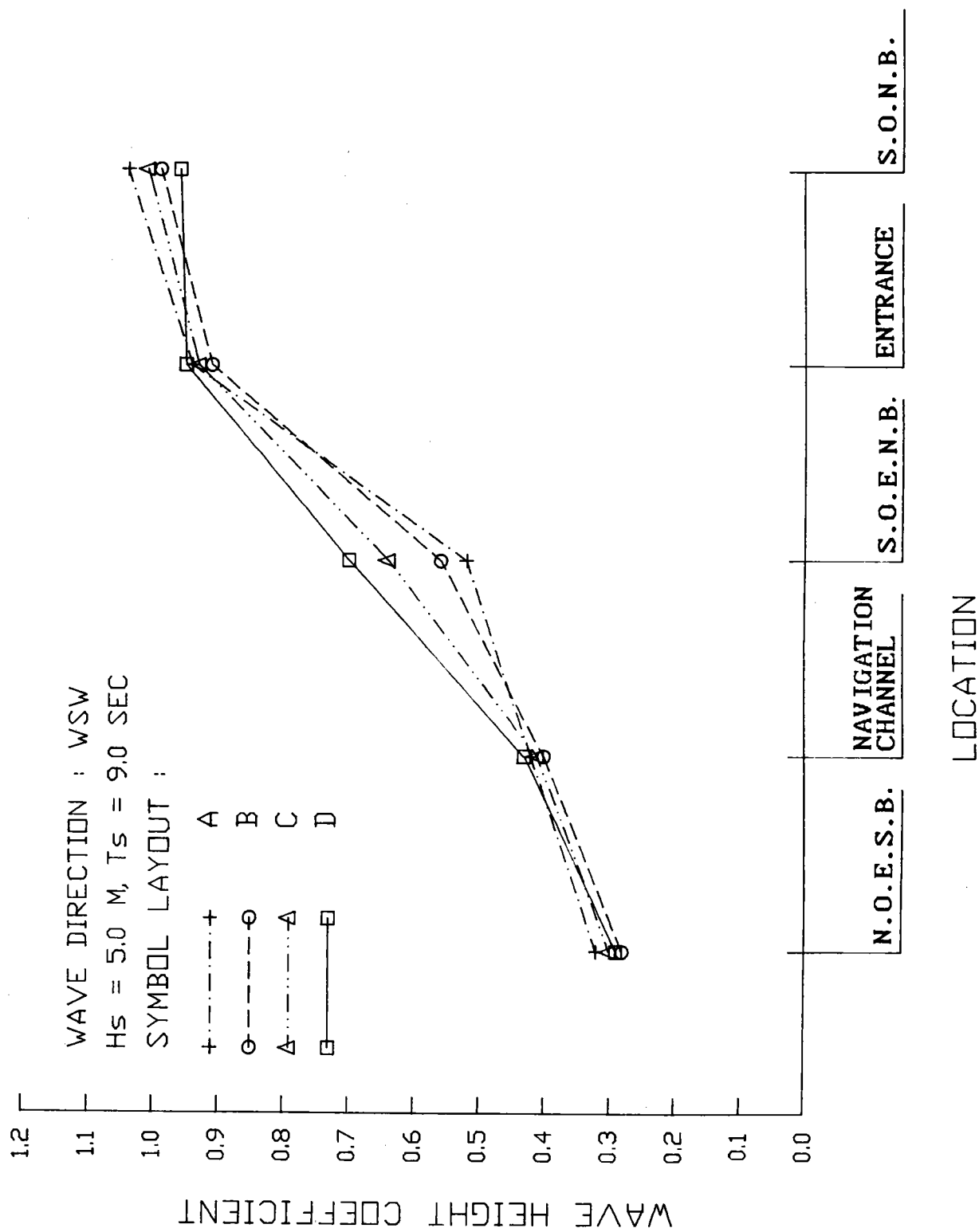
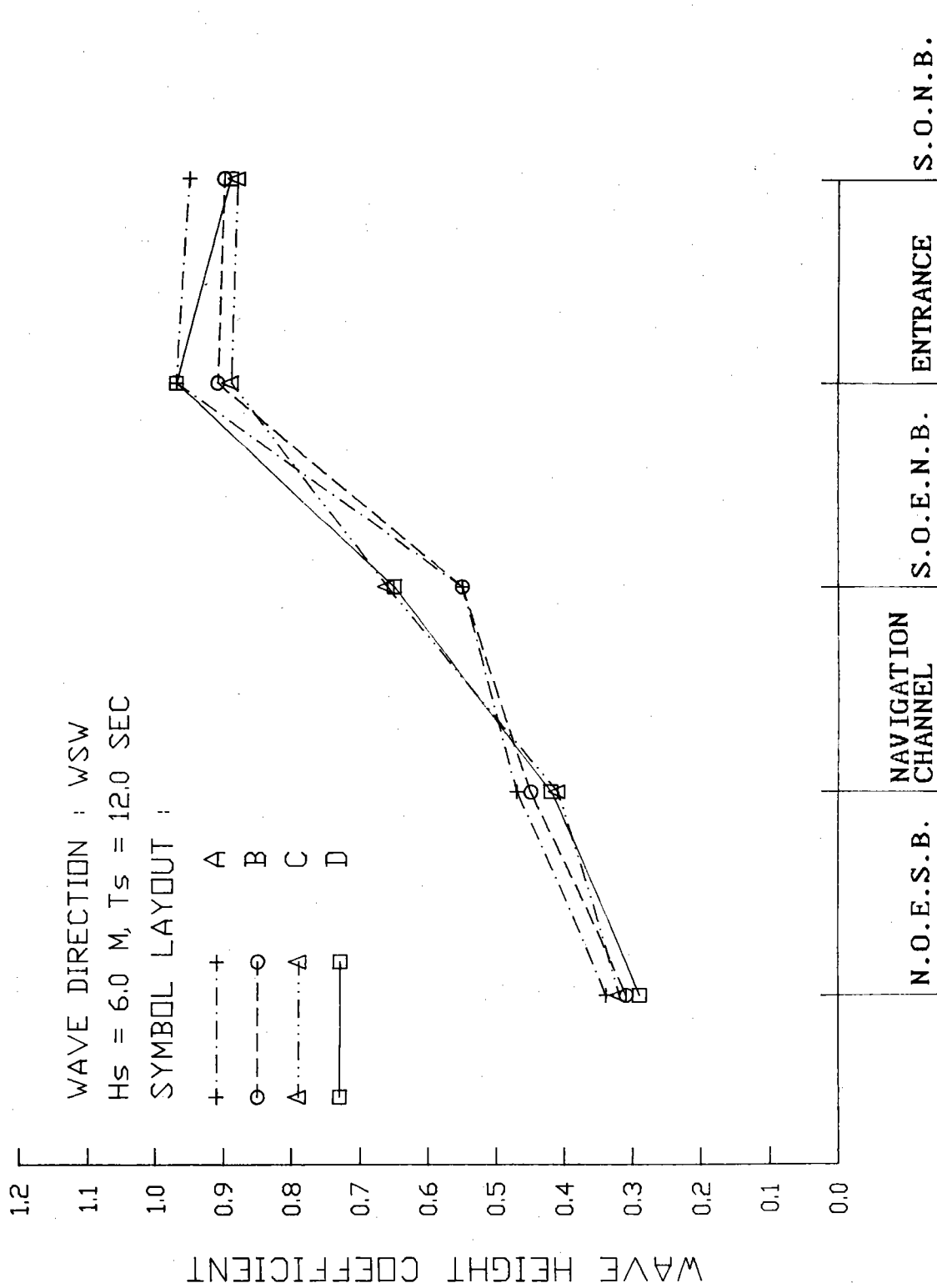


圖 7-3(d) WSW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=9.0$ SEC)



LOCATION

圖 7-3(e) WSW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=12.0\text{SEC}$)

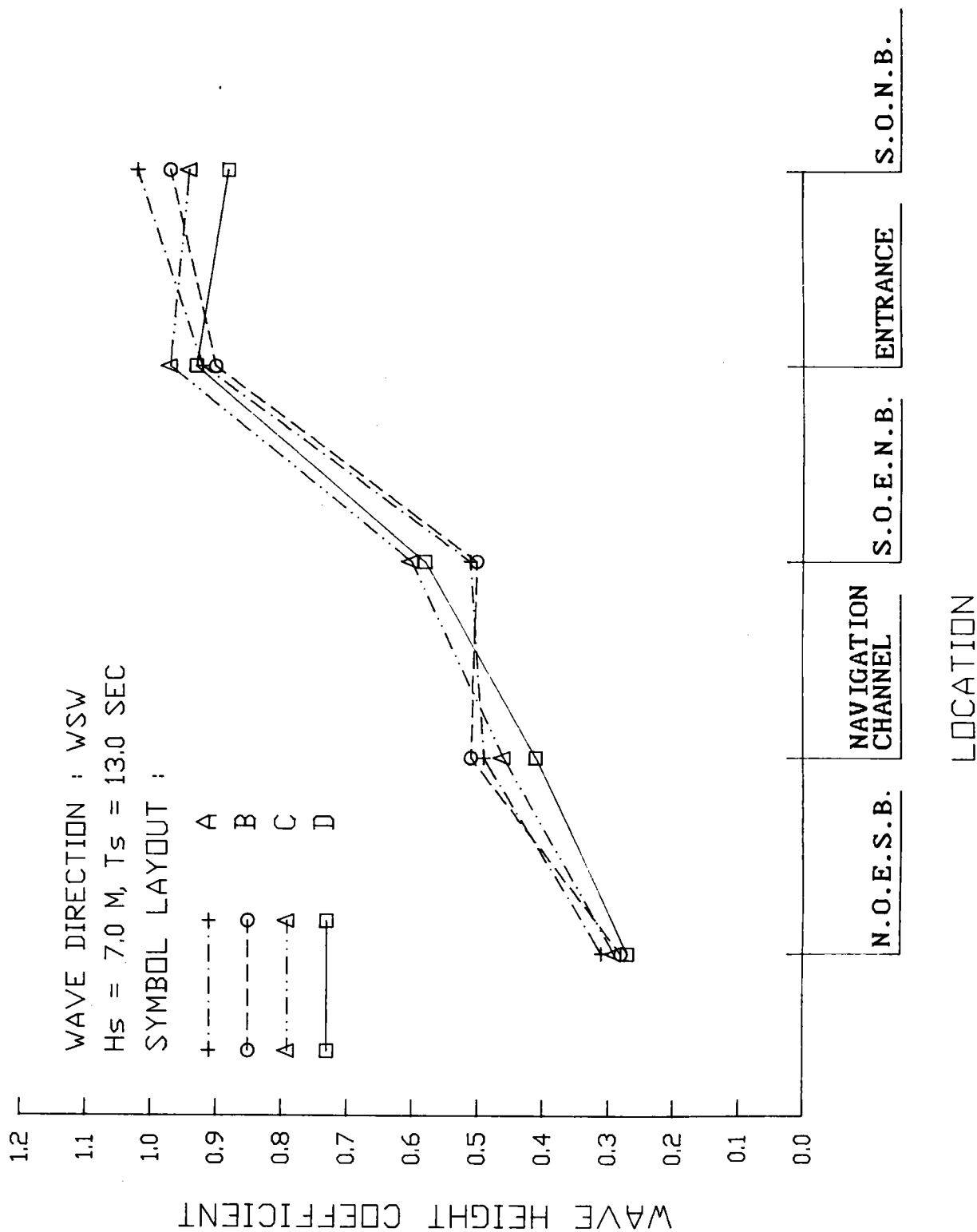


圖 7-3(f) WSW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=13.0 \text{ SEC}$)

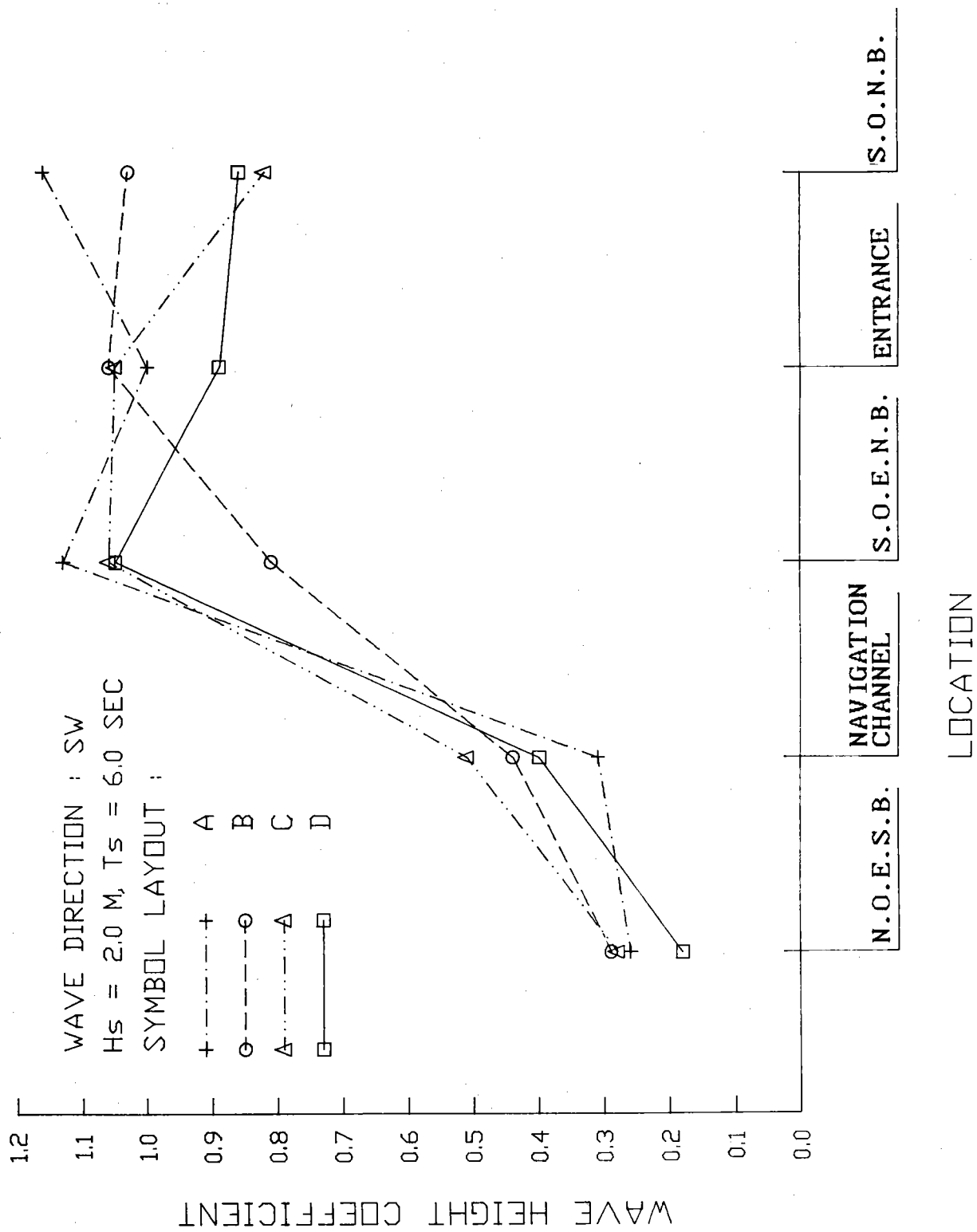


圖 7-4(a) SW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=6.0 \text{ SEC}$)

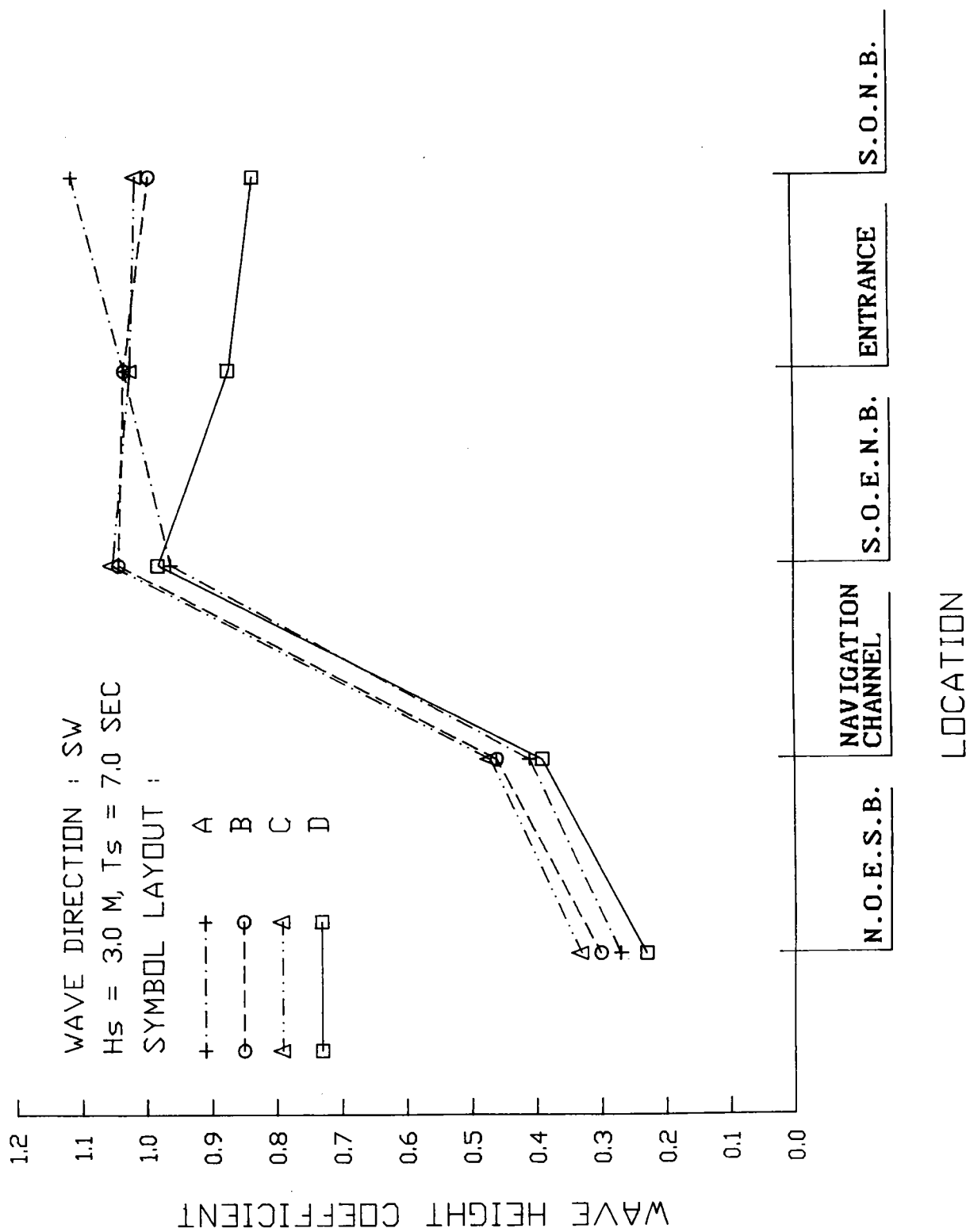
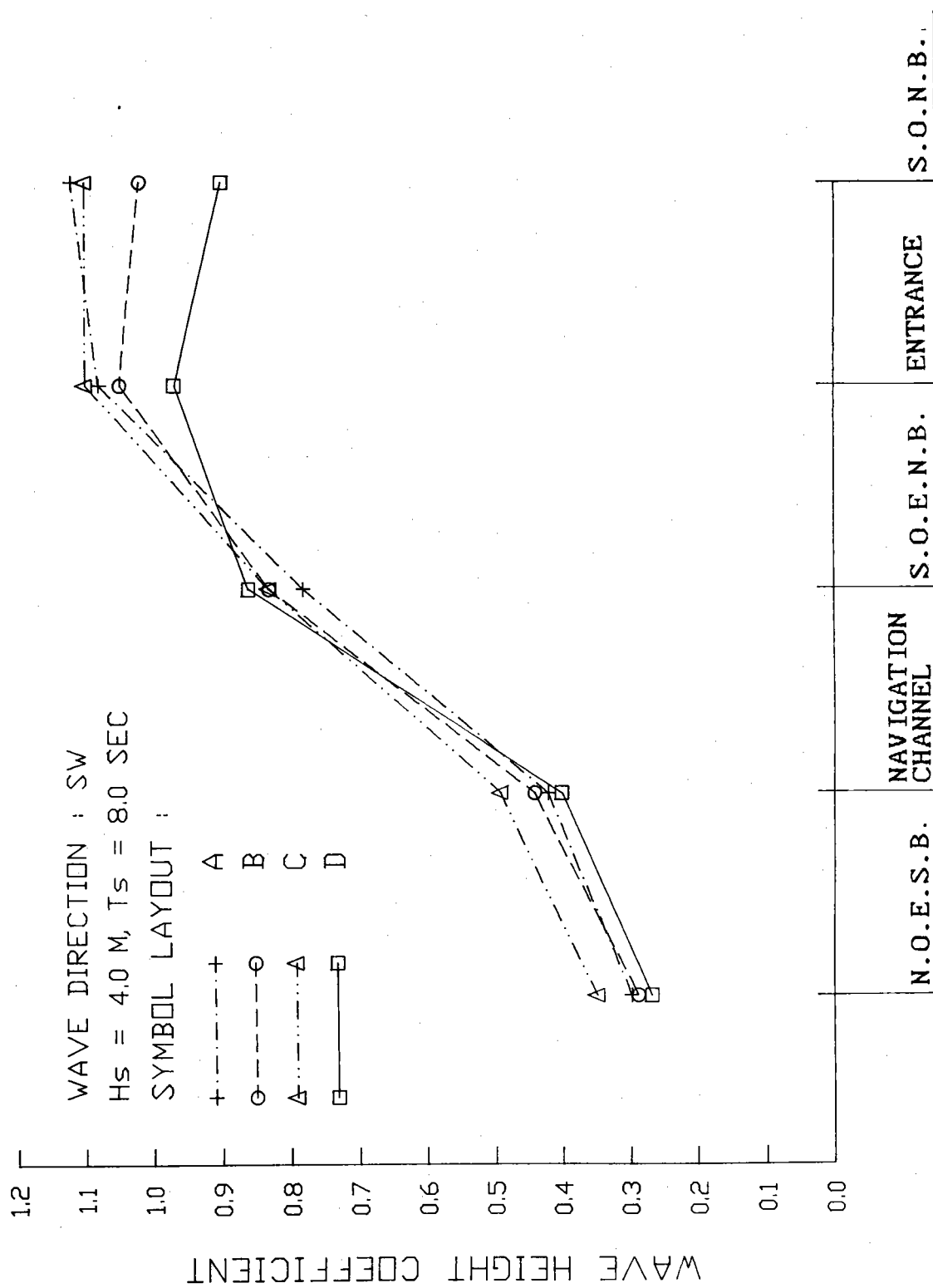


圖 7-4(b) SW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=7.0\text{SEC}$)



LOCATION

圖 7-4(c) SW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 (T=8.0SEC)

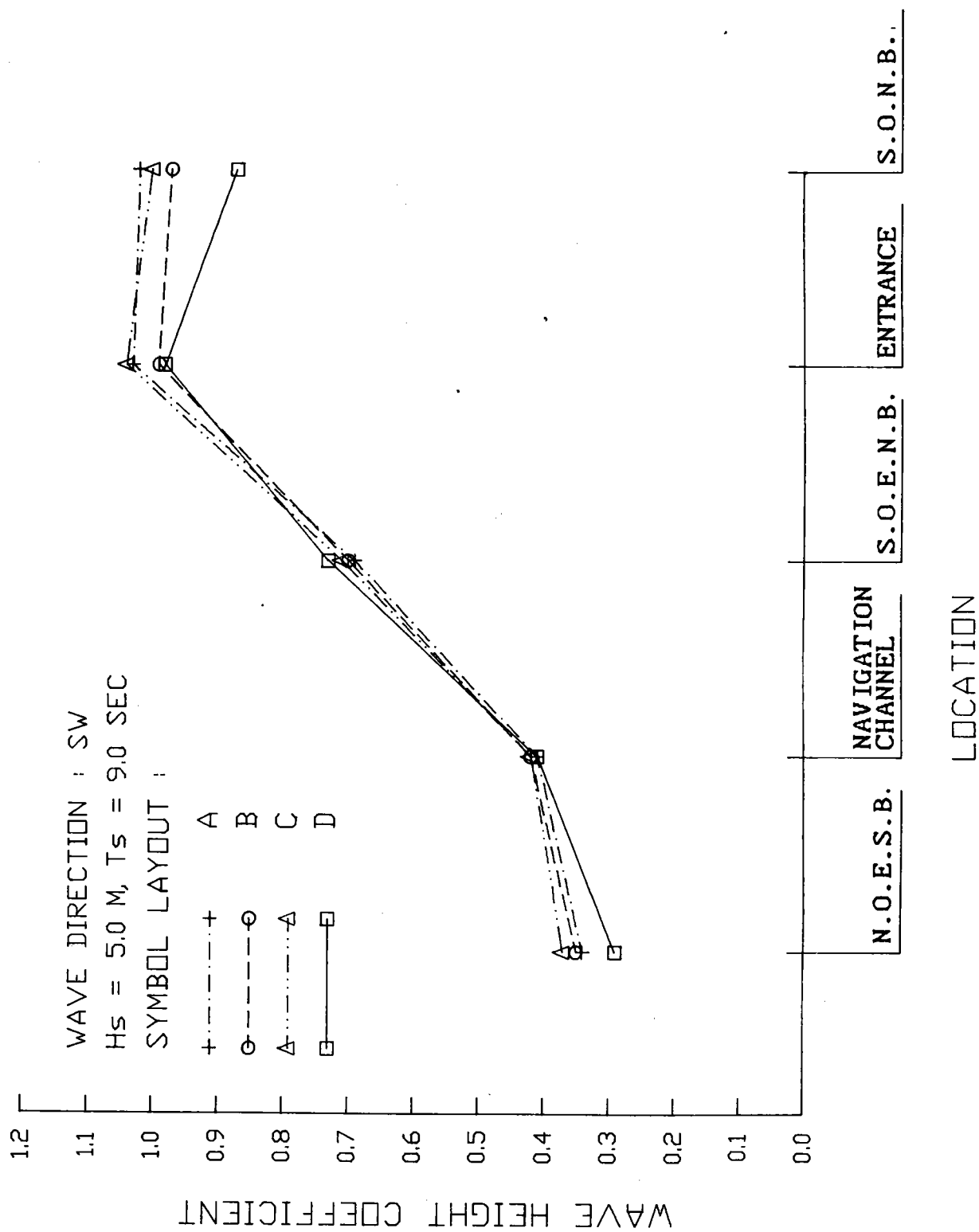


圖 7-4 (d) SW 向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=9.0 \text{ SEC}$)

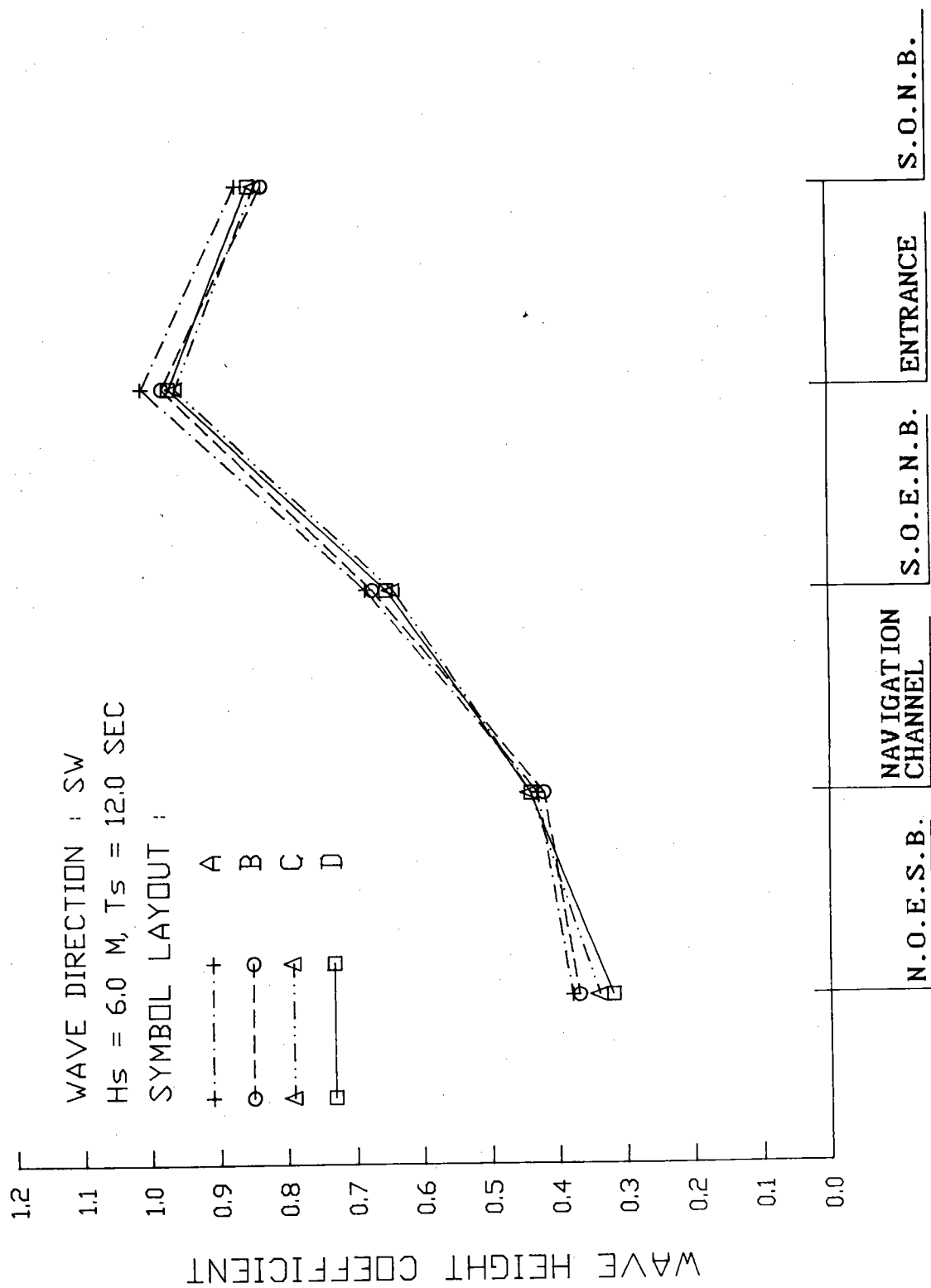


圖 7-4(e) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=12.0\text{SEC}$)

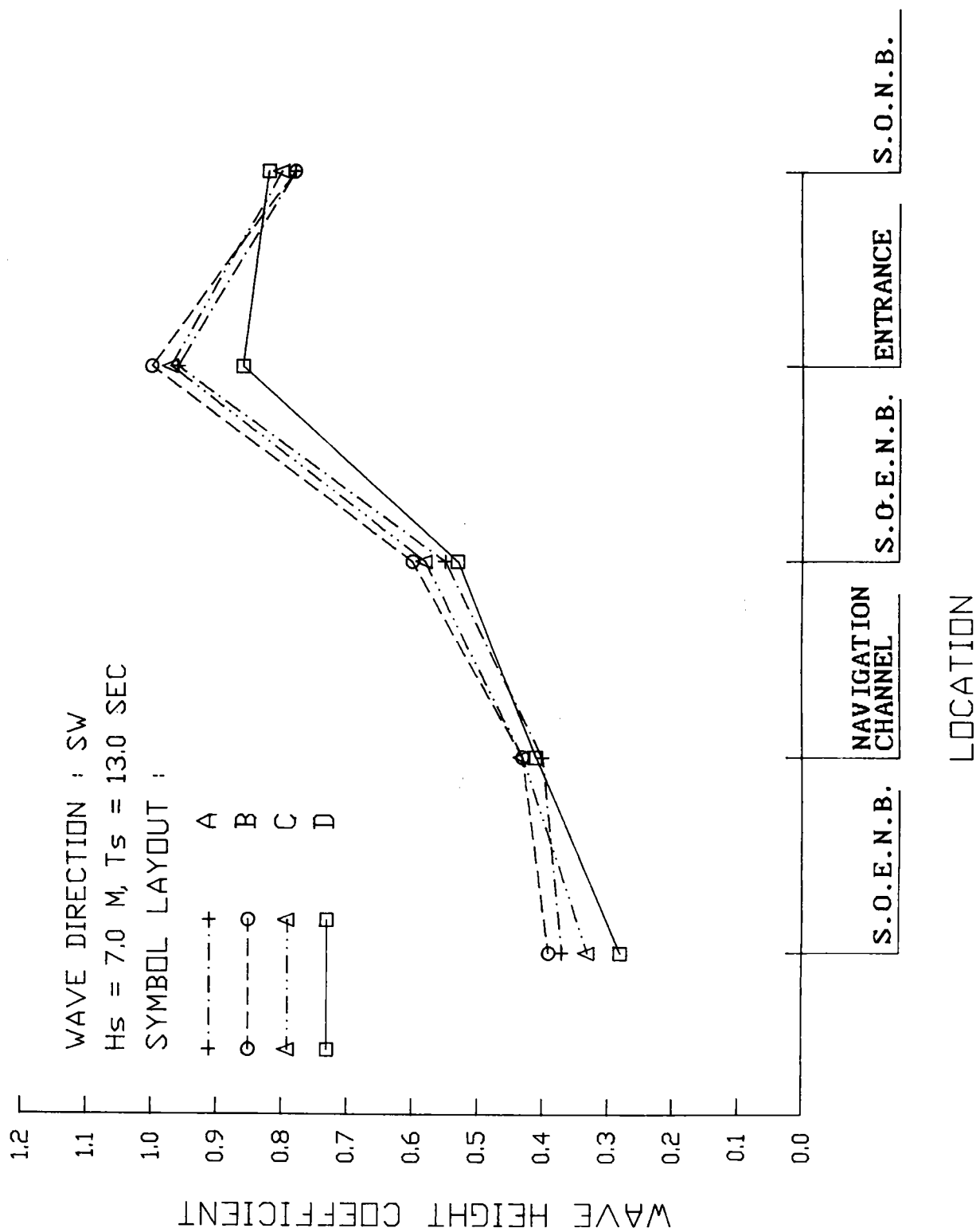


圖 7-4(f) SW向波浪試驗結果四種佈置波高係數比較 ($T=13.0\text{SEC}$)

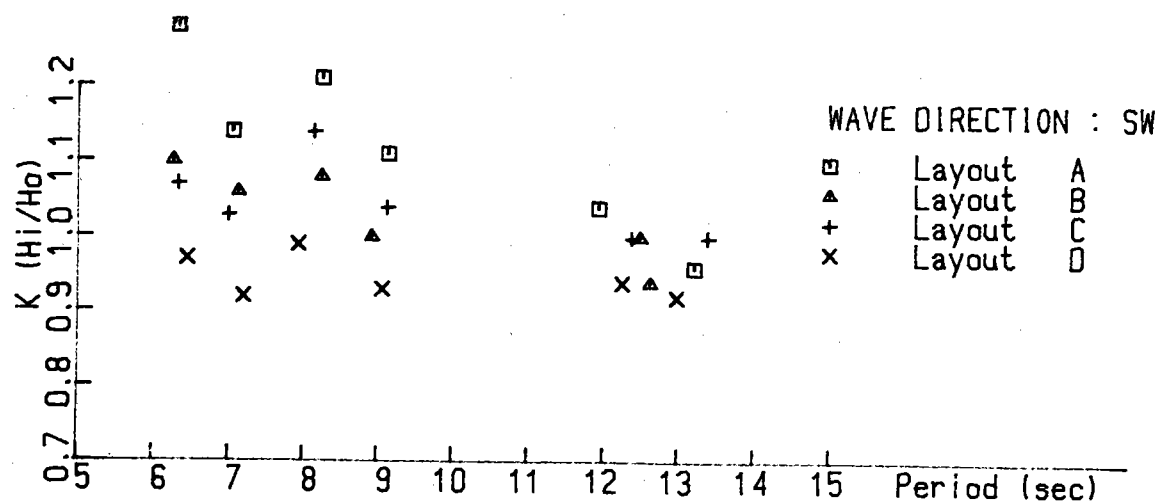
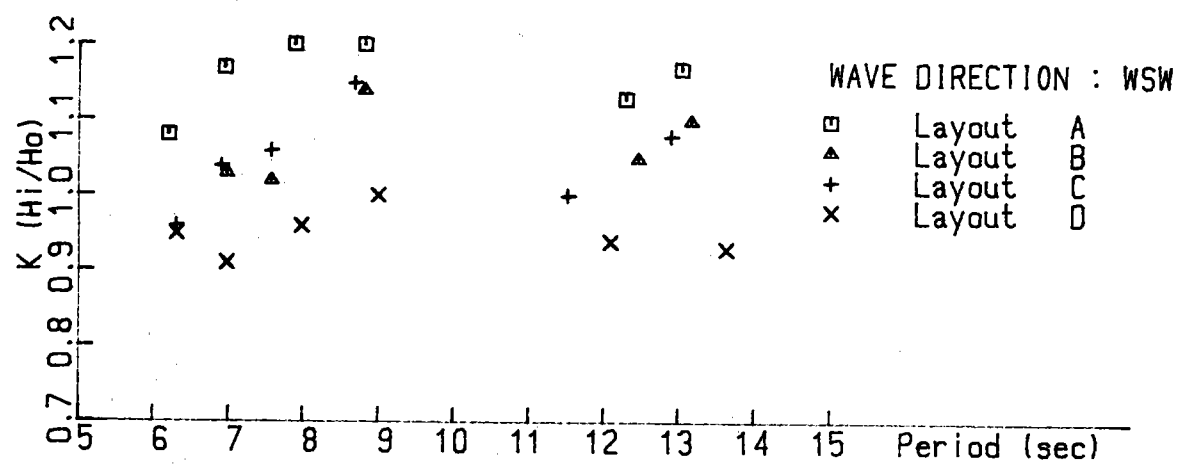
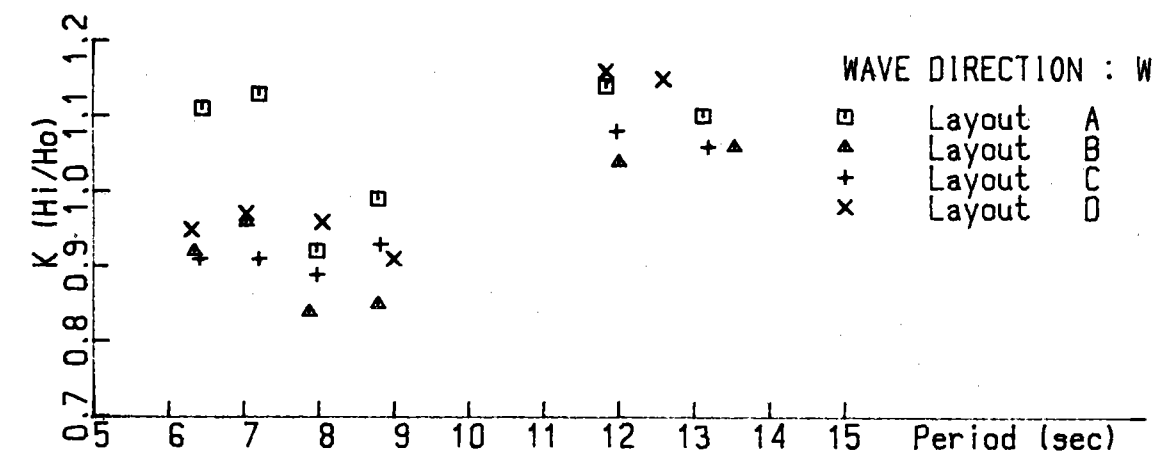


圖 7-5 延長段航道中線平均波高係數

異不大。防波堤反射率應隨週期增長而加大，但試驗結果此種現象並不顯著，研判主要係受測點位置影響。

(四)港口平均波高係數特性

港口三個測點(WG14, 15及16)平均波高係數可以大致評估進港波浪能量，試驗結果四種佈置不同週期平均波高係數繪如圖 7-6，W 向入射波浪正對港口。試驗結果顯示，佈置 D 拋置消波塊可以消殺較大入射波能各種試驗週期，港口平均波高係數均偏低，而佈置 A 直立堤由於缺乏消波，波高係數偏大，佈置 C 較佈置 B 略佳，但差異有限。SW 向波浪作用時，仍以佈置 D 消波效果最理想，佈置 B 與 C 次之，佈置 A 最差，但在短週期時(6及7秒)佈置 A 波高係數較佈置 B 及 C 偏低，可能係短峰波未能測得相同相位緣故。WSW 向波浪試驗結果，各種方案波高係數差異較小，且呈現局部不合理現象，研判可能是測點未能測得短峰波相同相位以及反射波與入射波相互作用所致。

(五)航道中點平均波高係數特性

航道最靠近內港口三個測點 (WG2, 3及4)平均波高係數，可以作為評估波浪能量進入港口大小之指標。三個波向，六種波浪組合，四種佈置航道，中點平均波高係數繪如圖7-7。W 向波浪正對港口，佈置 D 有顯著之消波效果，波高係數偏低，依序為佈置 C 及 B，佈置 A 最差。WSW 及 SW 方向波

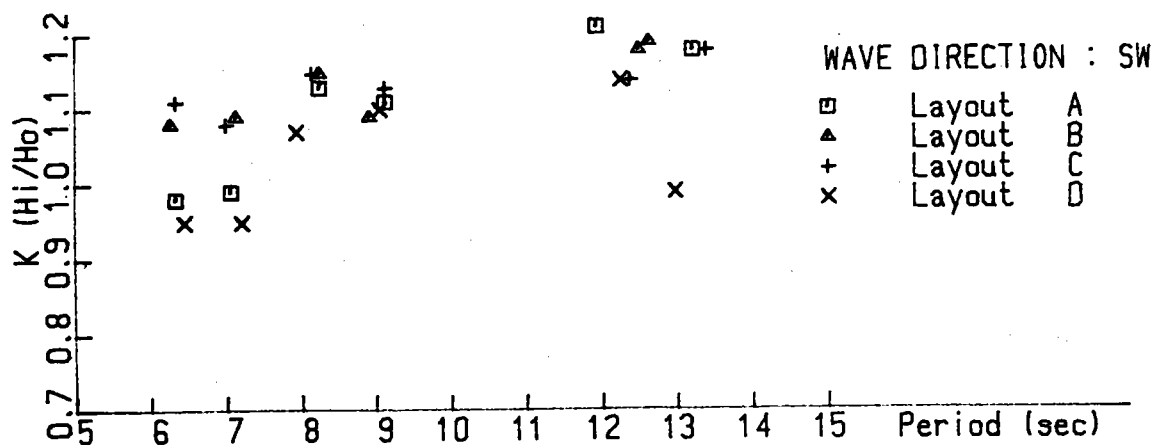
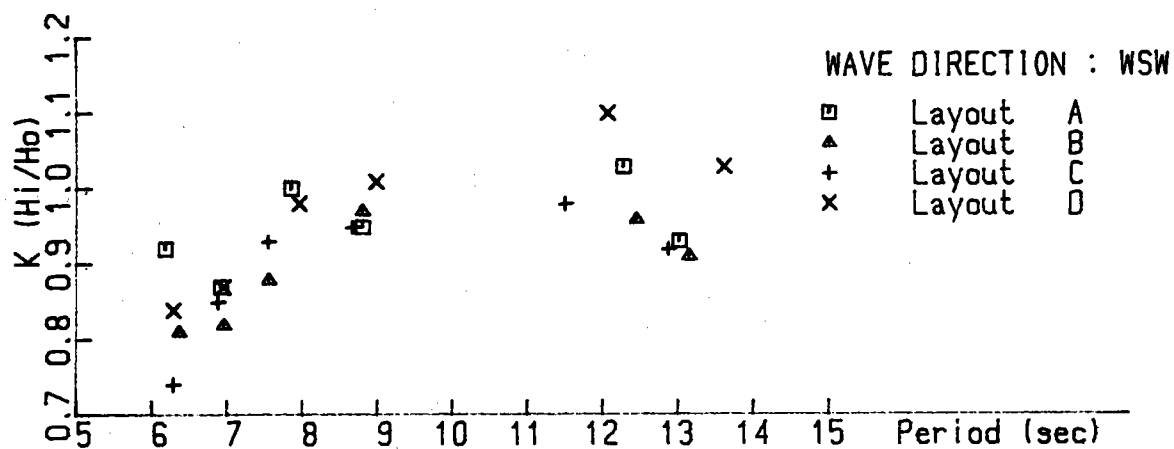
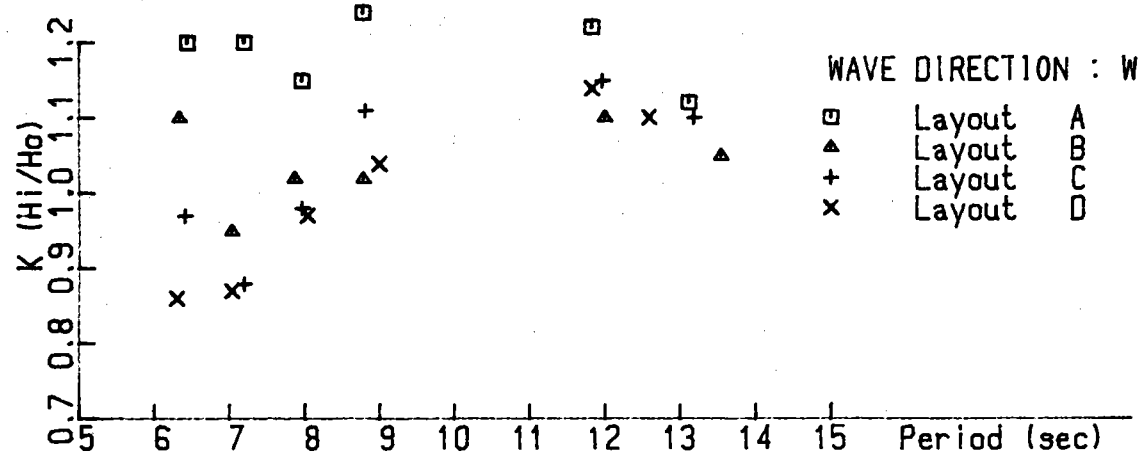


圖 7-6 港口平均波高係數

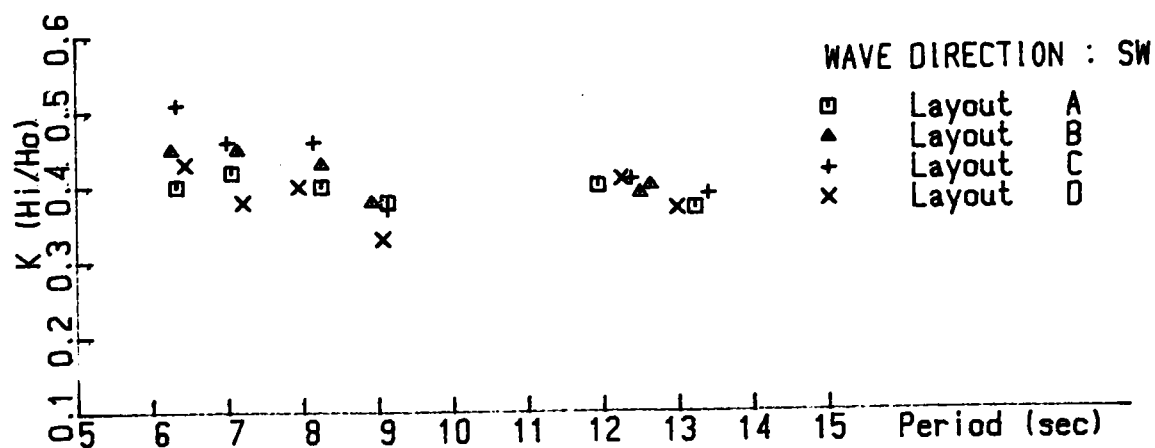
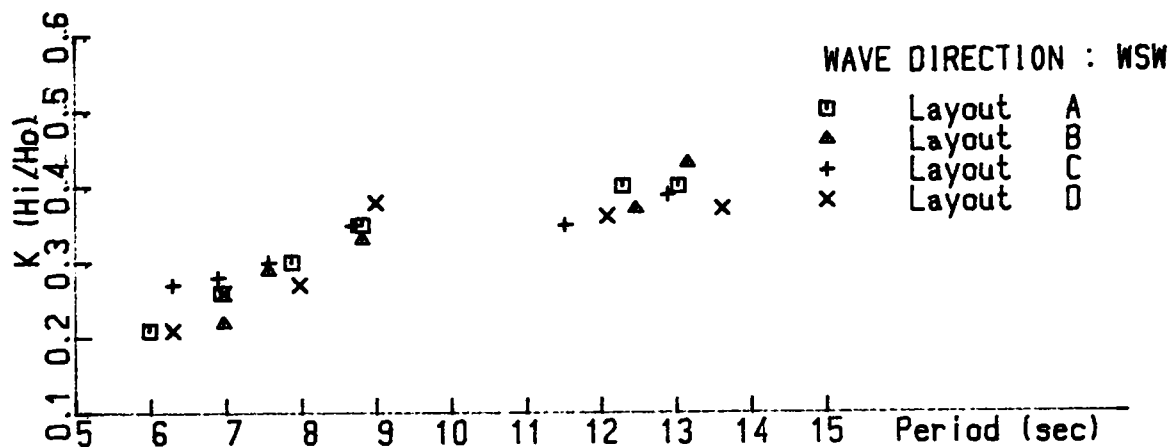
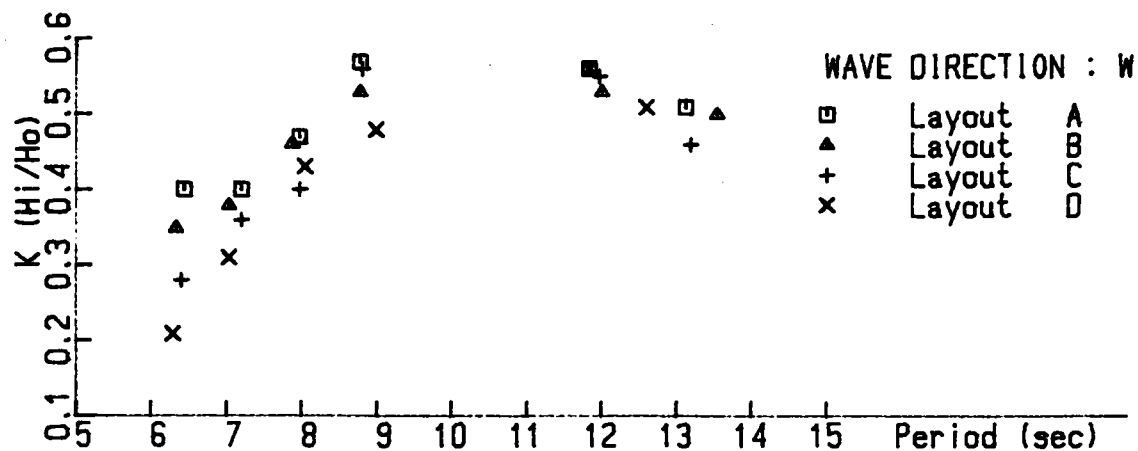


圖 7-7 航道中點平均波高係數

浪試驗時，各種試驗結果並無顯著差異，研判是由於延伸段反射波能量並未直接進入港口，延長段消波設施僅對港口外航道穩靜具有改善作用，而港內航道穩靜主要係受現有北防波堤影響，因此，針對 SW 及 WSW 向入射波浪，若欲改善港池穩靜狀況，必需在北防波堤內側增加消波設施。

(六) 航道中心線波高係數變化

以北防波堤延長段末端為起始點，沿航道中心線波高測點依序為 WG25, 24, 21, 20, 17, 15, 12, 11, 9 及 3。W SW 及 WSW 三個方向波浪試驗結果，中心線波高係數變化分別繪如圖 7-8, 7-9 及 7-10。為瞭解波浪週期對波高係數影響，每一試驗方向選擇 6、8 及 12 秒三種週期加以分析。

W 向波浪試驗結果如圖 7-8，在短週期（6 秒）波浪作用時（圖 7-8a），佈置 D 拋放消波塊，消波效能最為顯著，佈置 C 及 B 次之，無消波設施之佈置 A 最差，隨週期增加，消波效果逐漸降低，當長週期時（12 秒）四種佈置港內波高係數趨於一致。SW 向波浪試驗時（如圖 7-10），波向線與堤線夾角接近垂直，反射波浪直接影響港口外航道穩靜，佈置 D 有較小之反射率延長段防波堤南側波高係數較低，佈置 B 與 C 次之，佈置 A 最大。週期增長，波高係數並未顯著增大，研判係受測點位置影響。延長段消波對港內穩靜影響不大，港內波高狀況主要受現有北堤反射影響。針對 SW 向波浪，若欲改

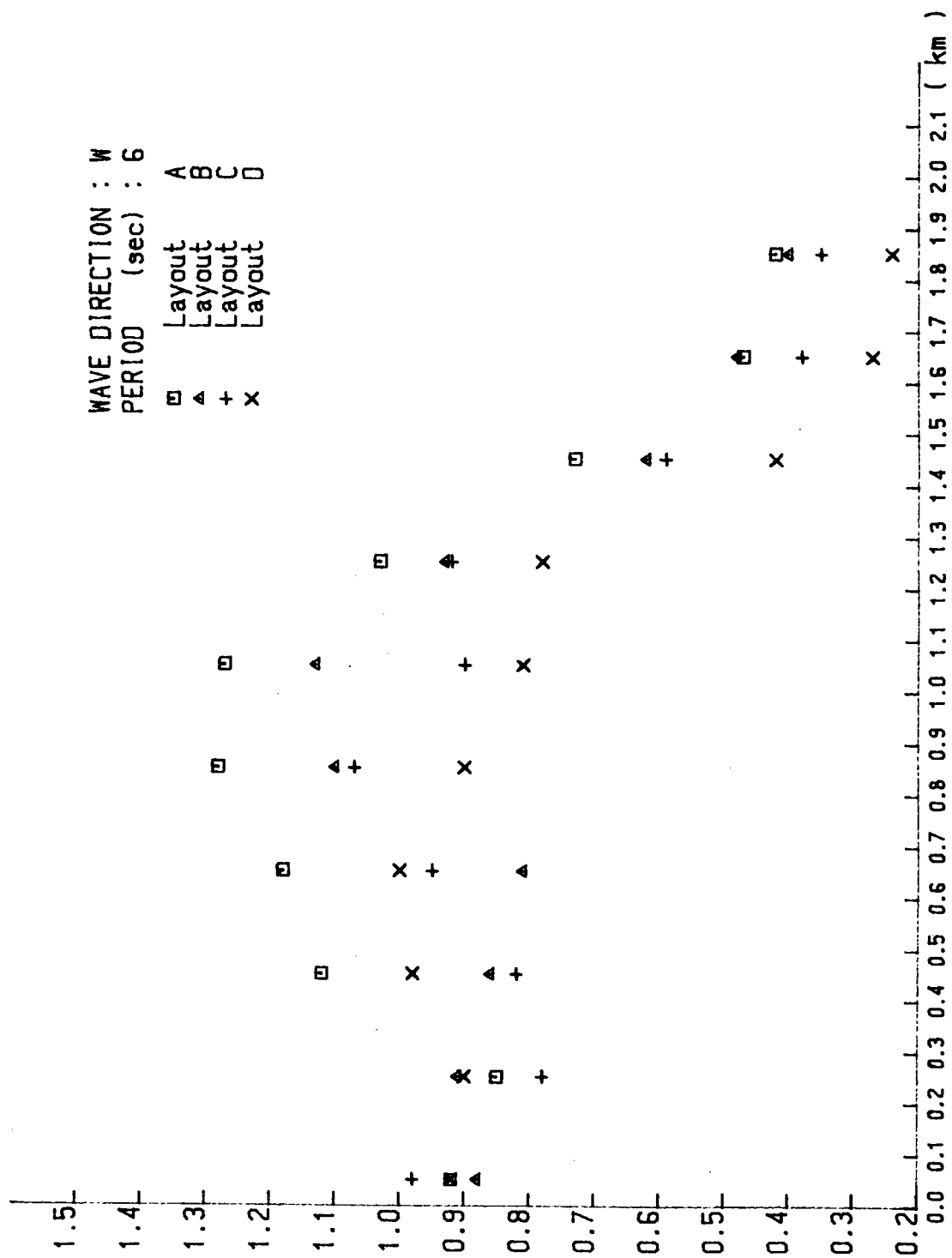


圖7-8(a) 航道中心線波高係數變化(W向)

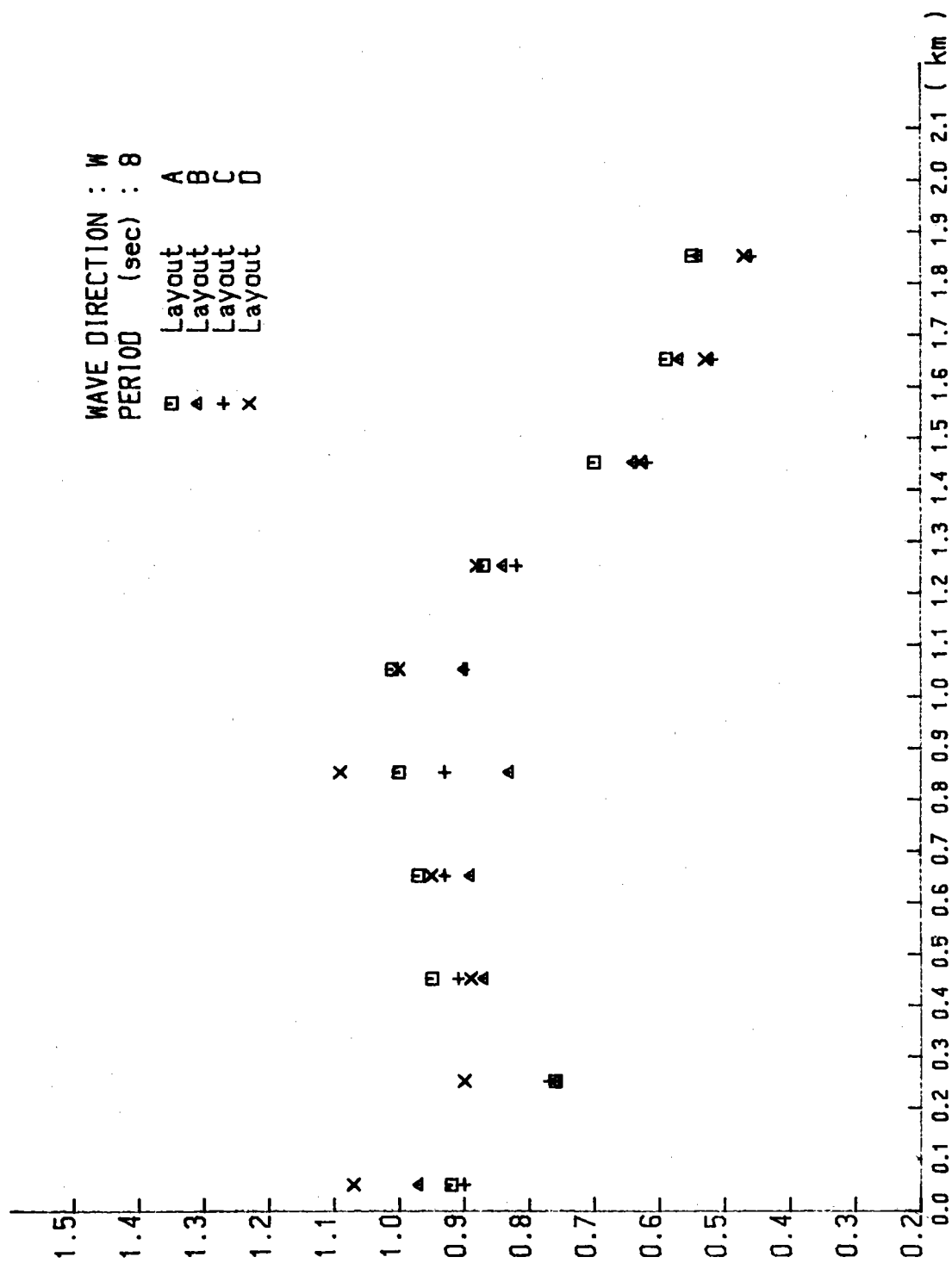


圖7-8(b) 航道中心線波高係數變化(W向)

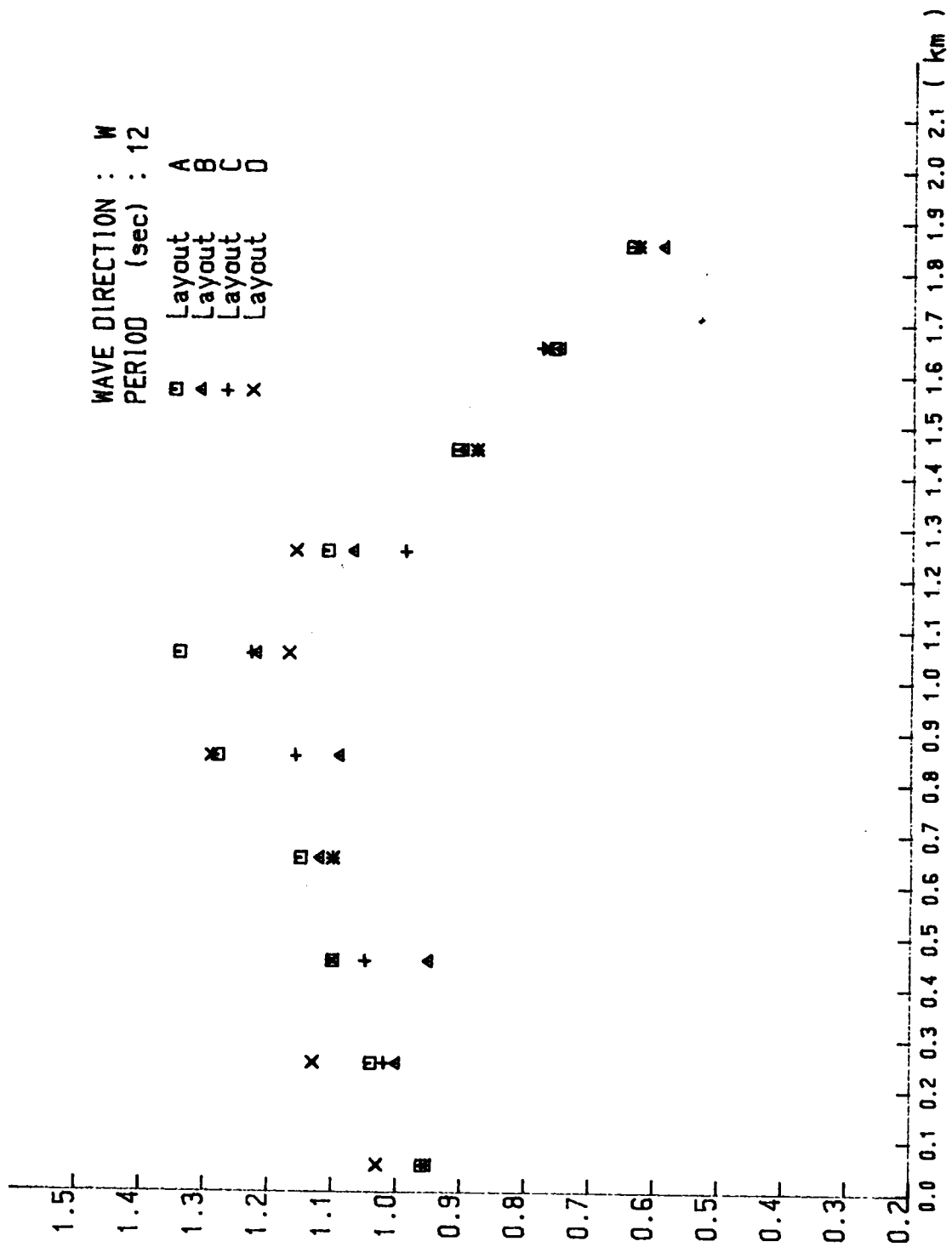


圖7-8(c) 航道中心線波高係數變化(W向)

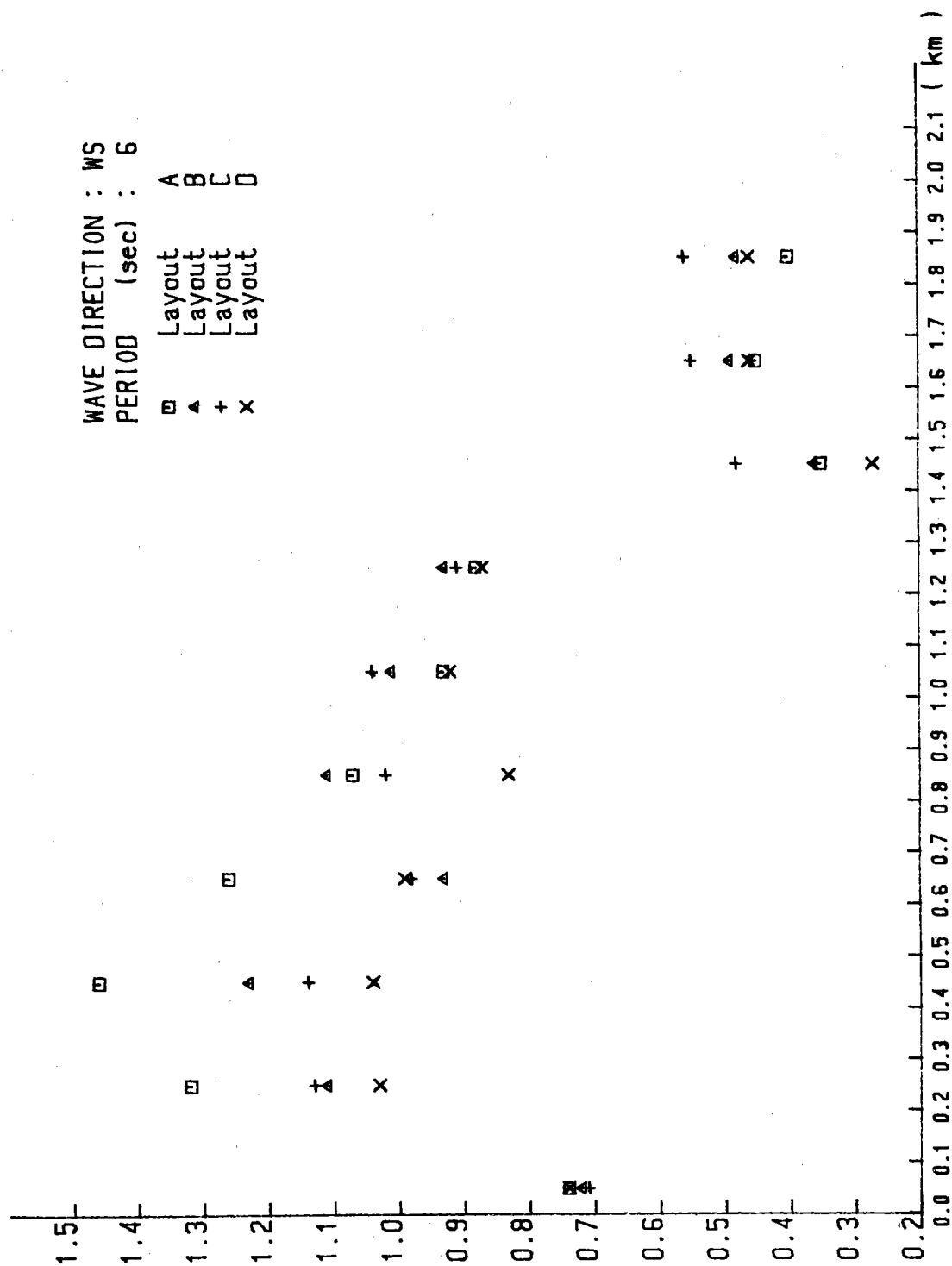


圖7-9(a) 航道中心線波高係數變化(SW向)

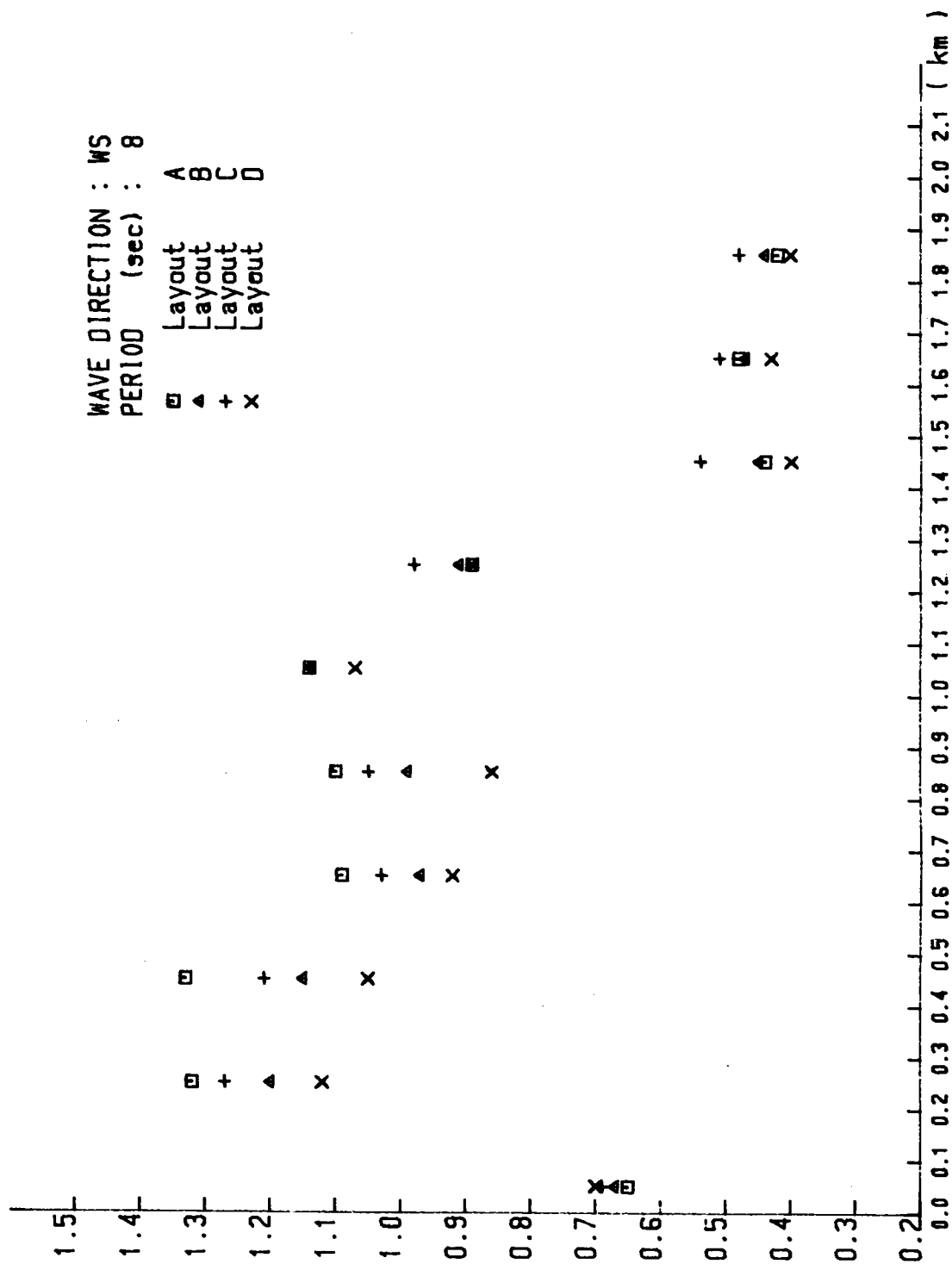


圖7-9(b) 航道中心線波高係數變化(SW向)

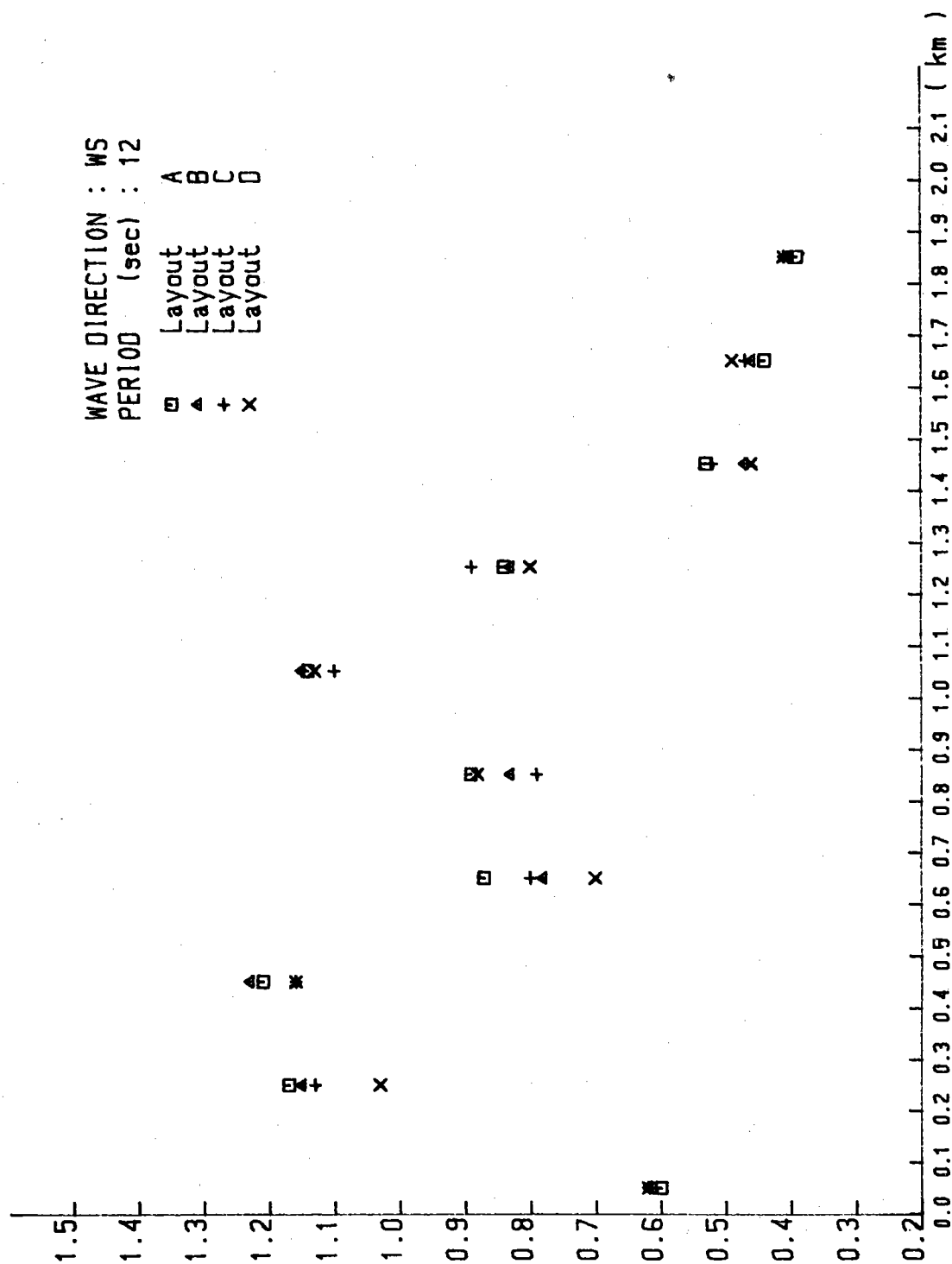


圖7-9(c) 航道中心線波高係數變化(SW向)

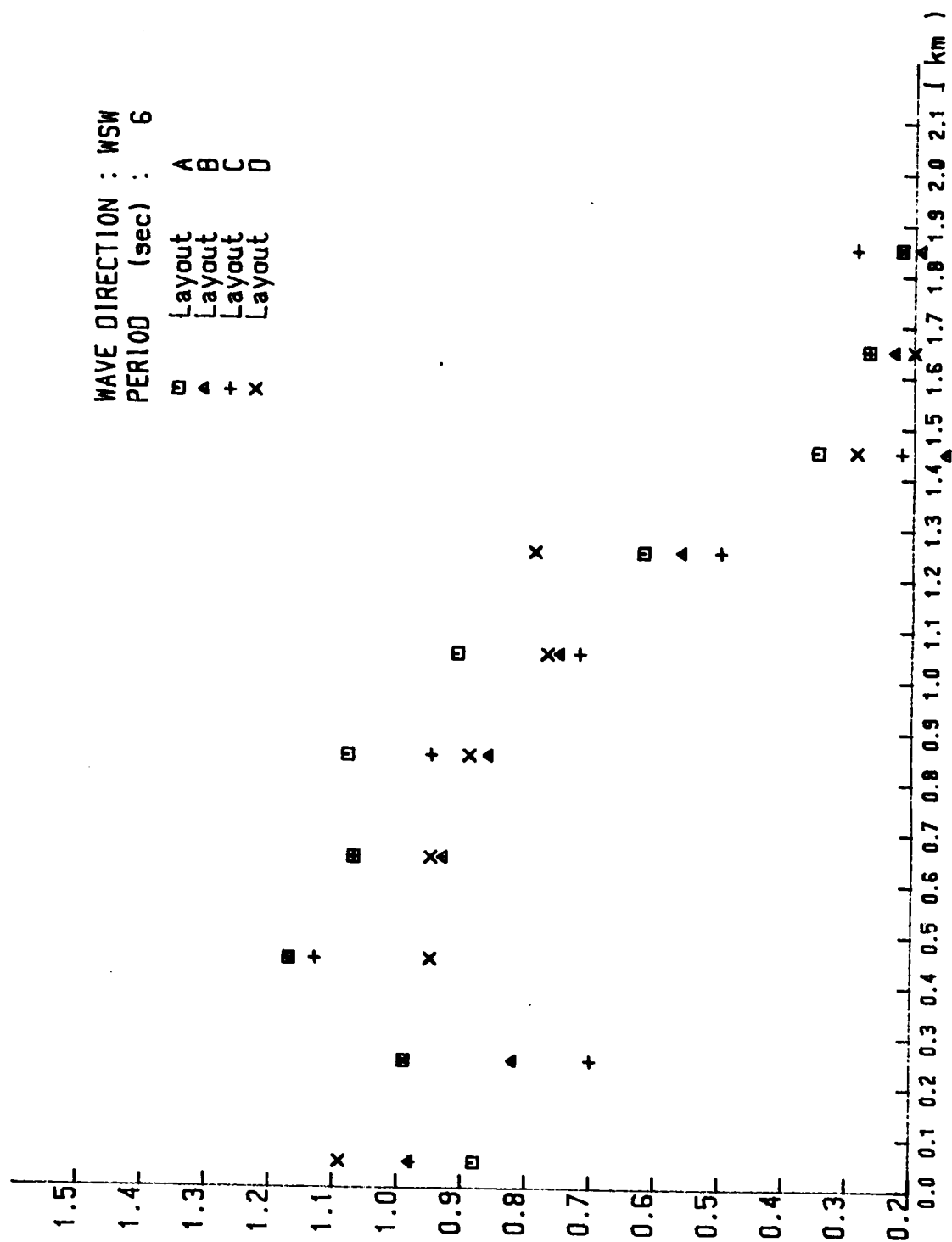


圖7-10(a) 航道中心線波高係數變化 (WSW向)

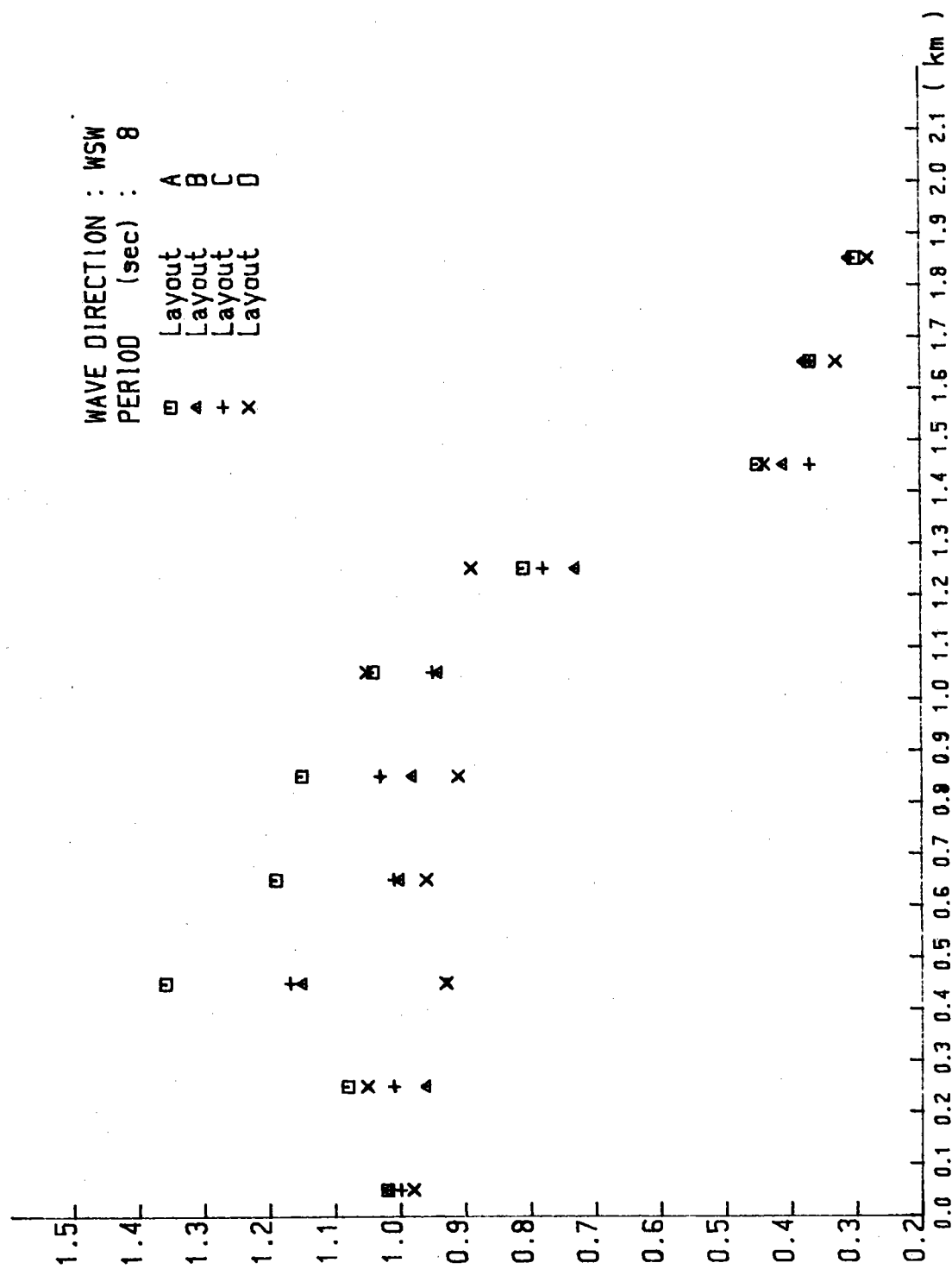


圖7-10(b) 航道中心線波高係數變化(WSW向)

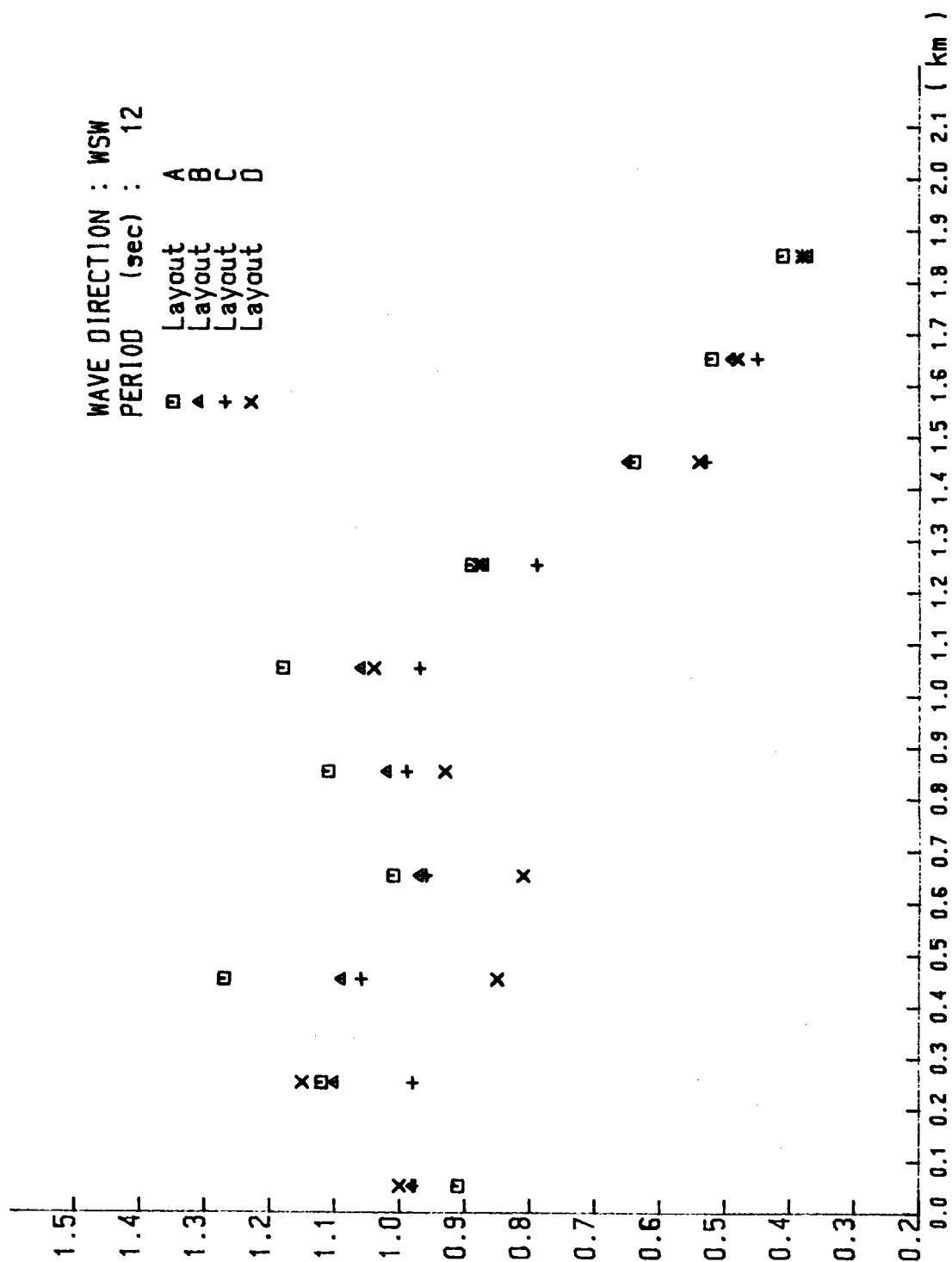


圖7-10(c) 航道中心線波高係數變化(WSW向)

善港池穩靜應加強港內消波設施。

WSW 向波浪介於 W及SW之間，試驗結果波浪分佈狀況亦介於兩方向之間，佈置 D在港口外受反射波影響較在港內波高係數較低，佈置 A港口外，受反射影響較大，港口穩靜亦較差，佈置 B與 C則介於 A與 D之間。

八、結論與建議

(一)整體消波效果而言，以佈置 D 在延長段拋放消波塊為最佳，佈置 B 及 C採用開孔胸牆防波堤次之，佈置 A直立堤最差。

(二)正對港口 W向波浪入射時，延長段消波性能差異最能顯現，SW向波浪波向線與延長段堤線幾近垂直，防波堤消波性能差異不顯著，WSW向波浪試驗結果介於 W與SW兩者之間。

(三)六種波浪組合試驗結果顯示，波浪週期增加，不同之佈置方案波高係數漸趨一致，換言之，消波設施對短週期波浪較有效，長週期波浪因不易減衰，消波效能較不理想。

(四)延長段防波堤消波設施可分兩方面檢討：

1.延長防波堤反射波浪：受SW及 WSW兩方向波浪作用時，佈置D 拋放消波塊可以顯著的減小反射波浪，佈置 A直立堤反射波最大，佈置 B與 C差異不大。W 向波浪因與堤線夾角甚小反射效應不顯著。

2.港內波浪能量：SW及 WSW兩方向波浪入侵時，反射波未直接進入港口，港內波浪能量大小主要受原有北防波堤影響，因此各種消波佈置對改善港內穩靜度效果並不顯著。W 向波浪作用時，消波設施對港內穩靜有較顯著的影響，以佈置 D最佳，佈置 C次之，佈置 A最差。

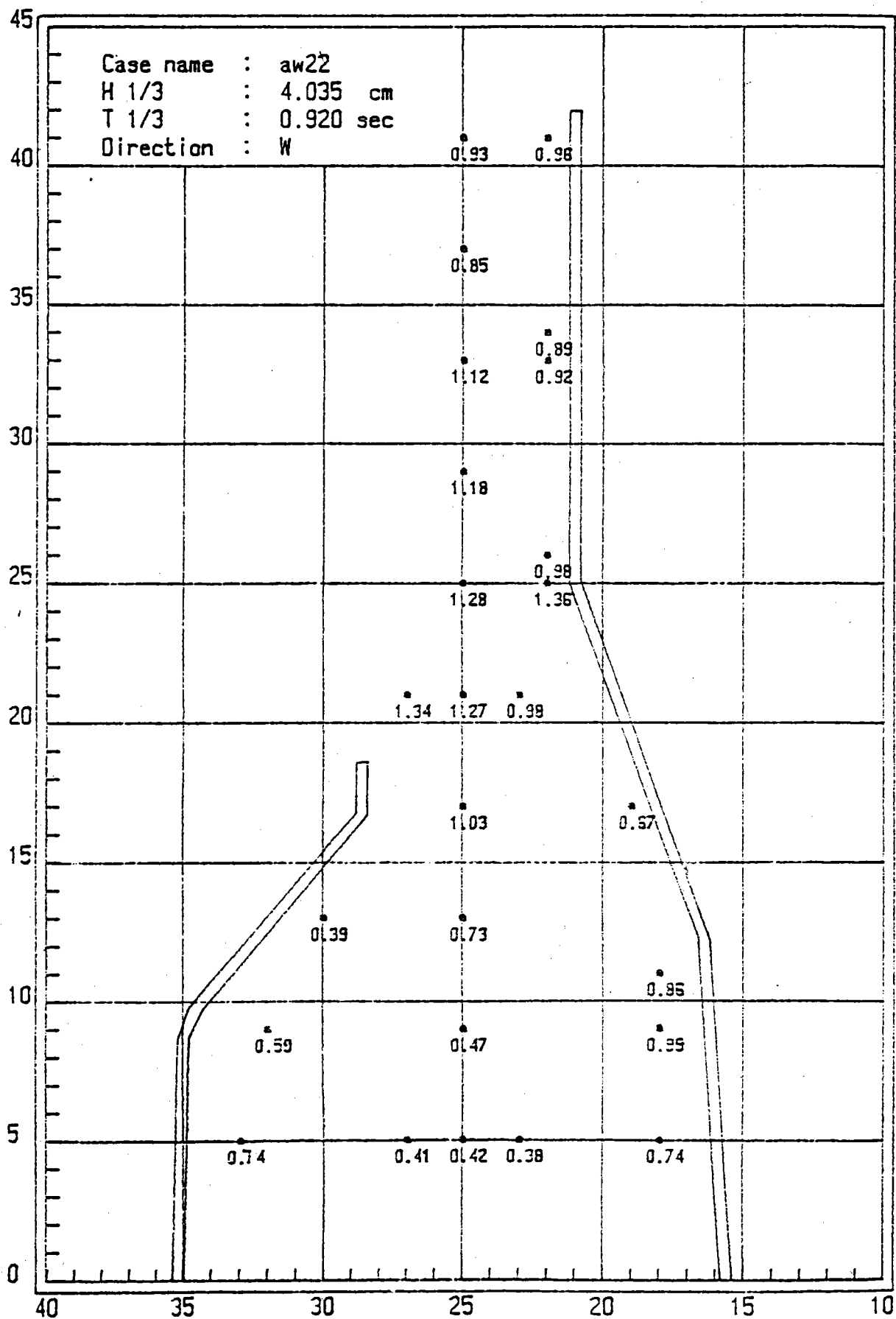
(五)綜合港口外反射波浪及港口內影響港池波浪能量，以佈置 D

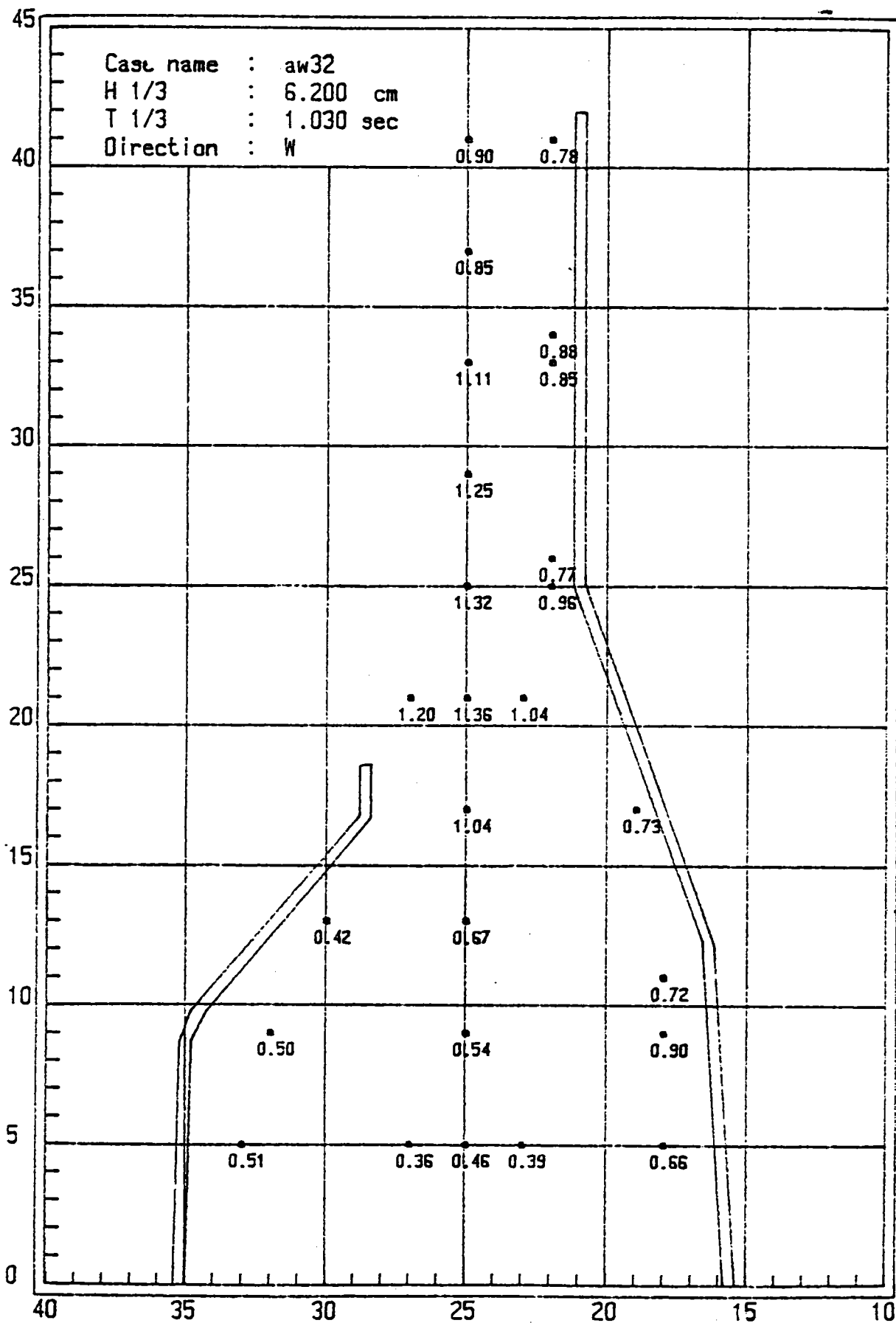
最佳，佈置 B及 C次之，佈置 A最差。佈置 D拋放消波塊需增加大量工程費用，且影響航道安全，除非另有其他考量，否則不宜採用，故建議採用佈置 B或 C。

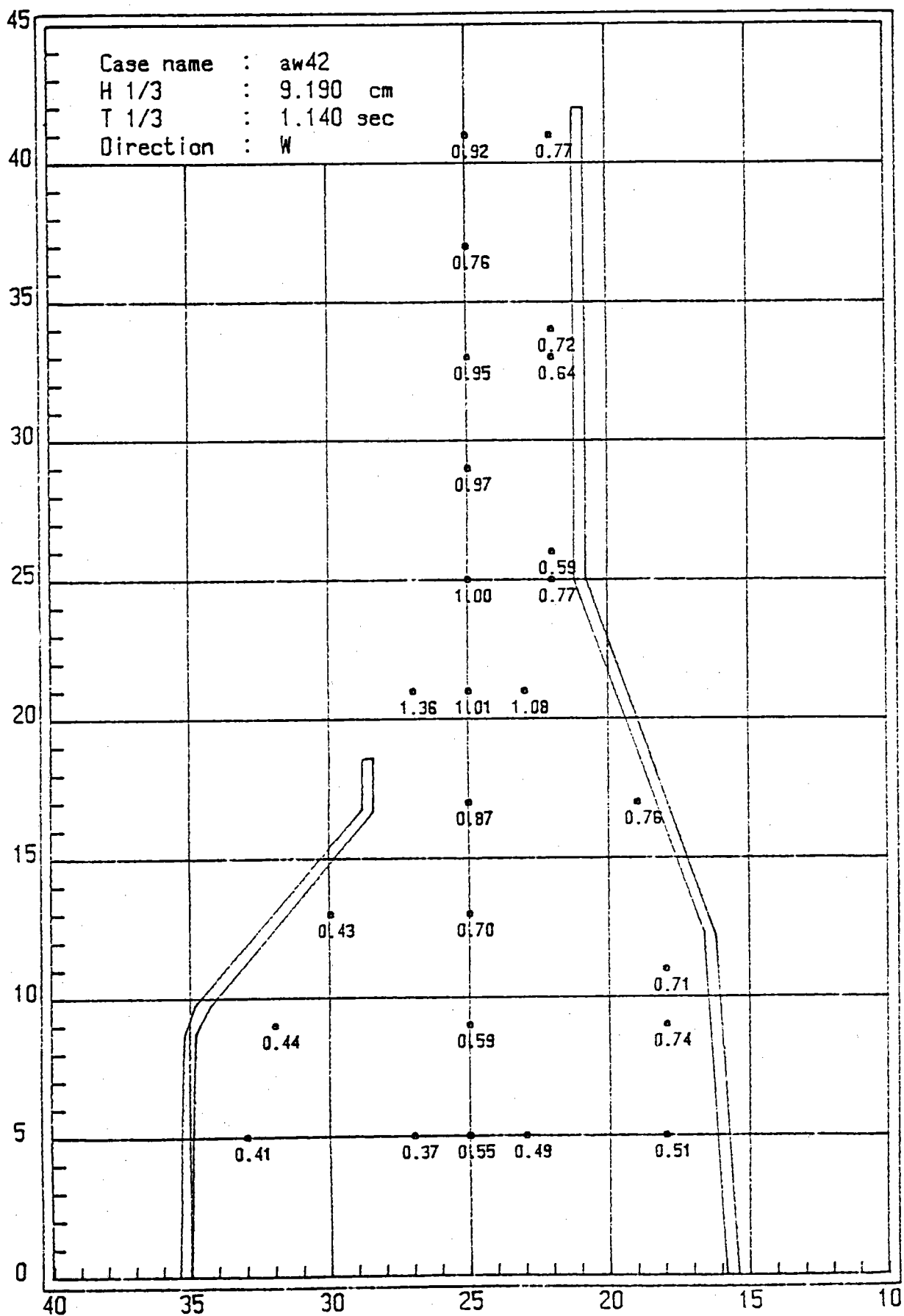
(六)在SW及 WSW方向波浪入射時，現有北防波堤反射對港內穩靜度影響最大，因此應該在適當位置拋放消波設施，拋放位置在平面檢核試驗時併案檢討。

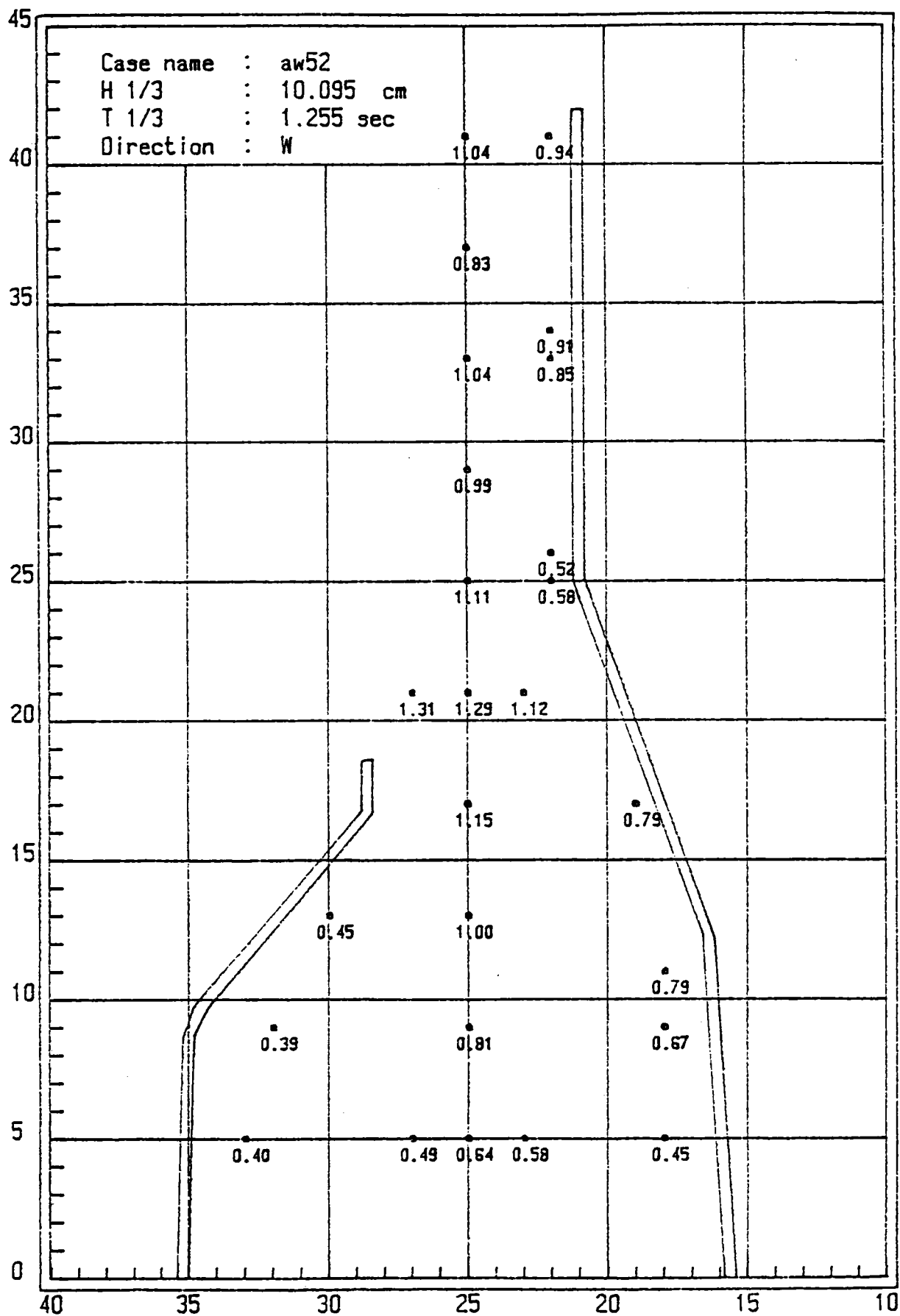
附圖A-1

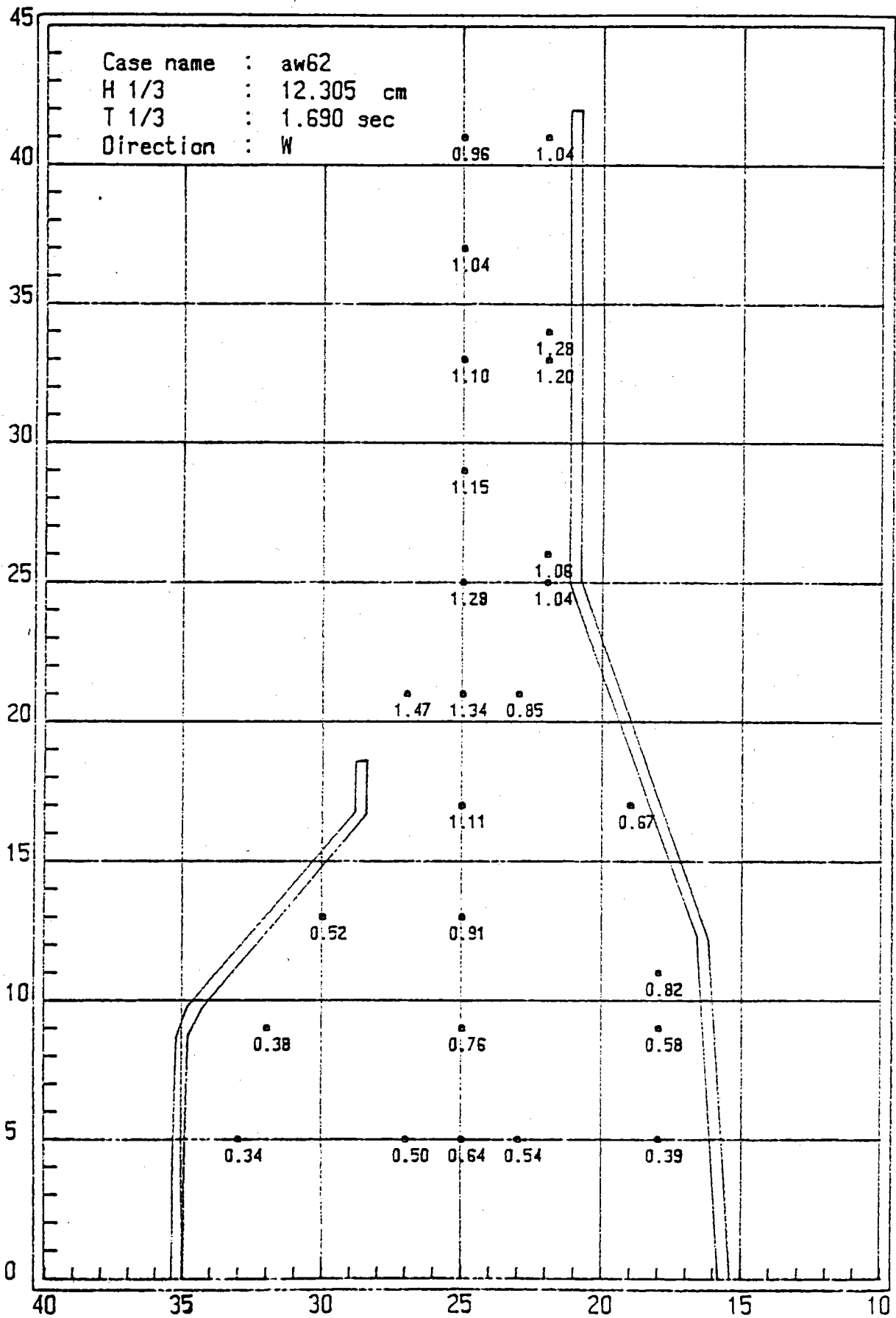
佈置A 試驗結果波高係數分佈

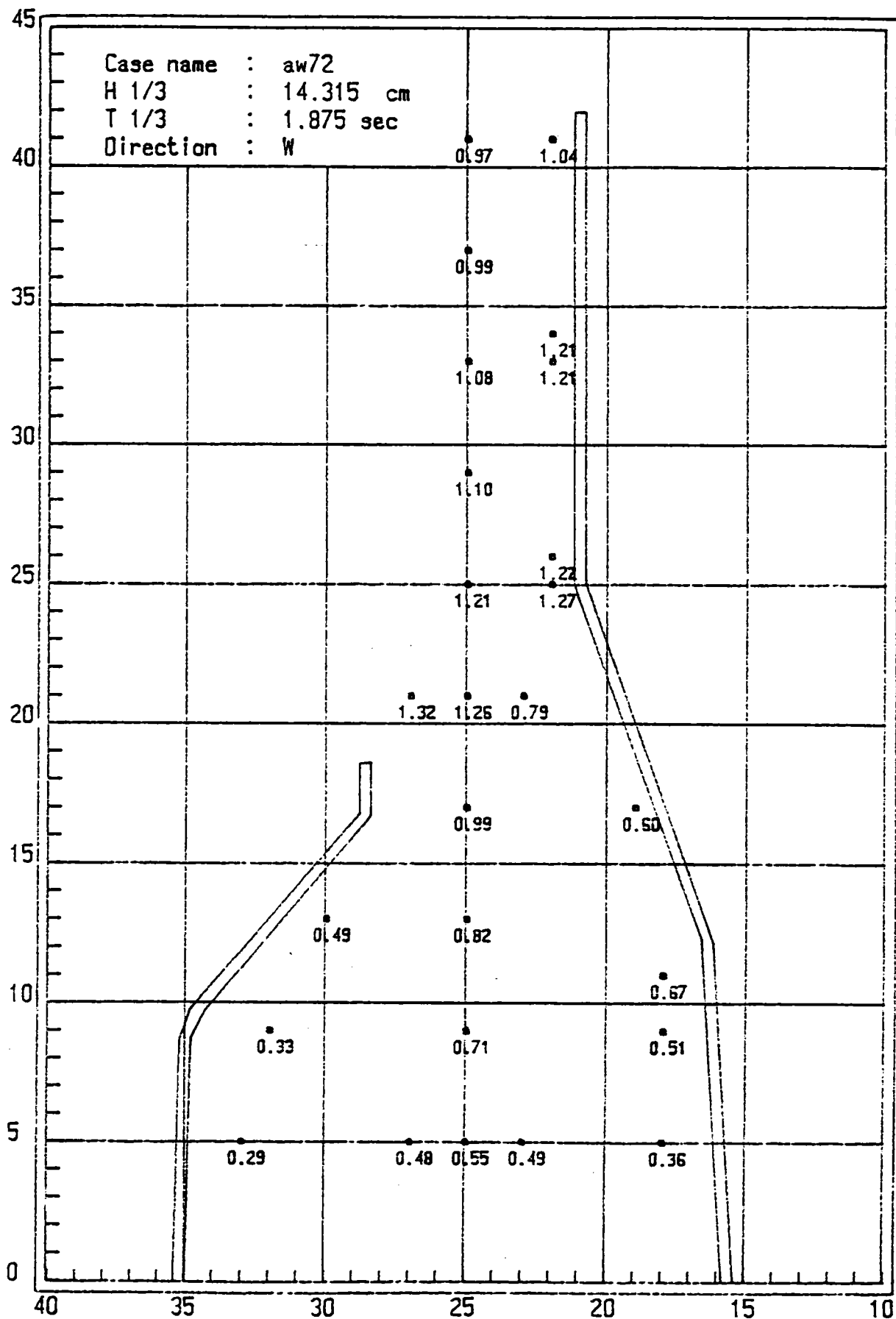


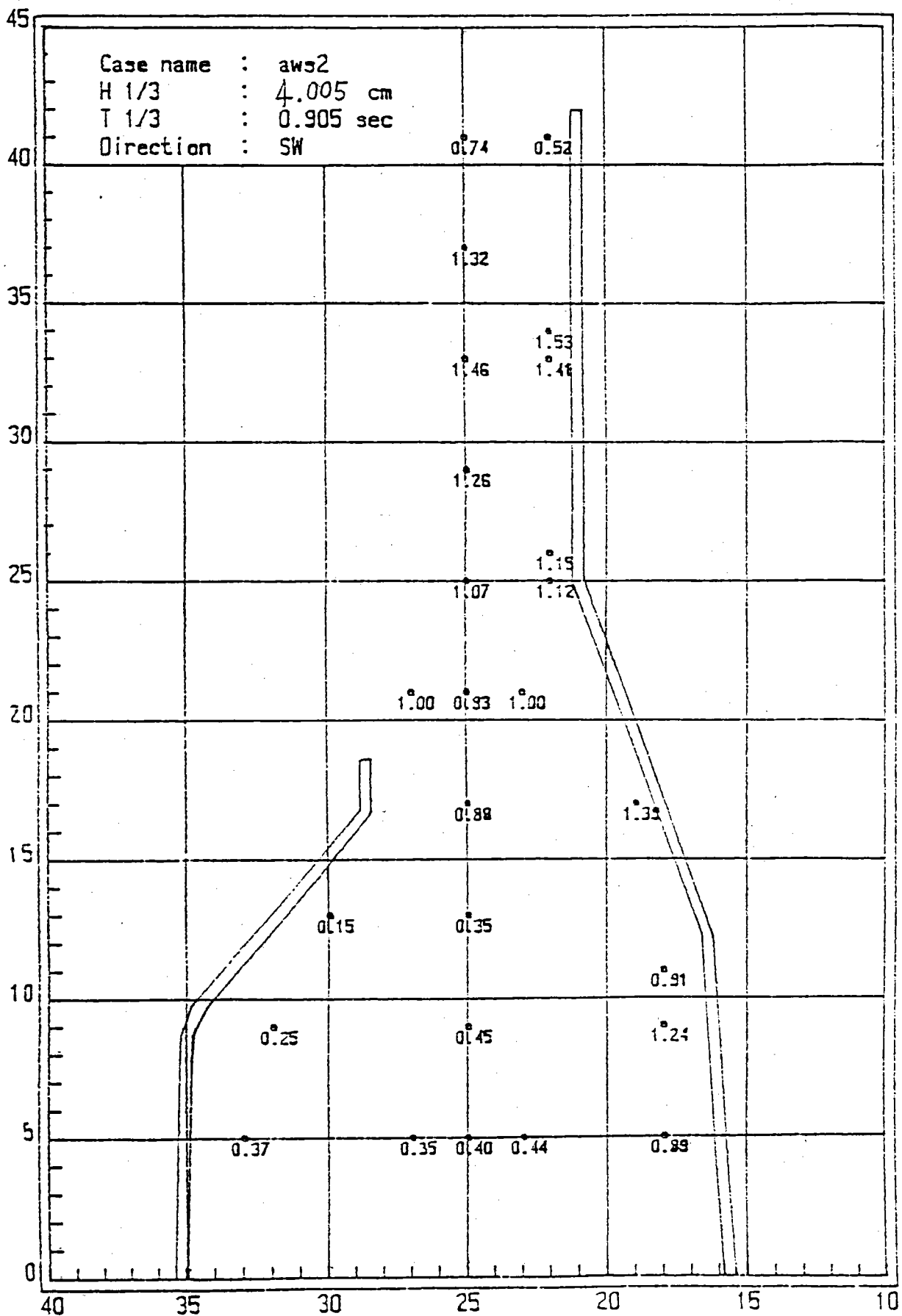


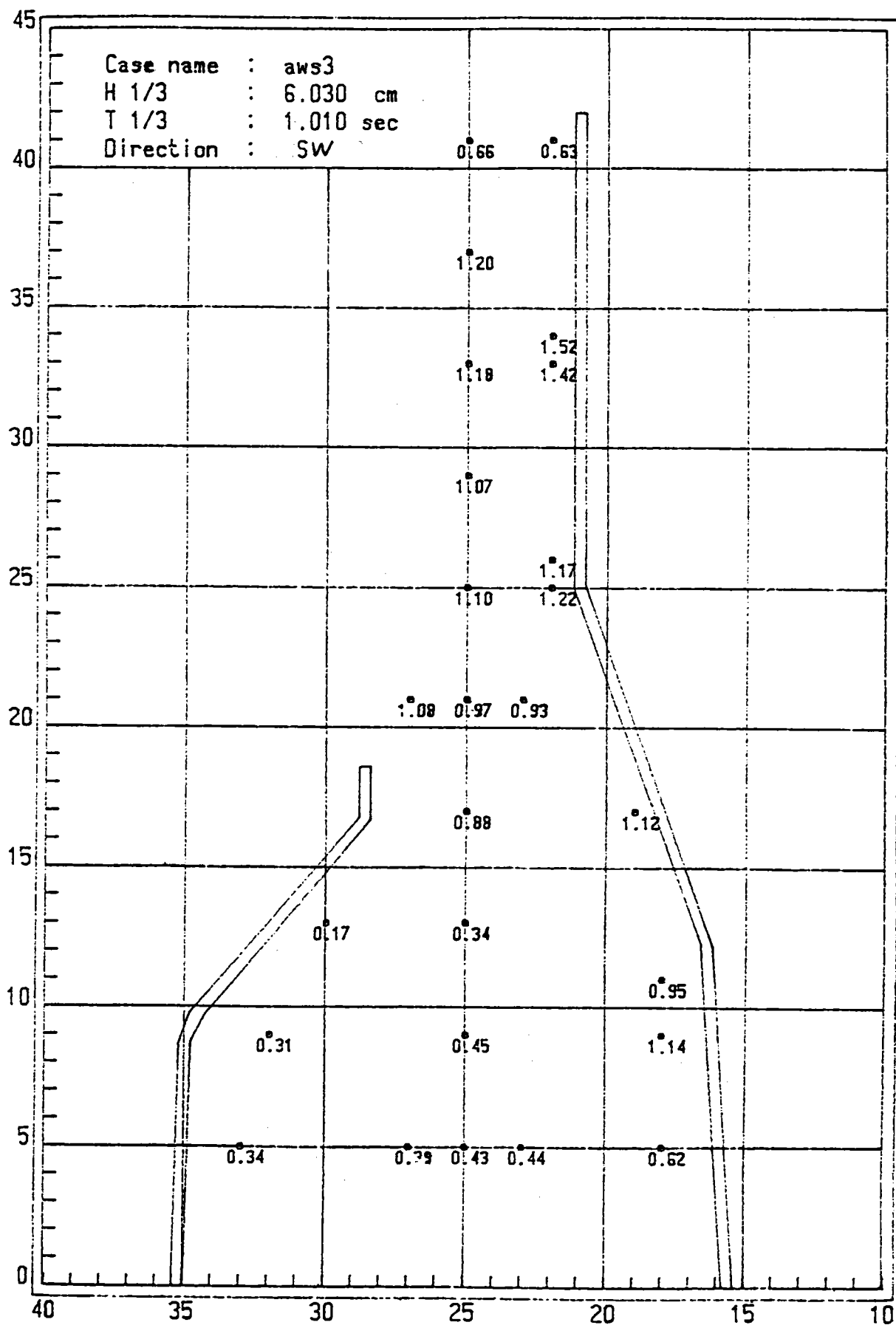


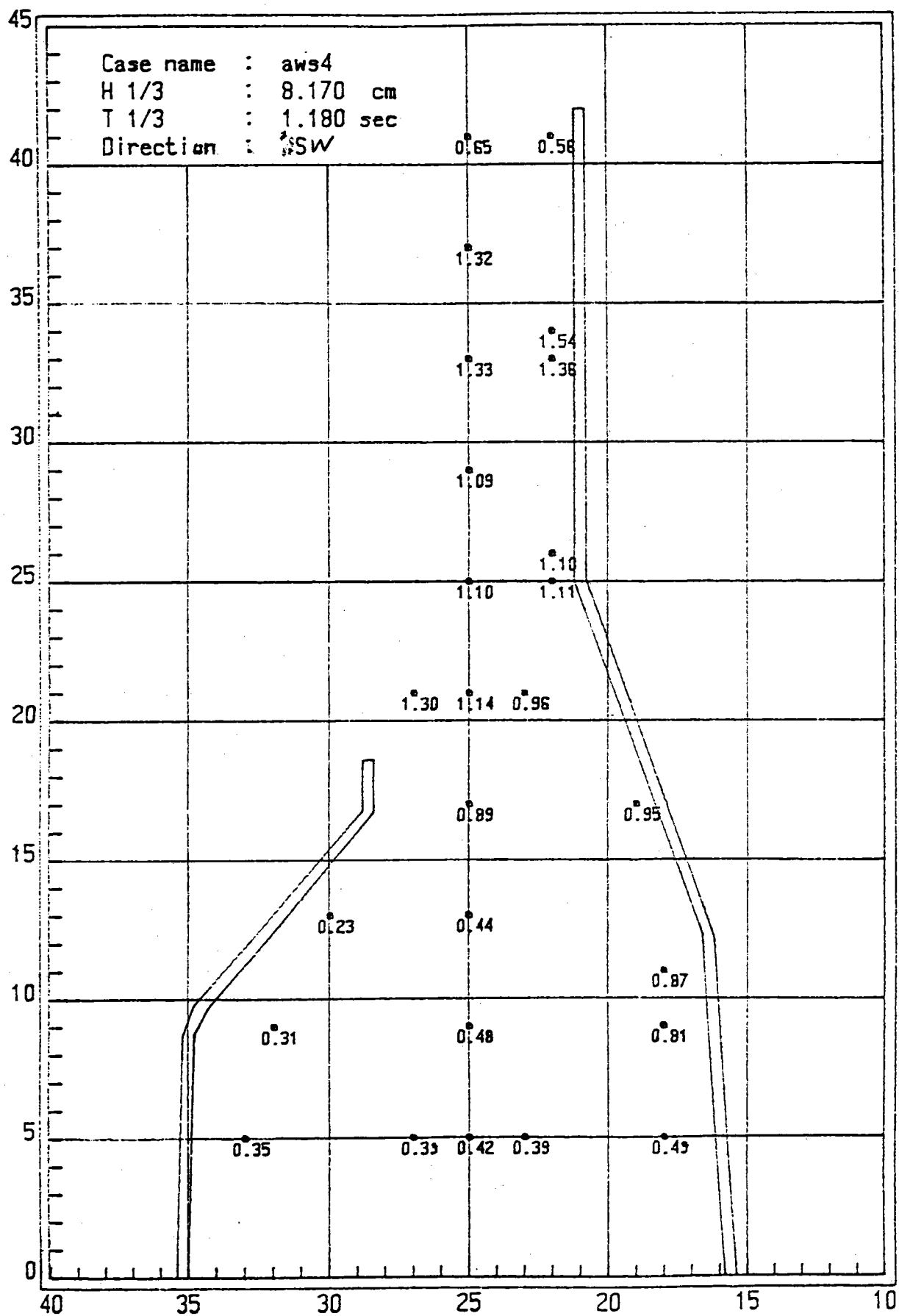


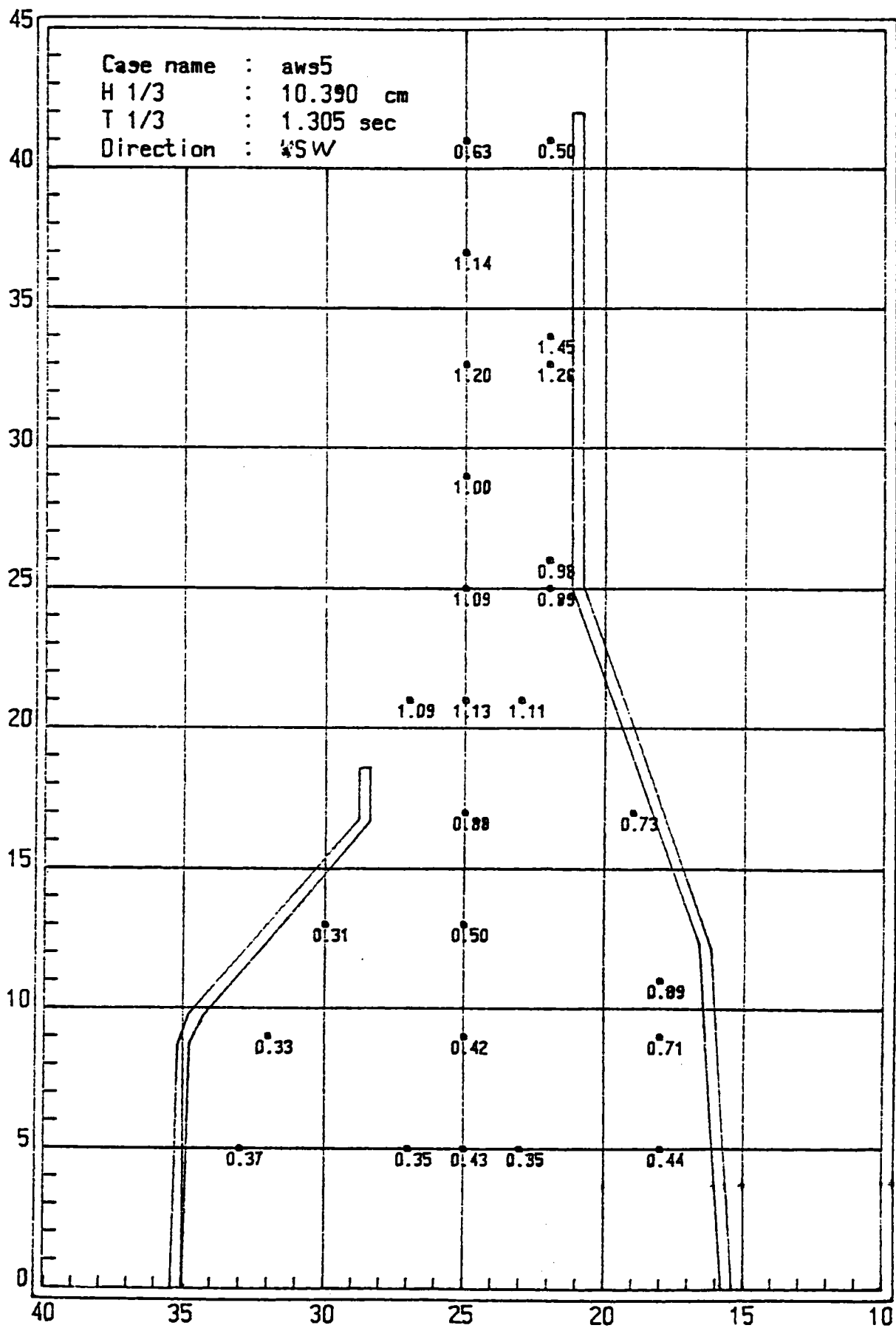


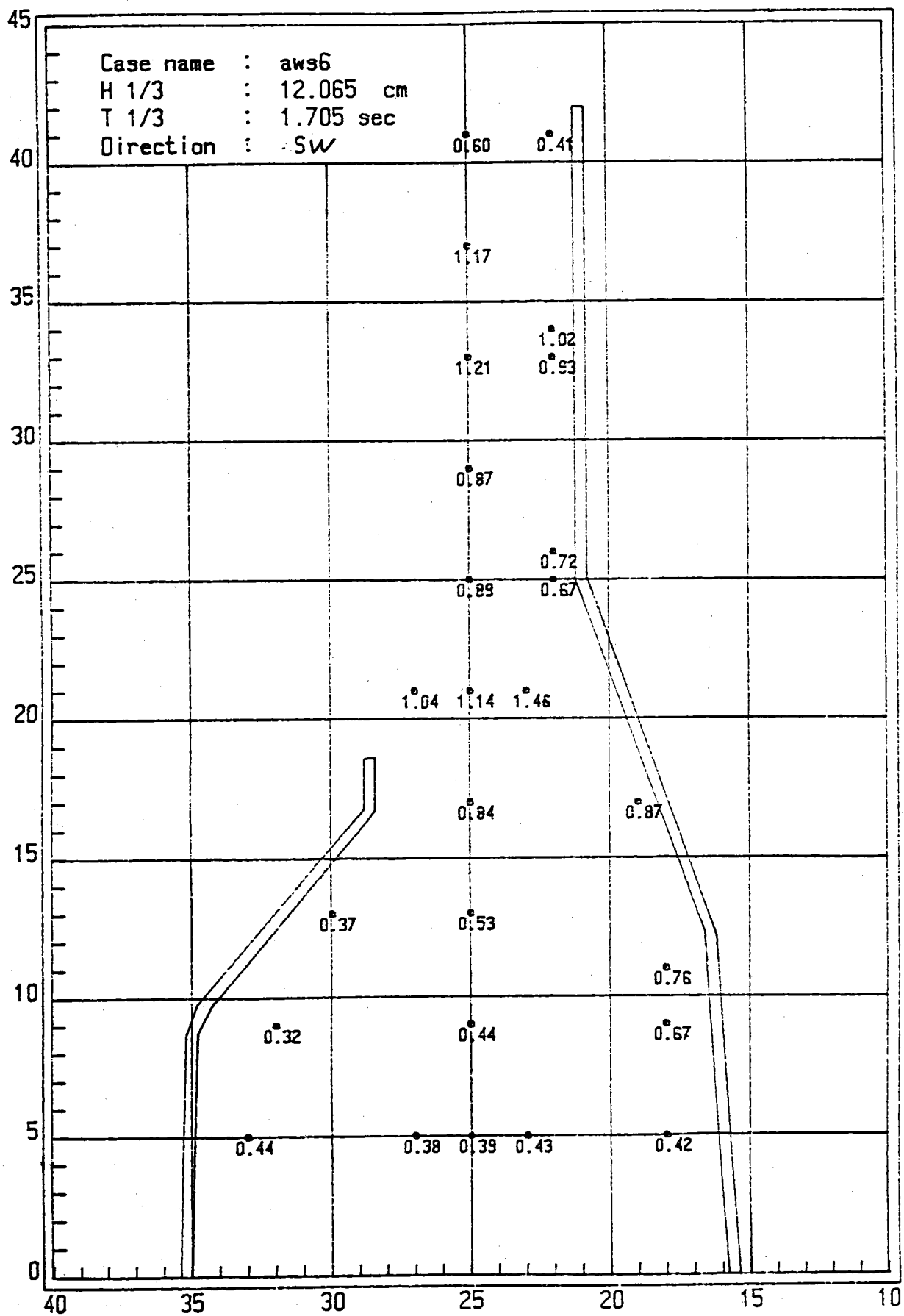


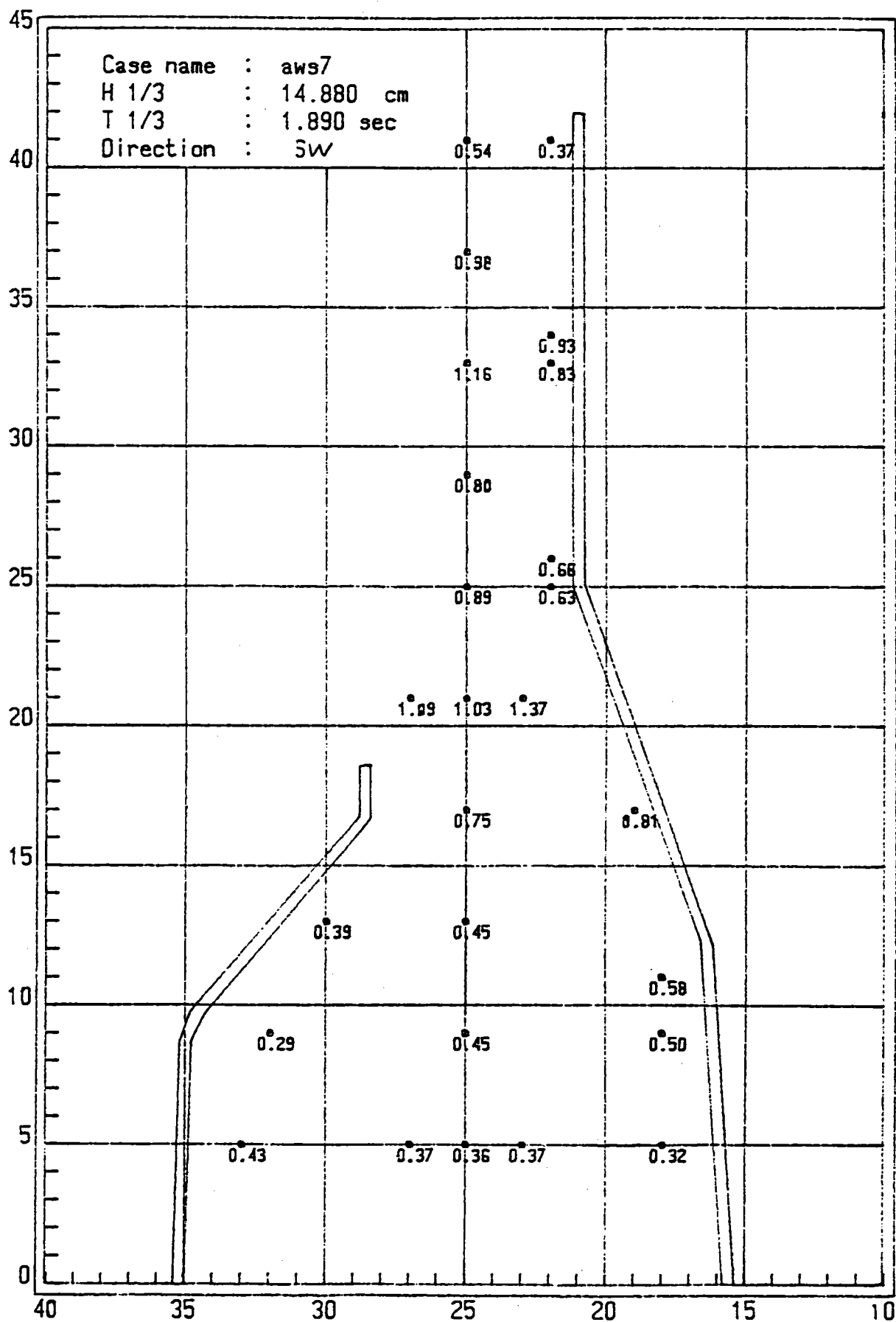


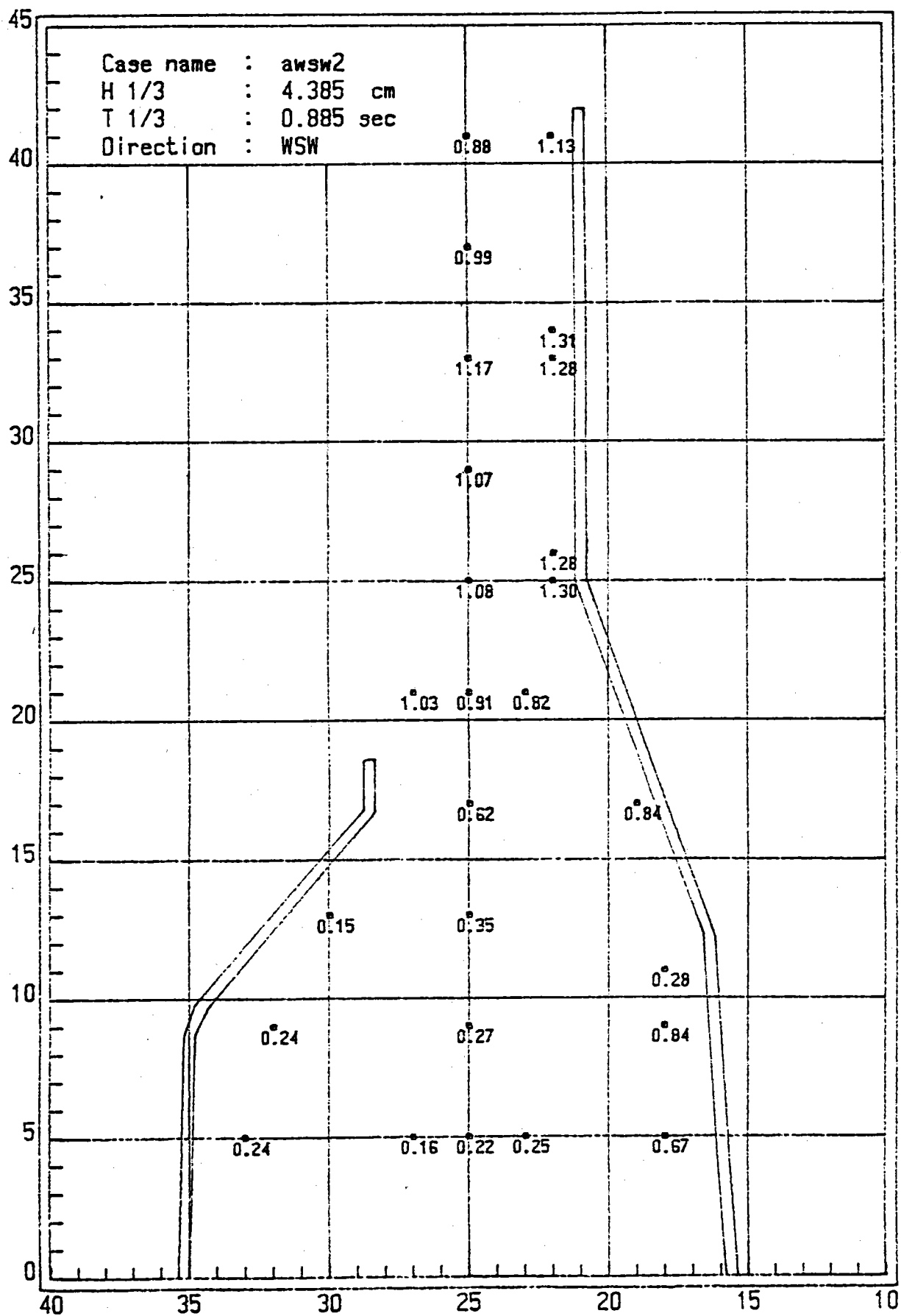


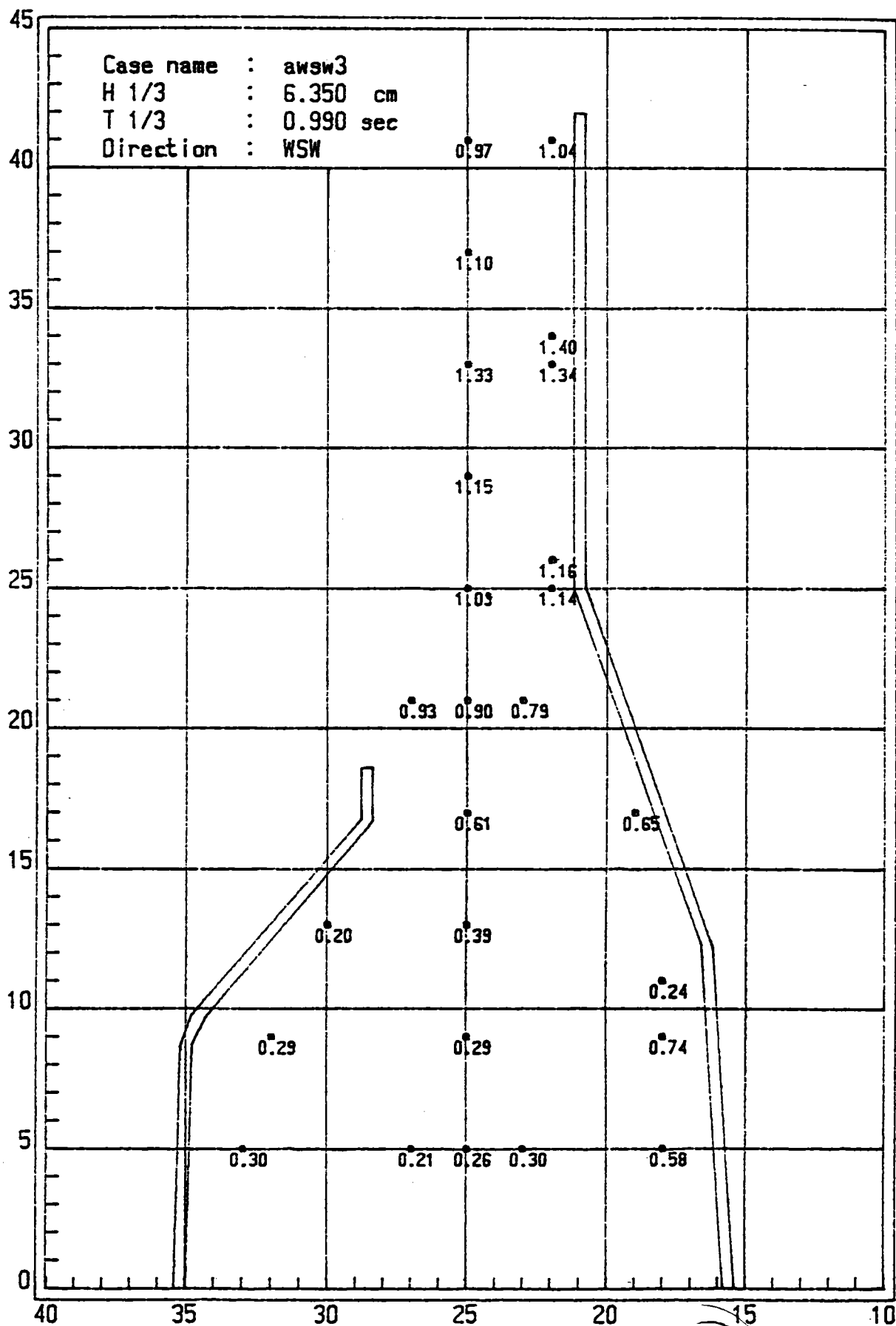


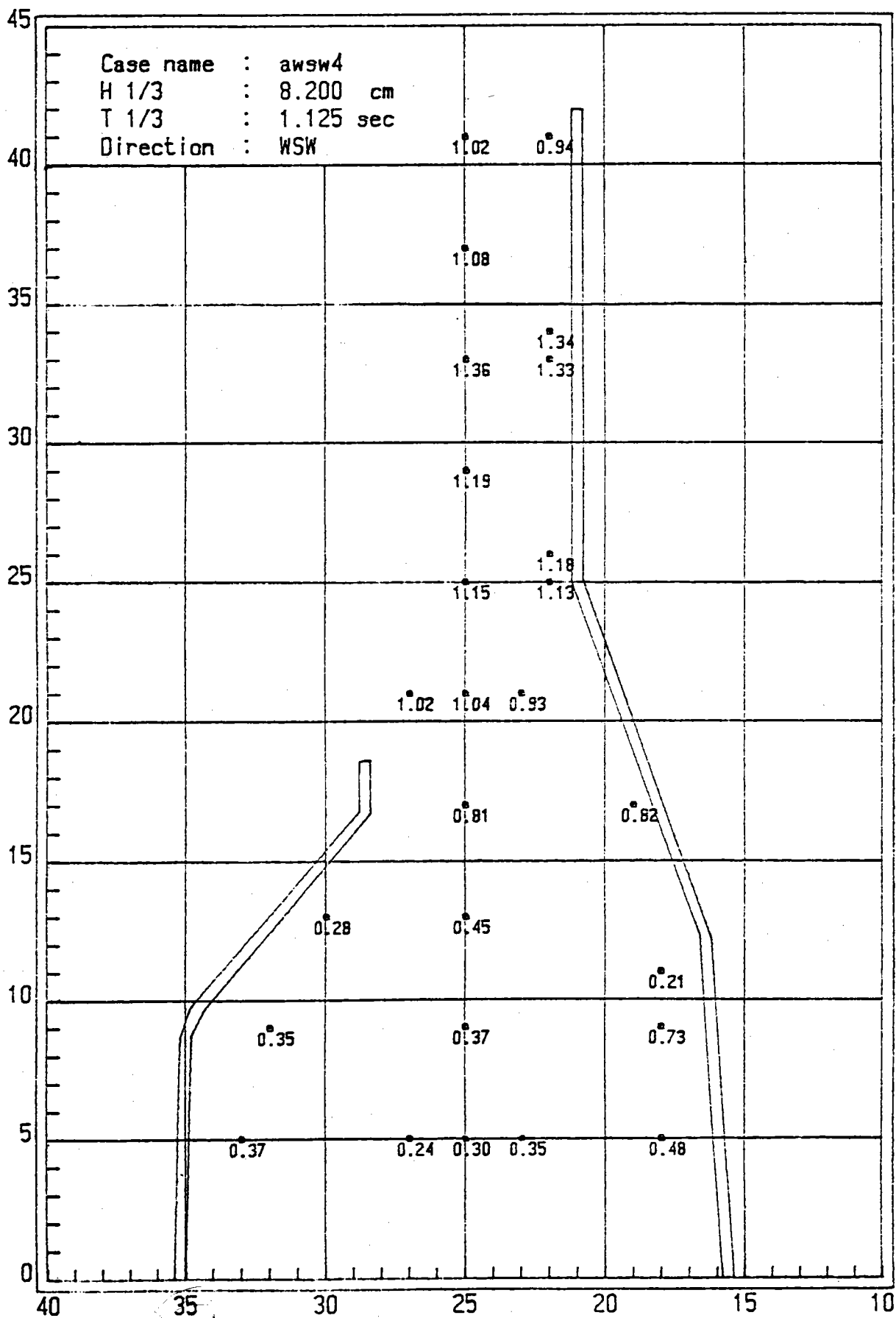


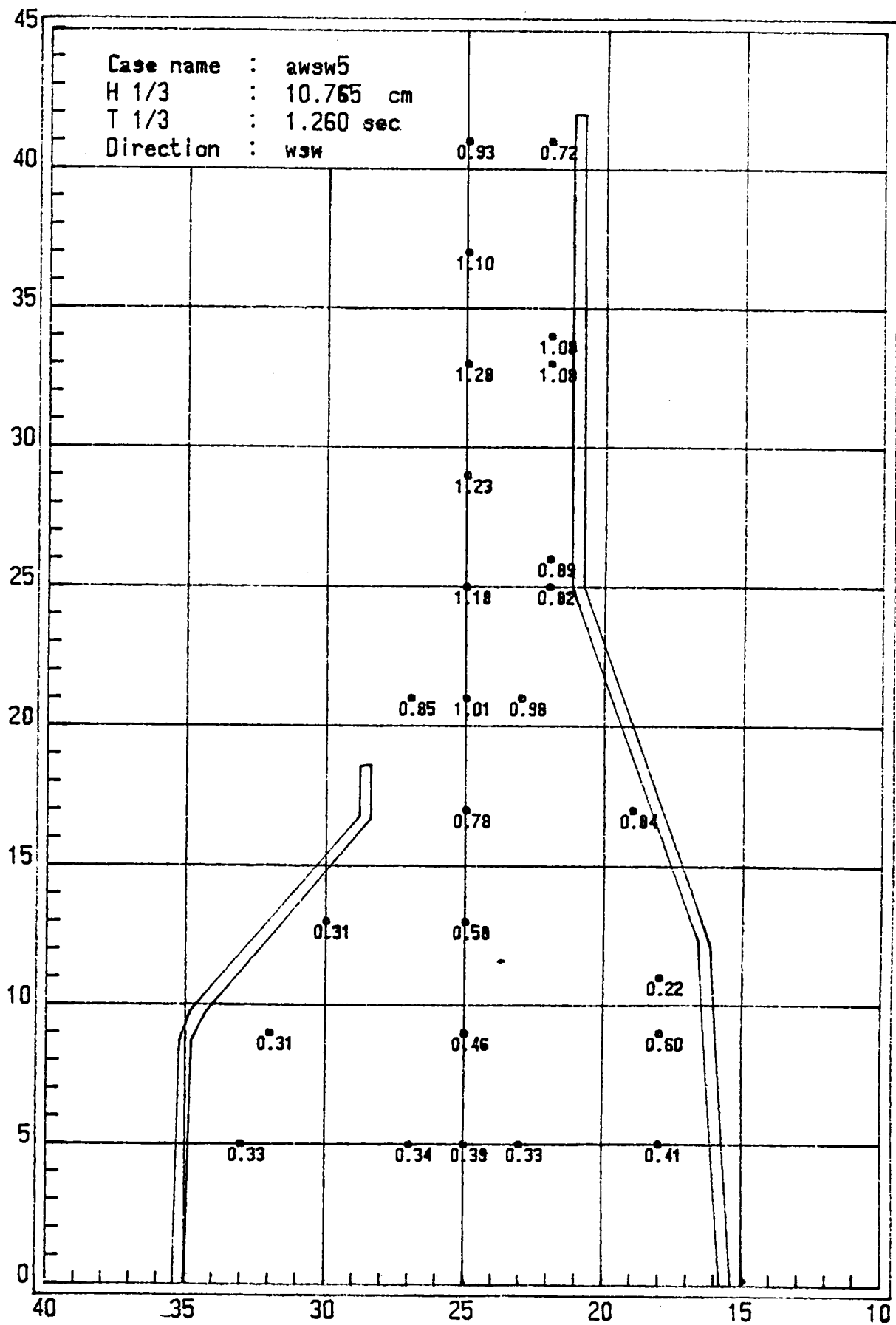


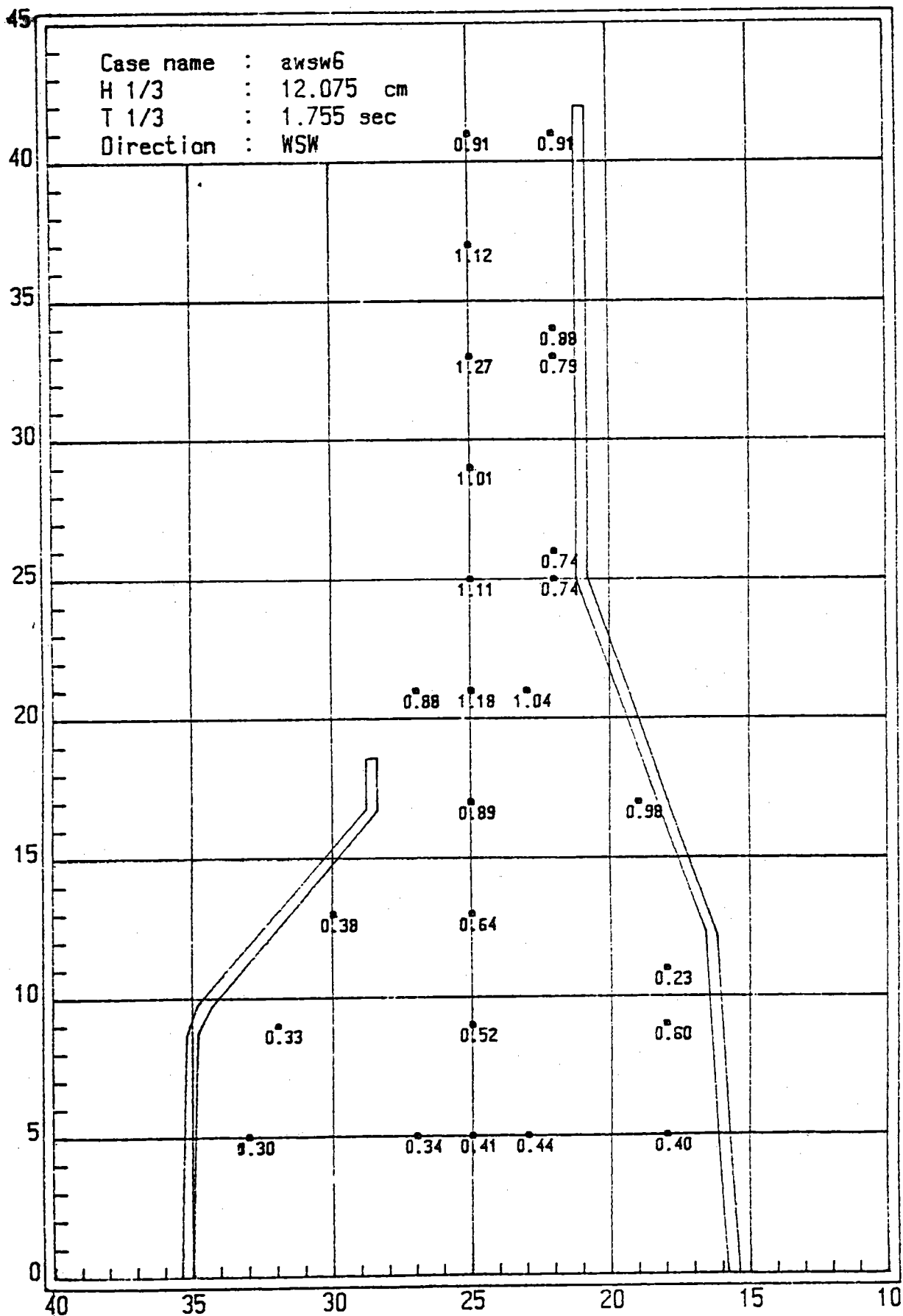


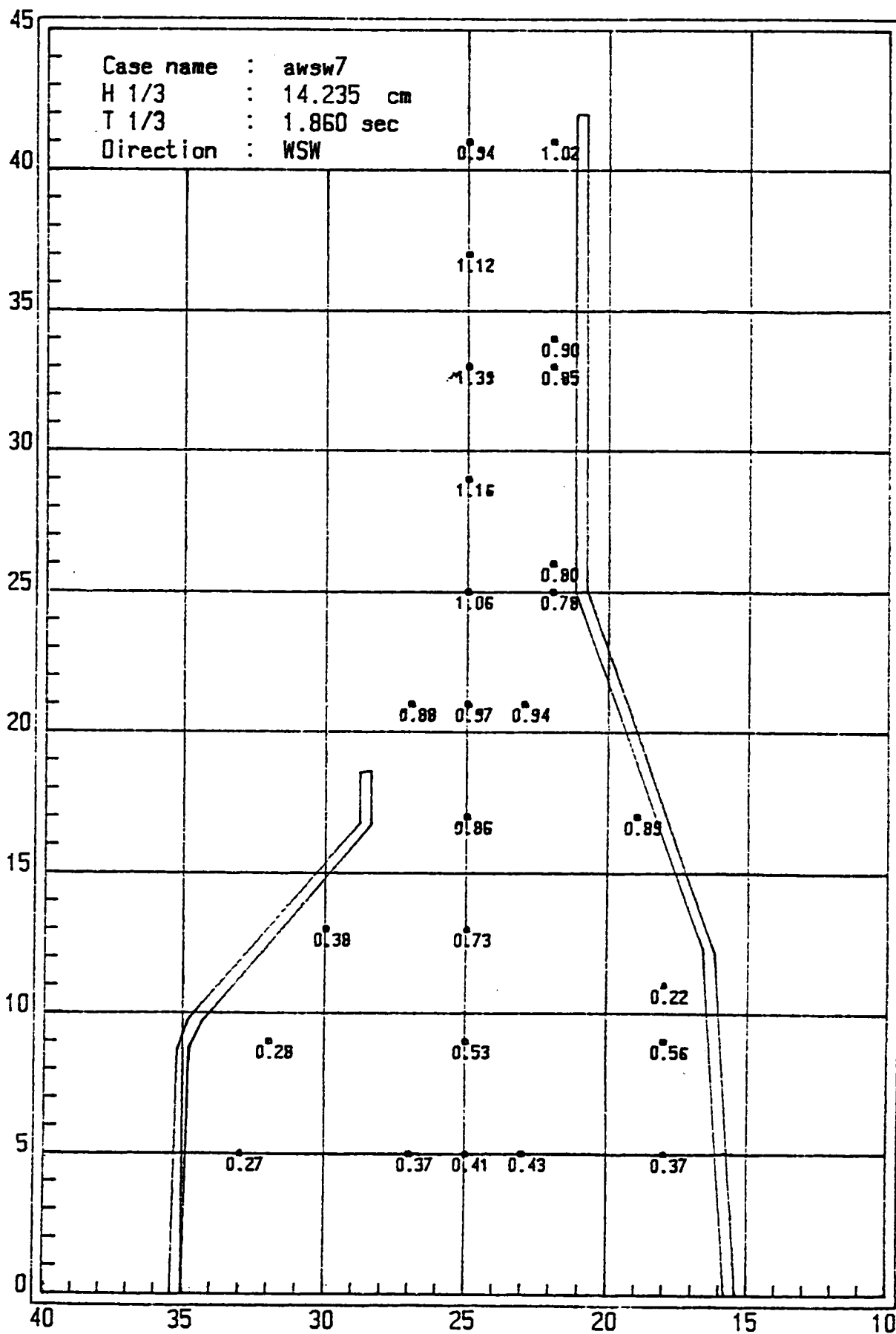






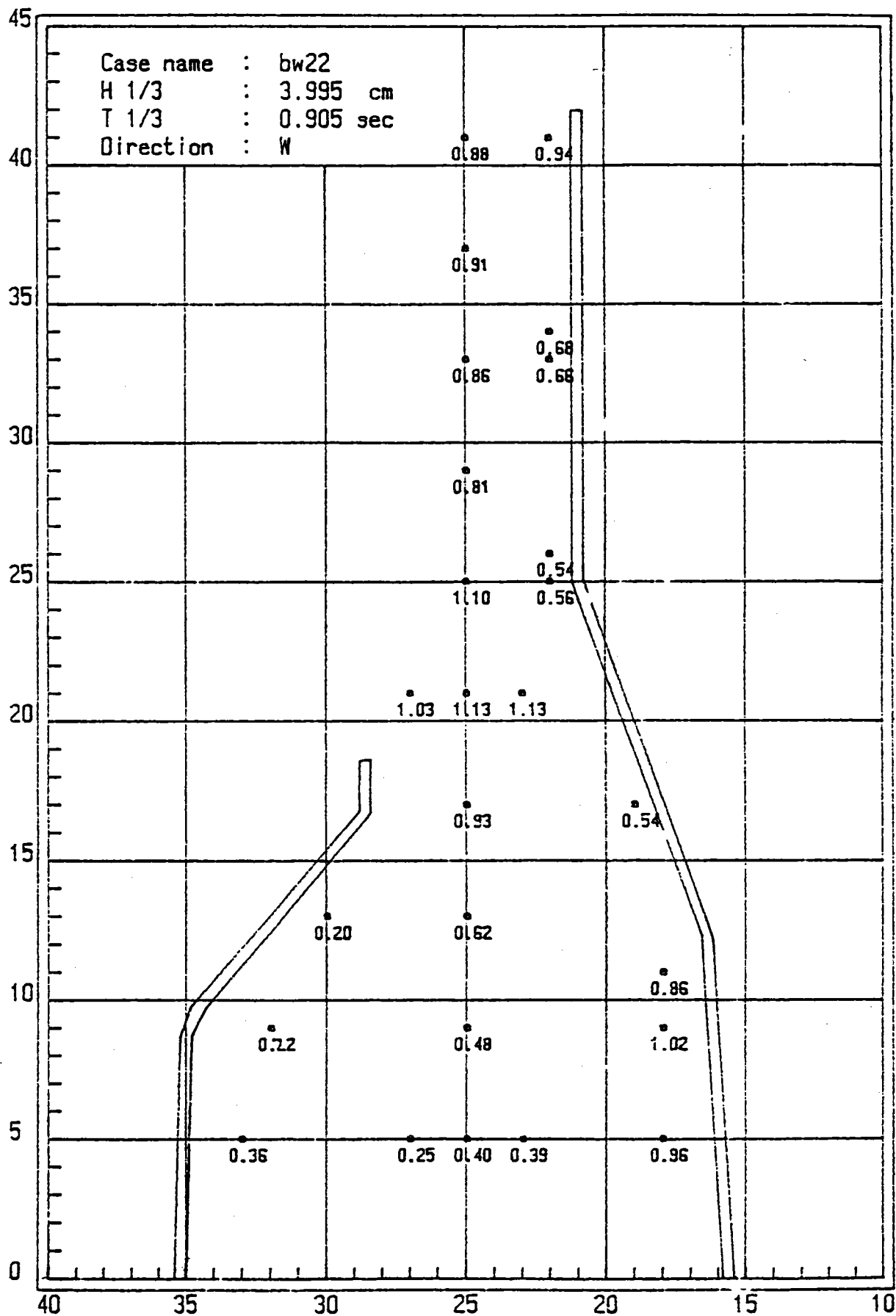


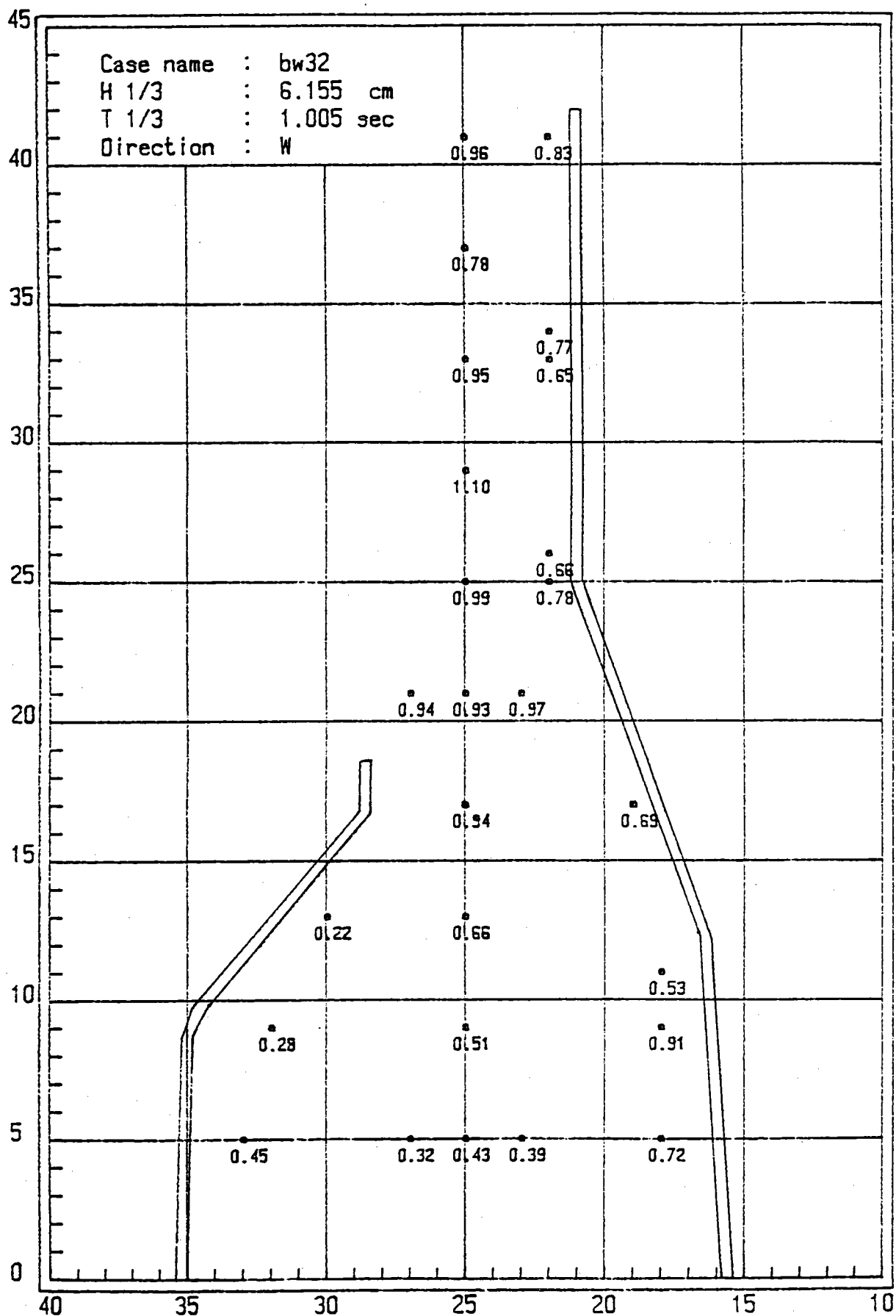


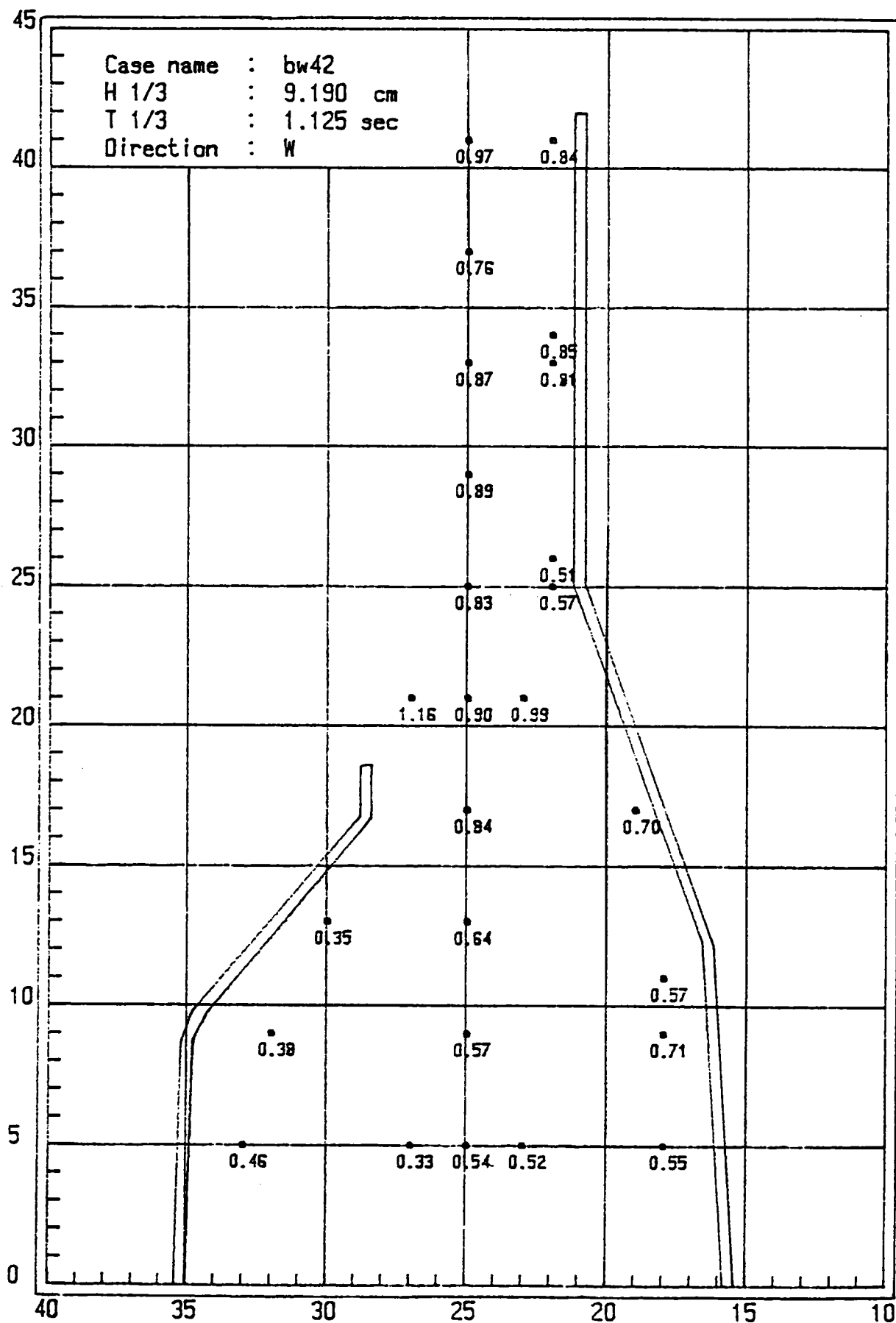


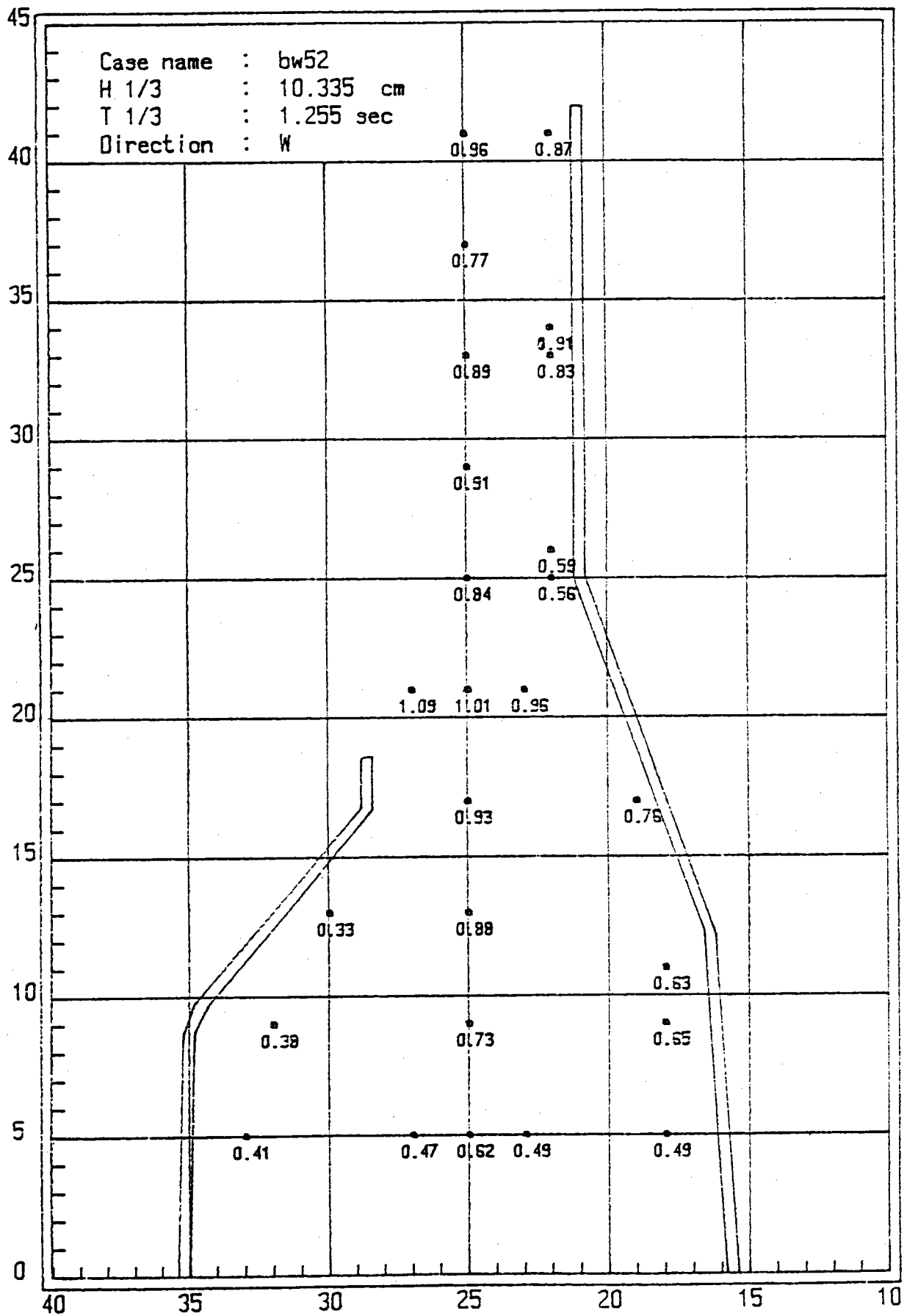
附圖A-2

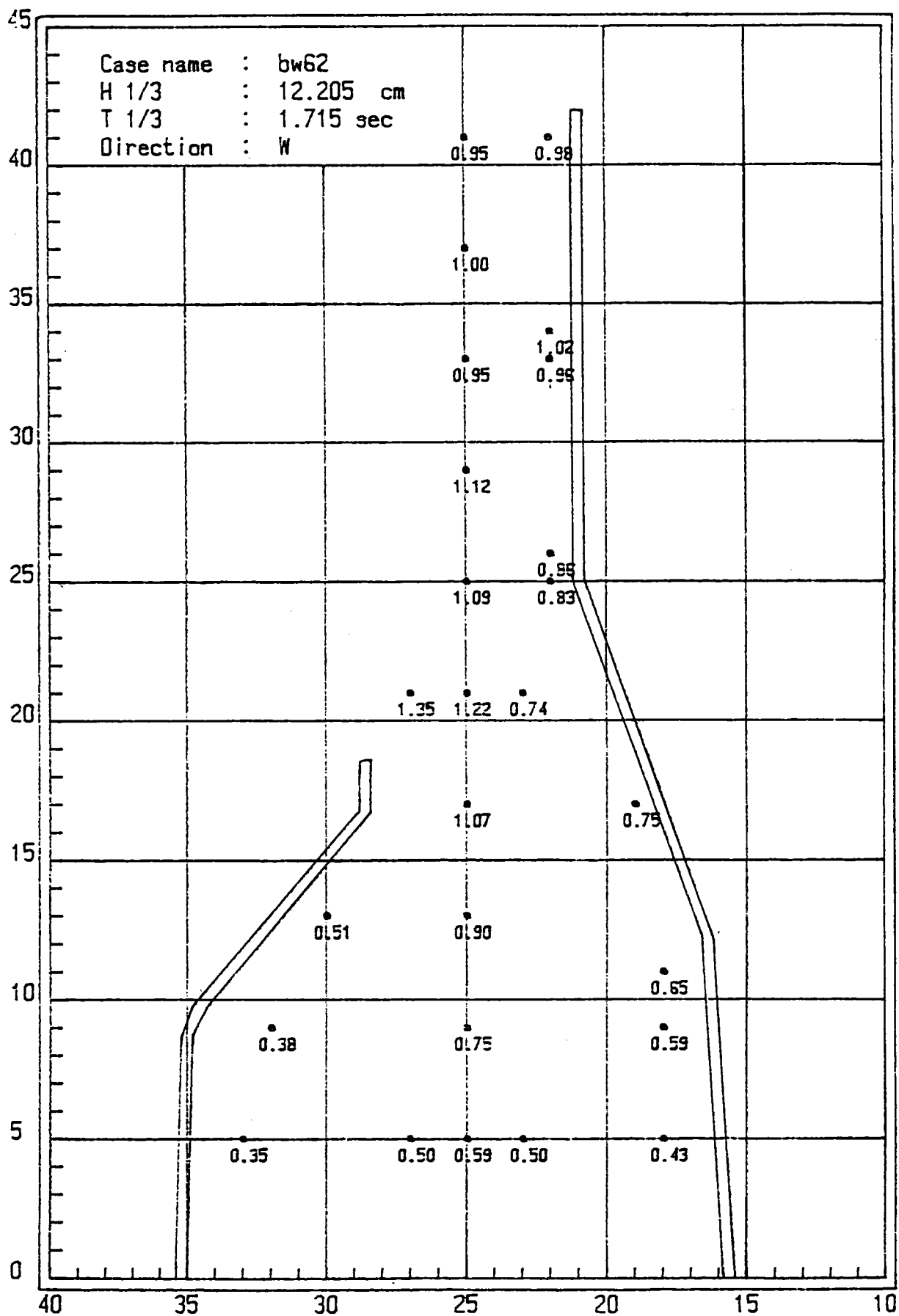
佈置B 試驗結果波高係數分佈

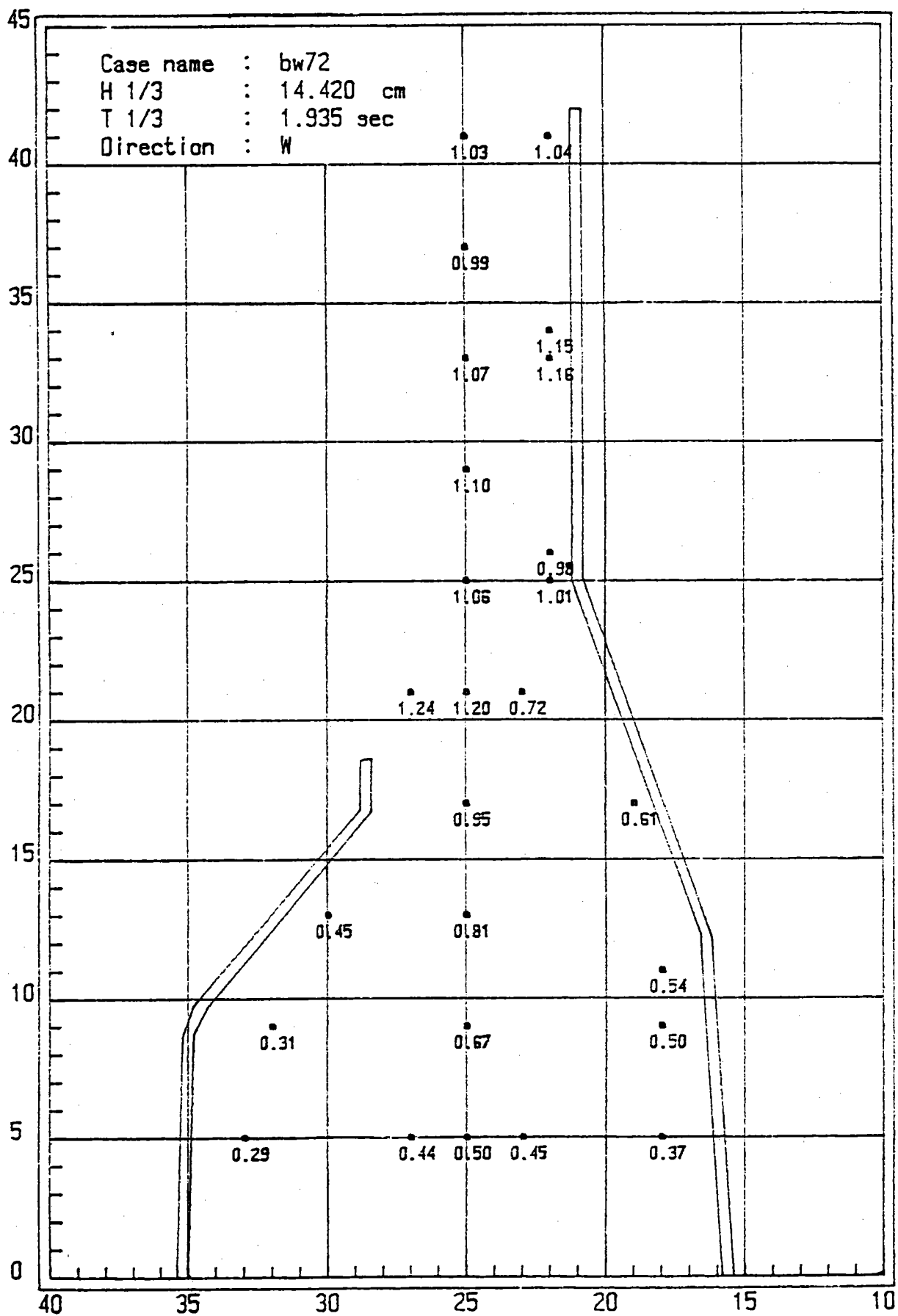


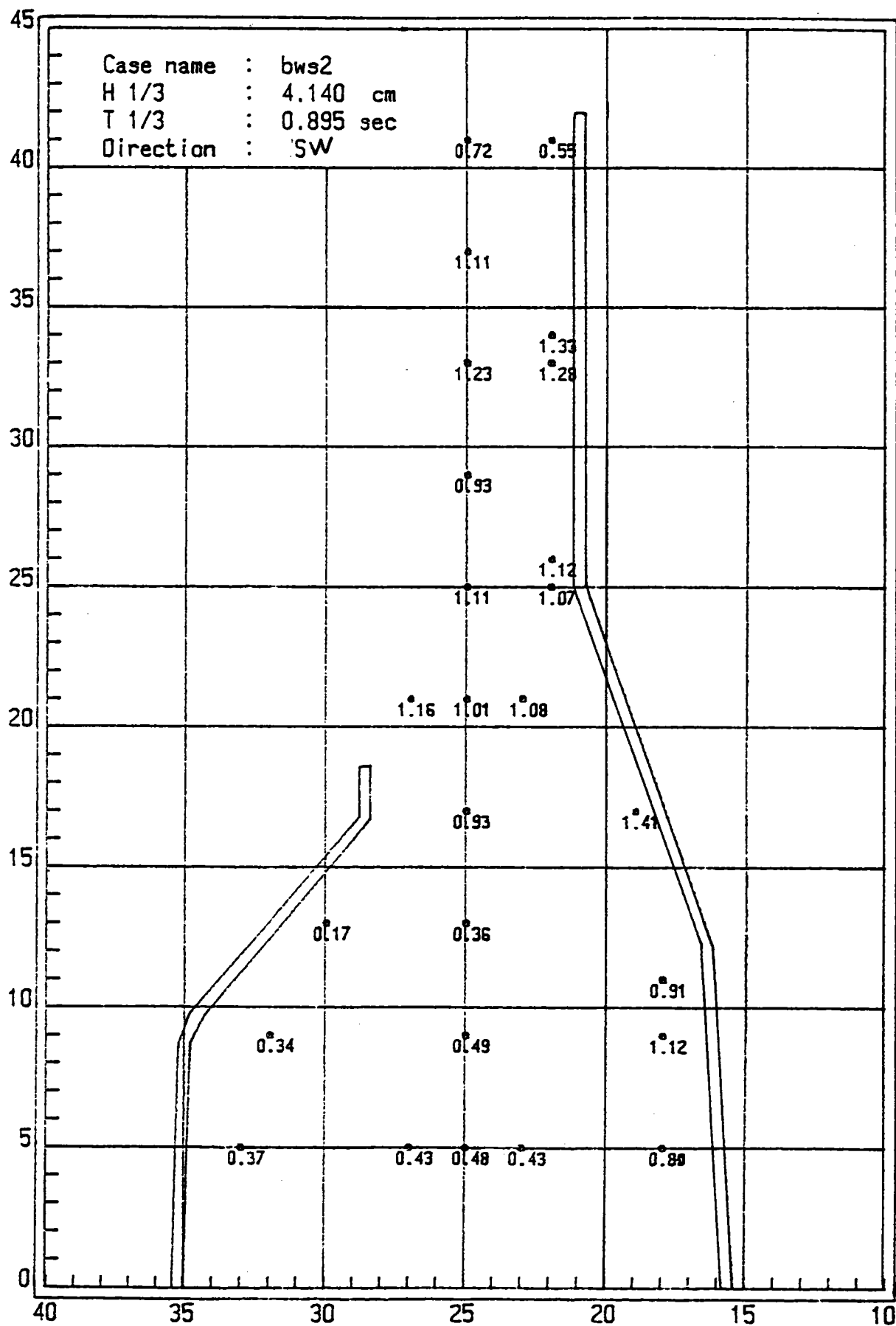


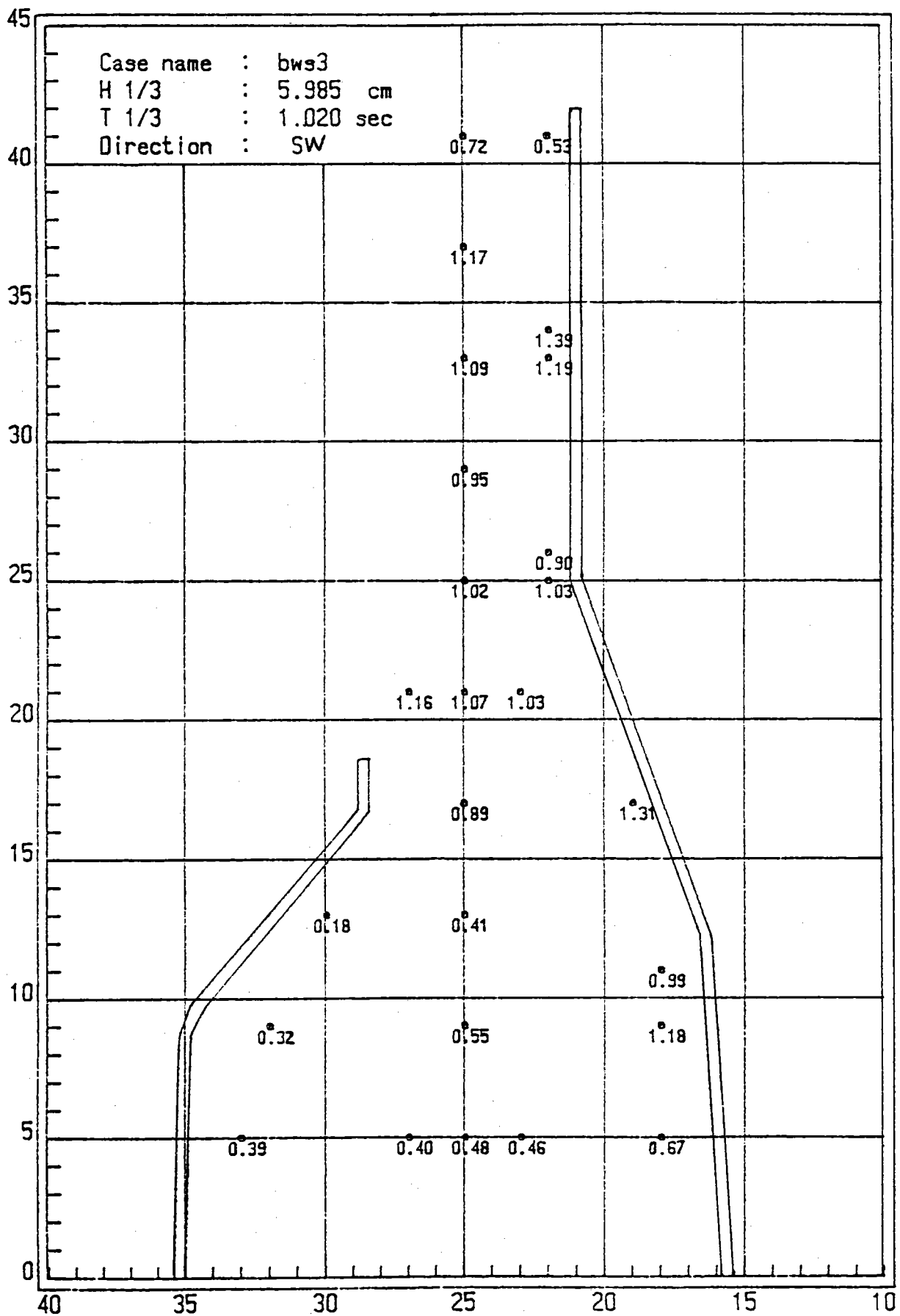


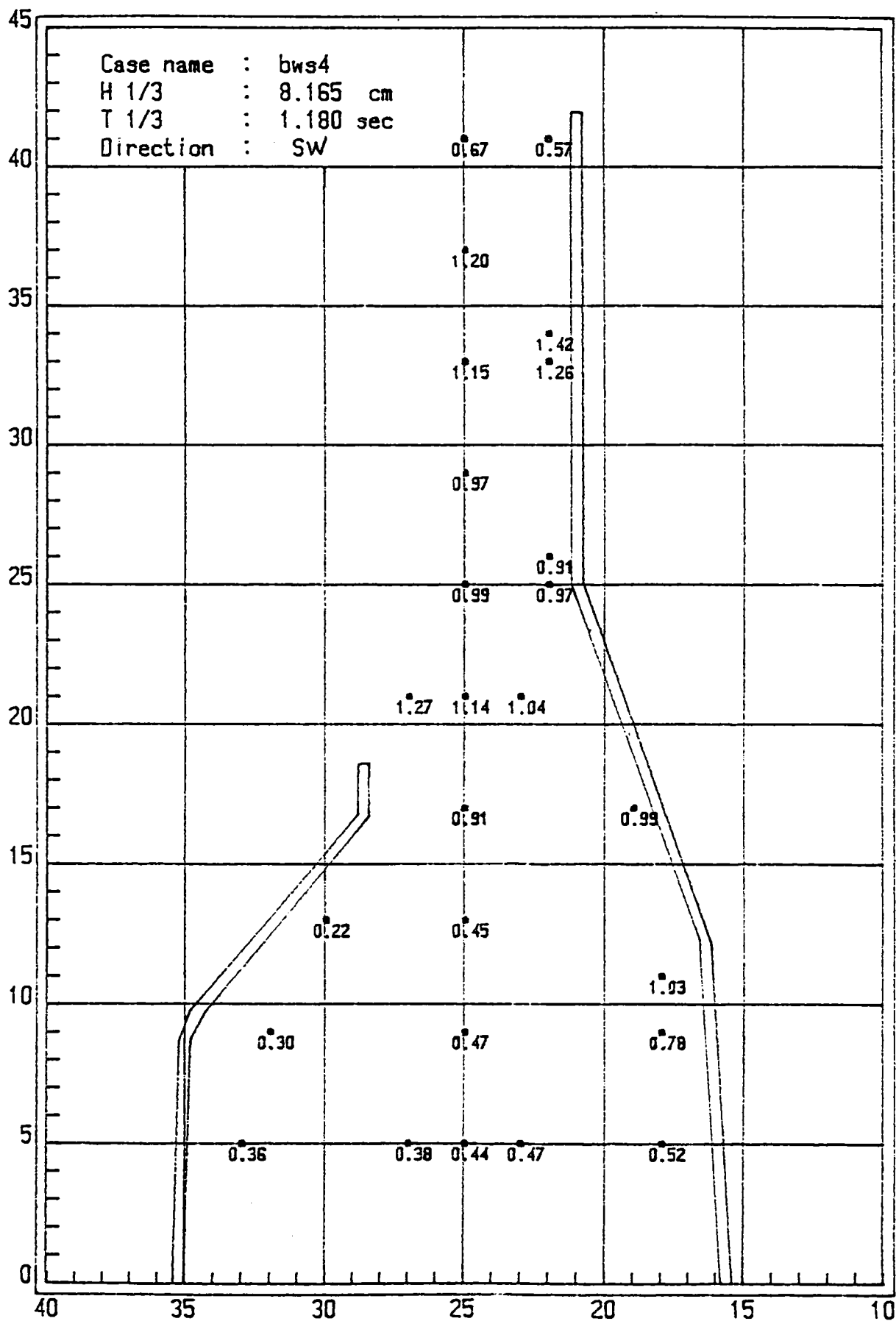


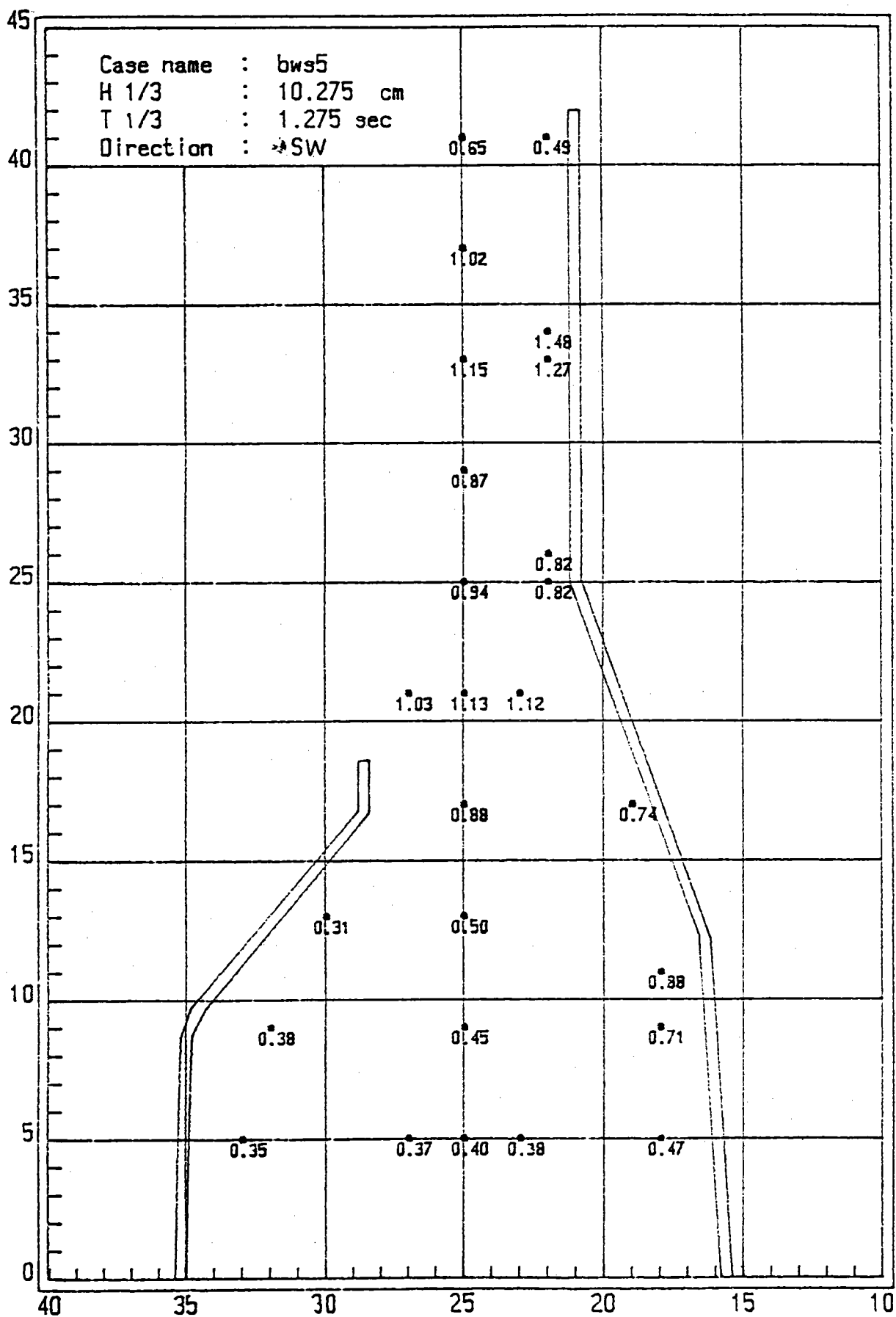


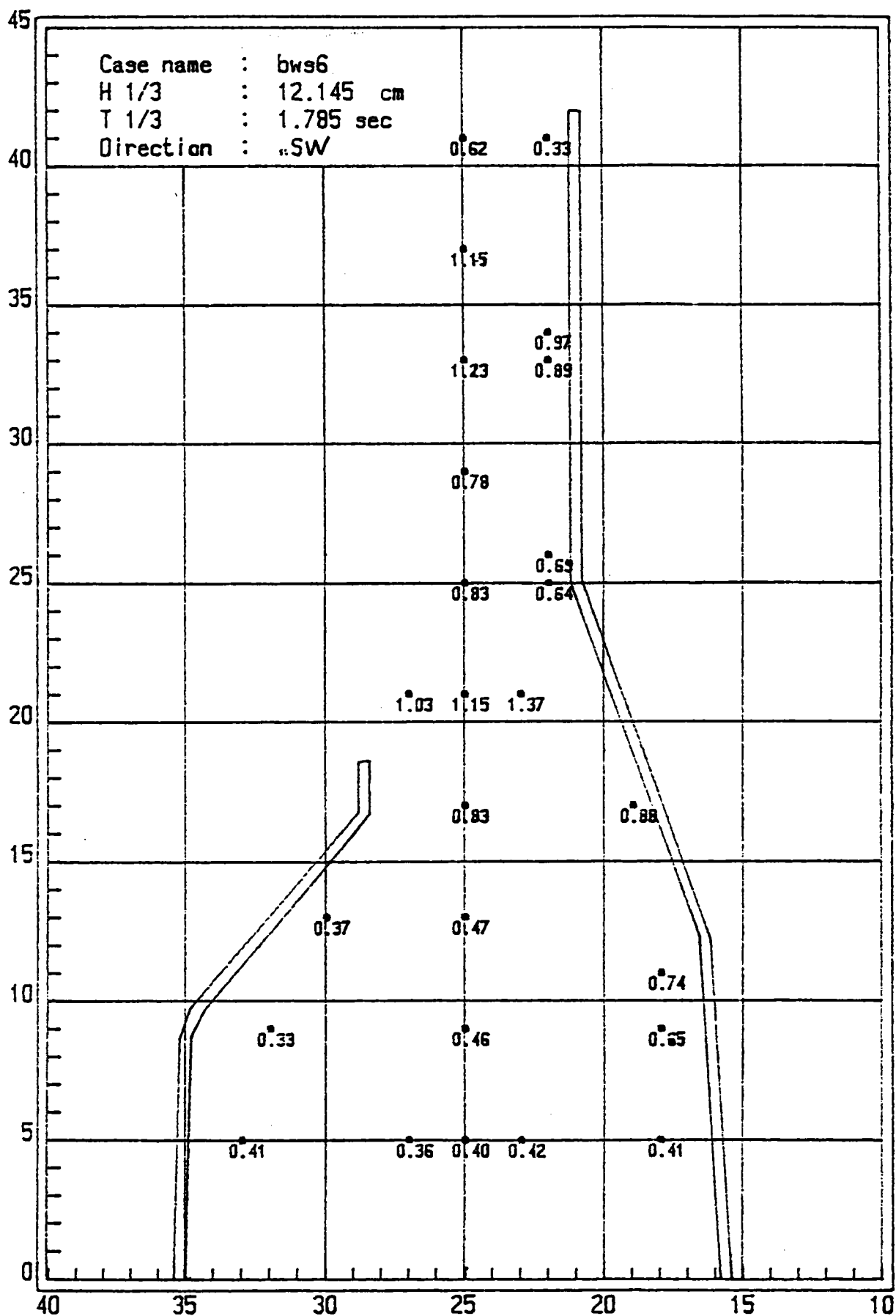


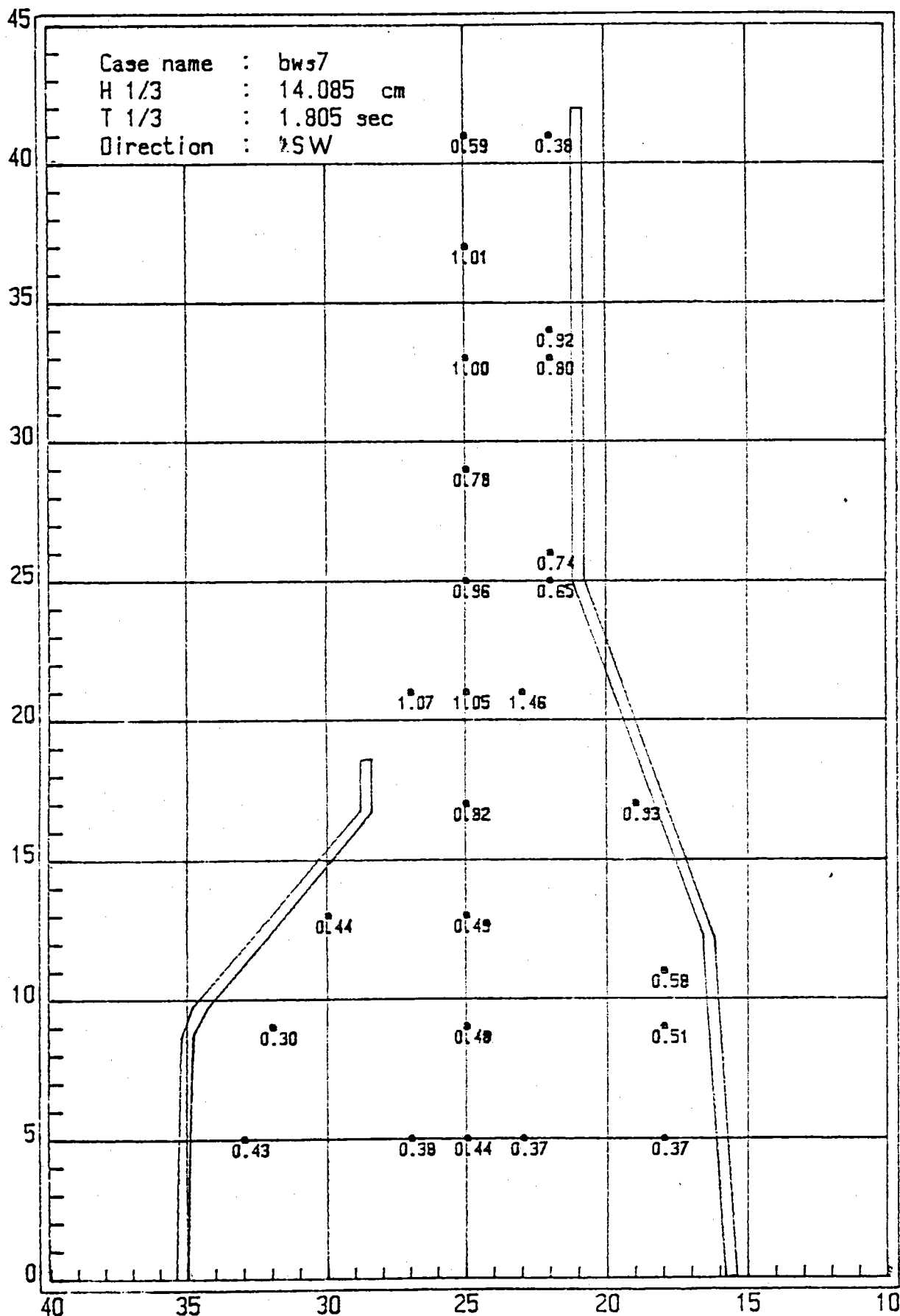


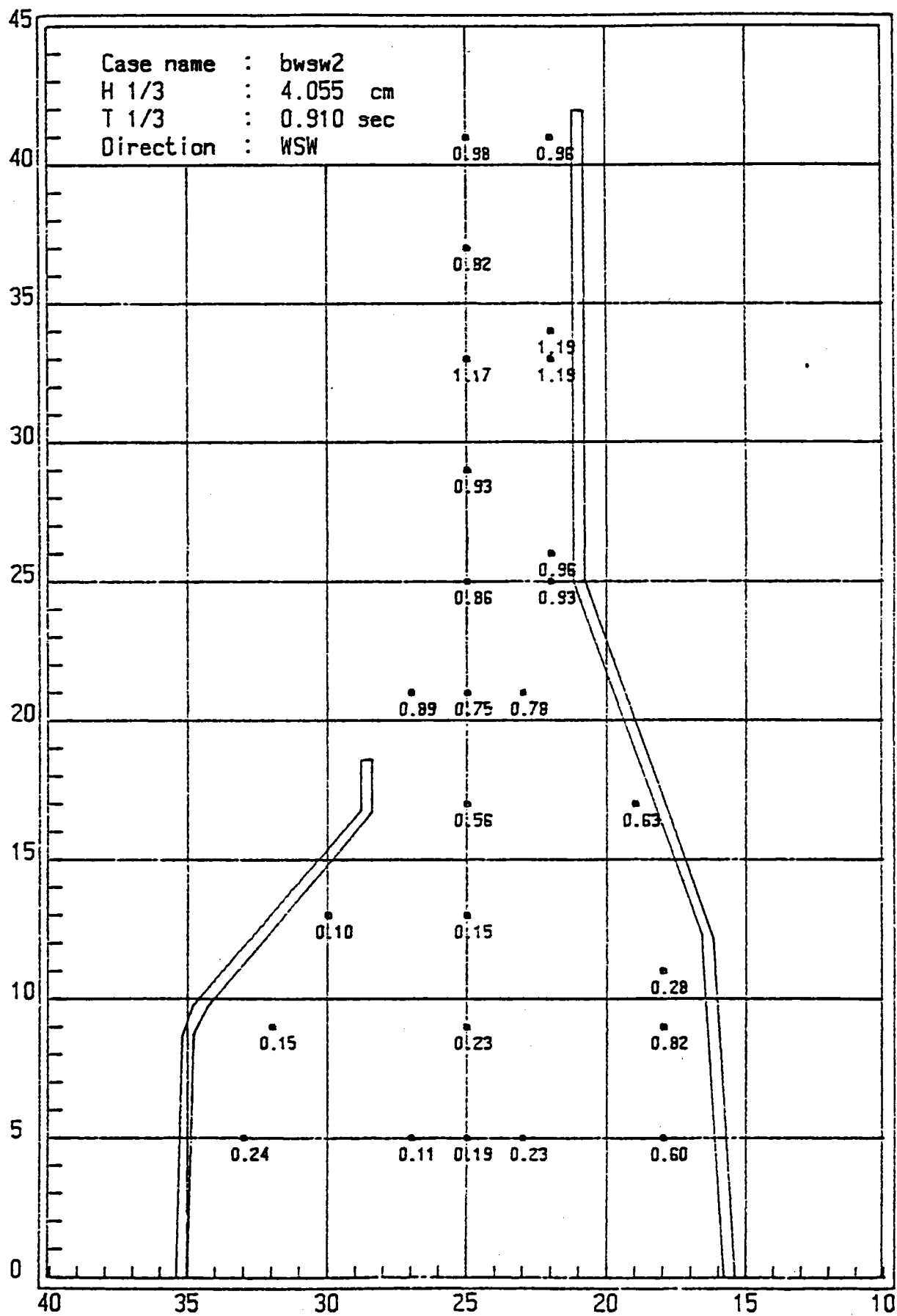


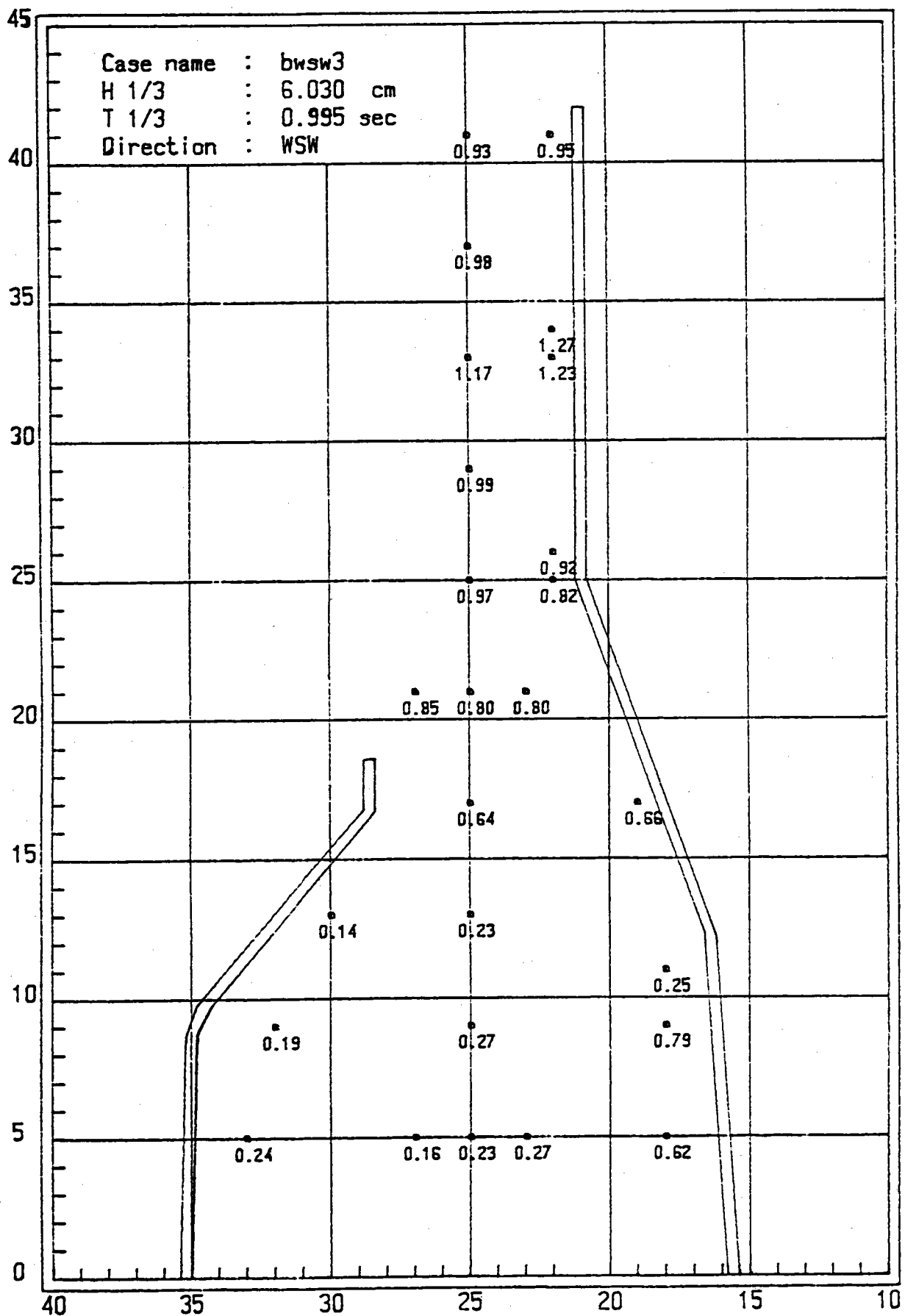


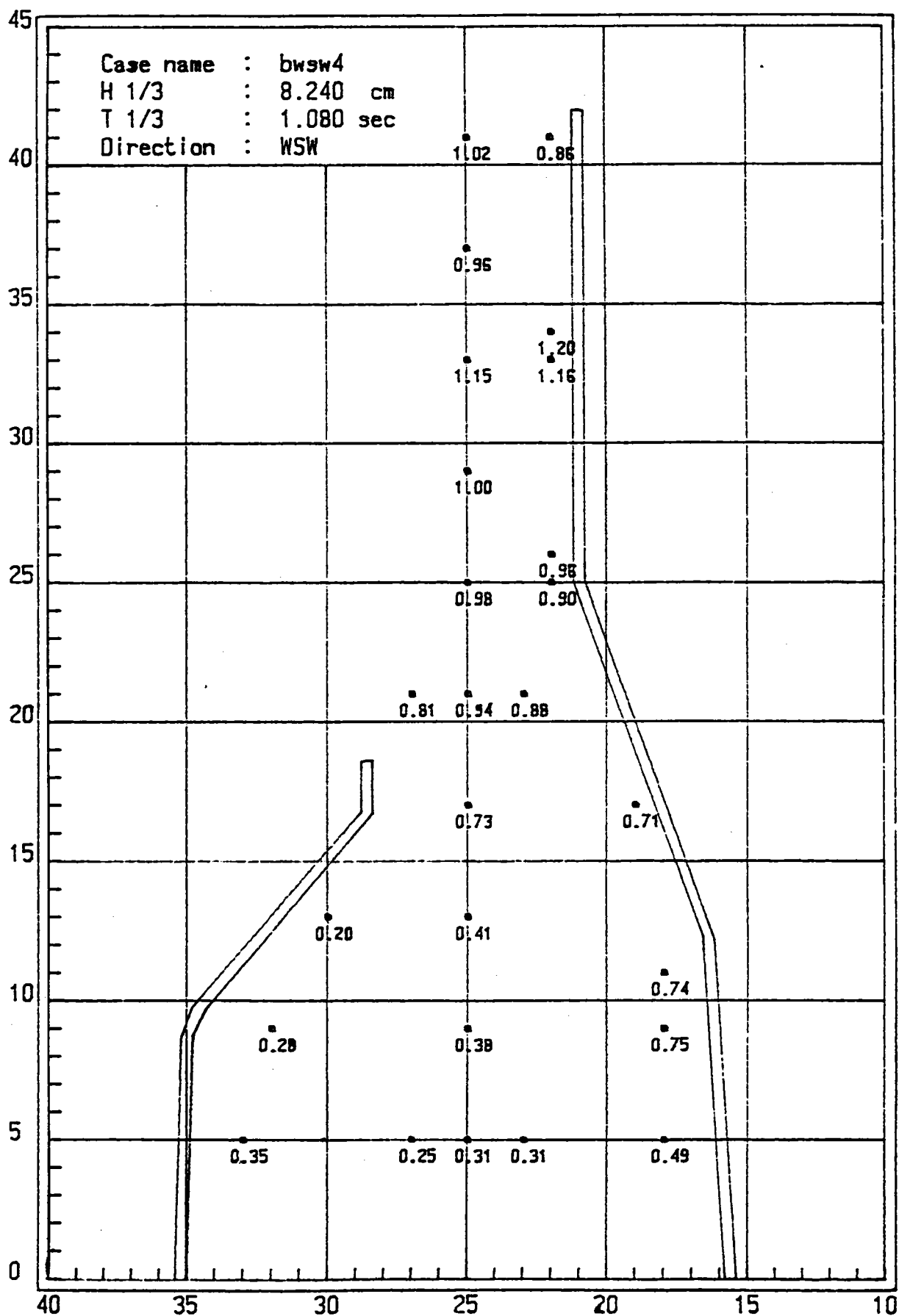


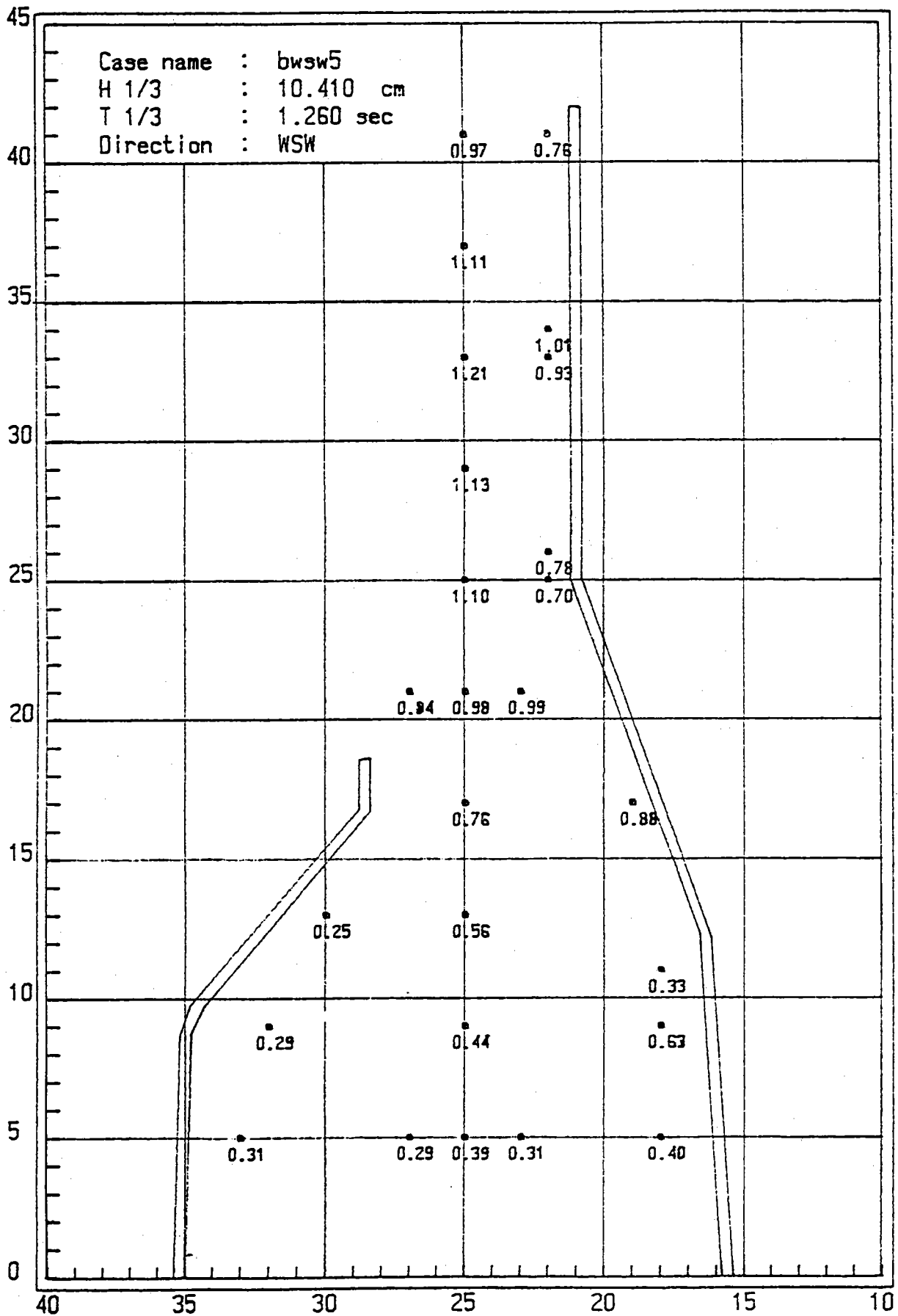


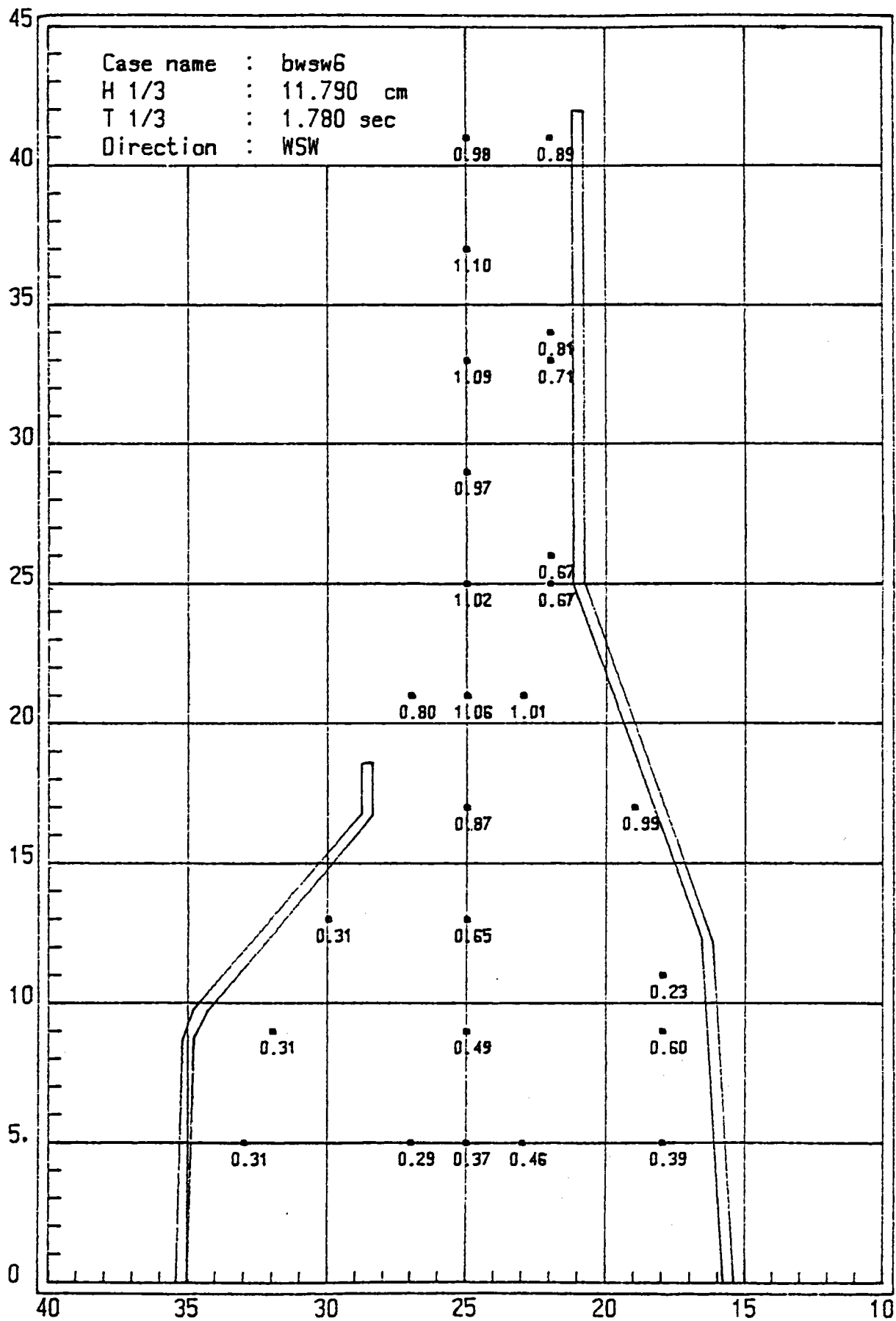


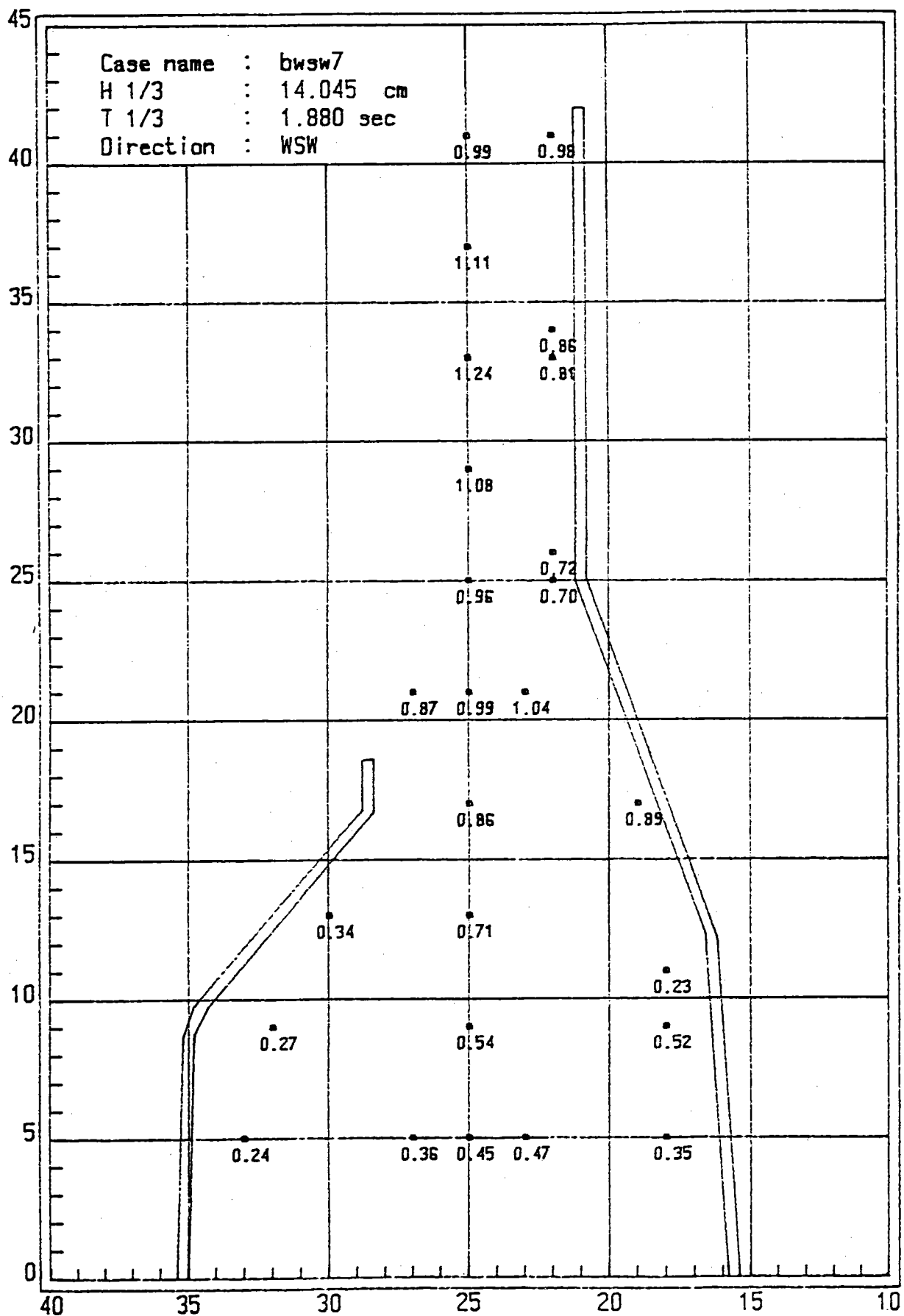






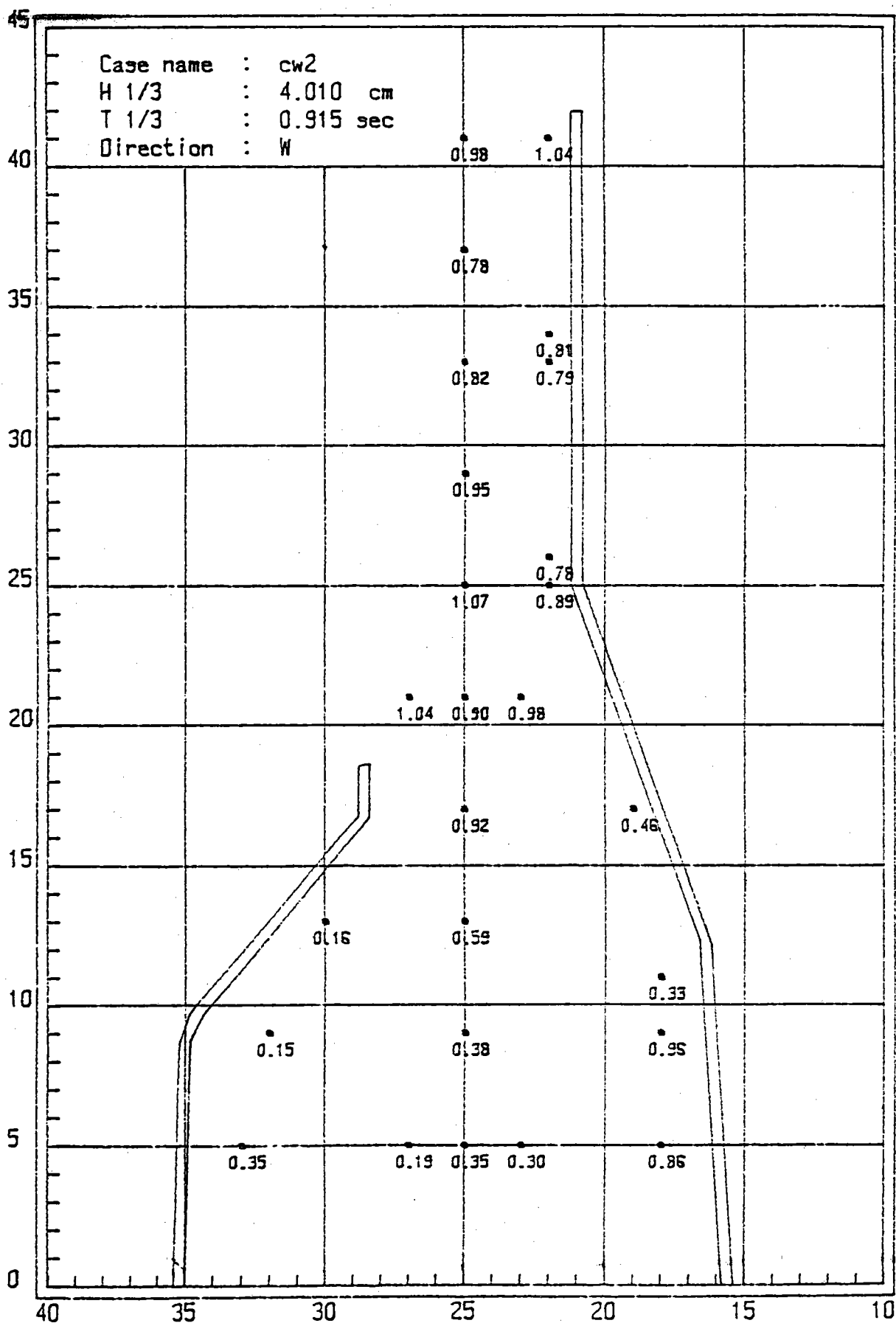


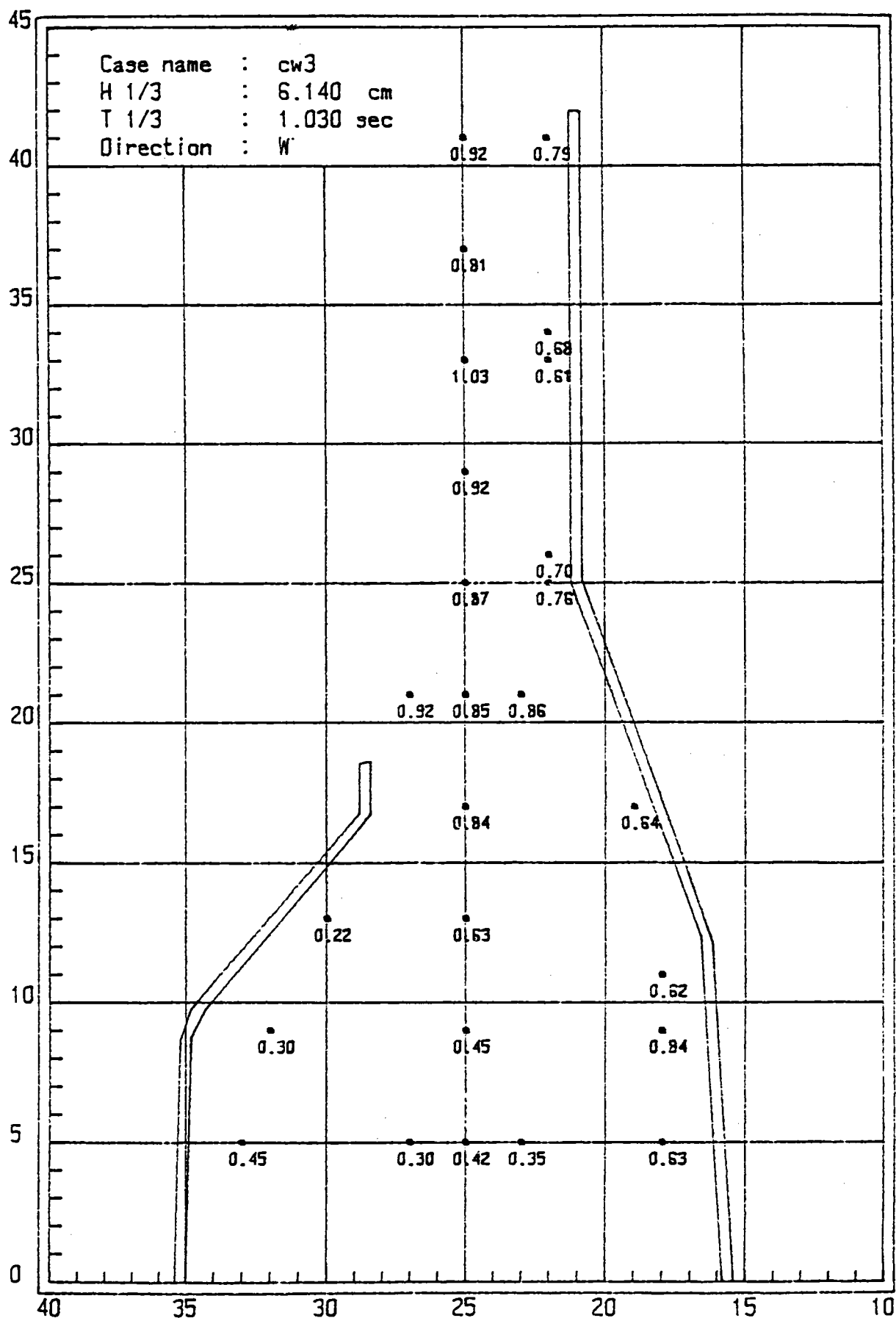


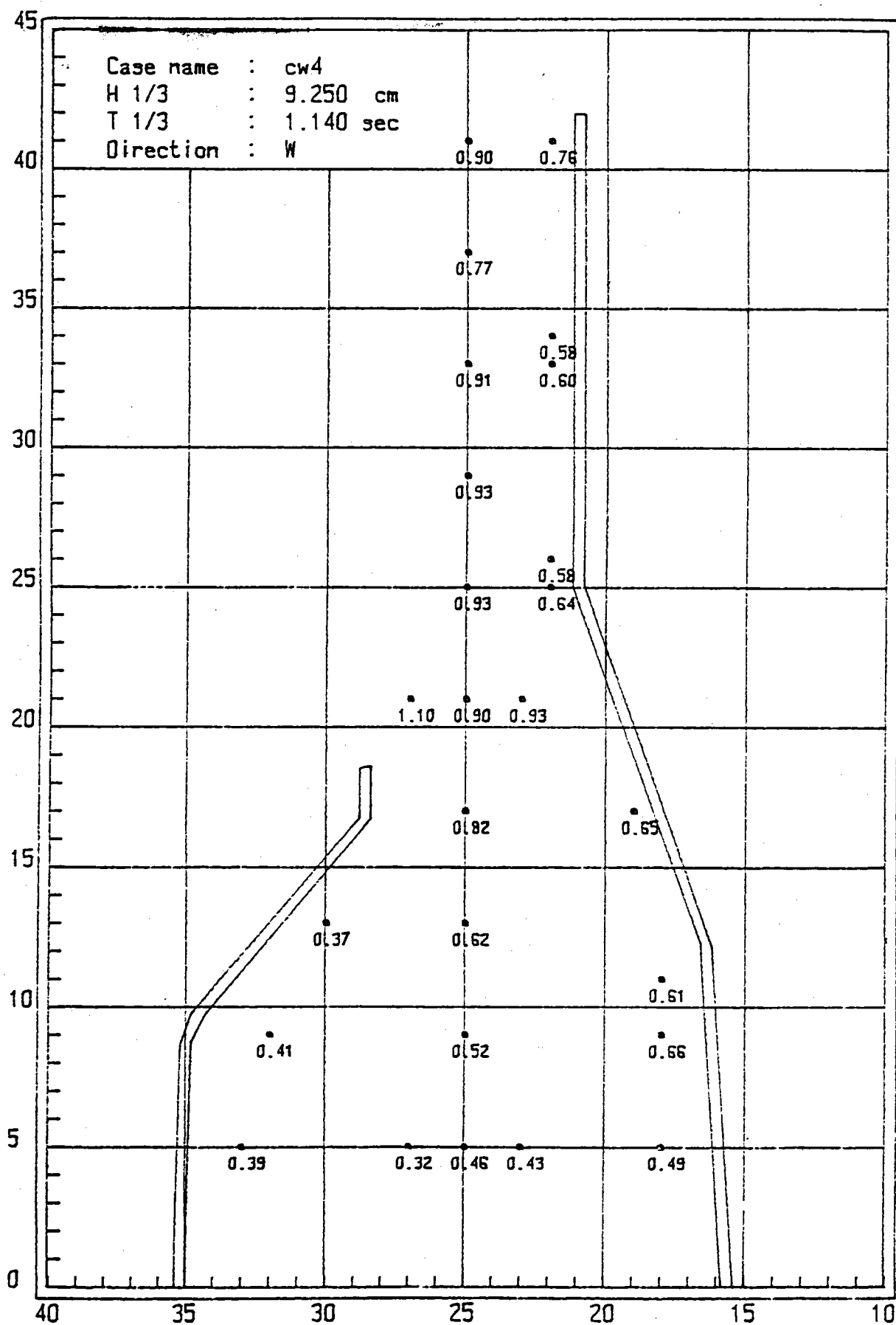


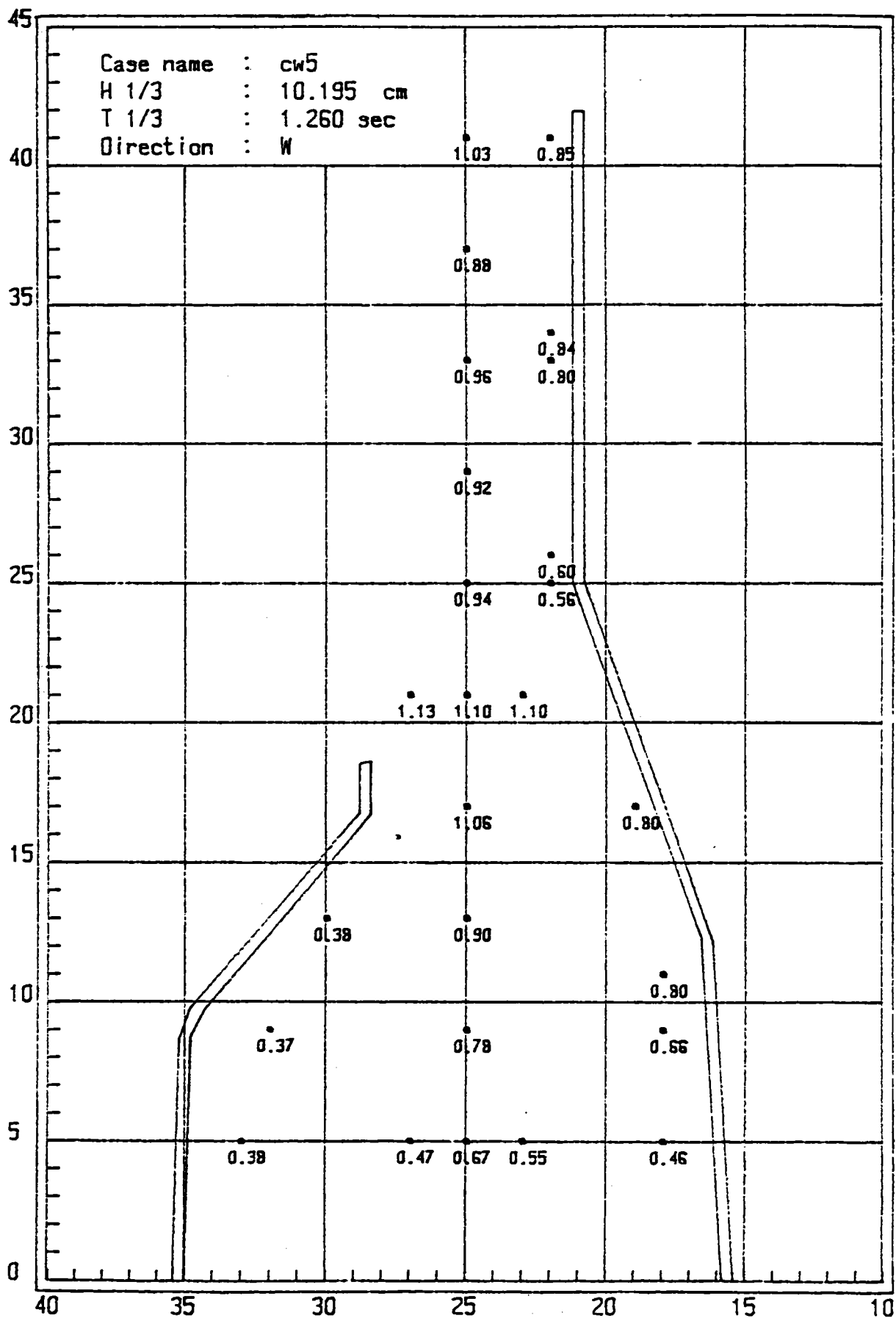
附圖A-3

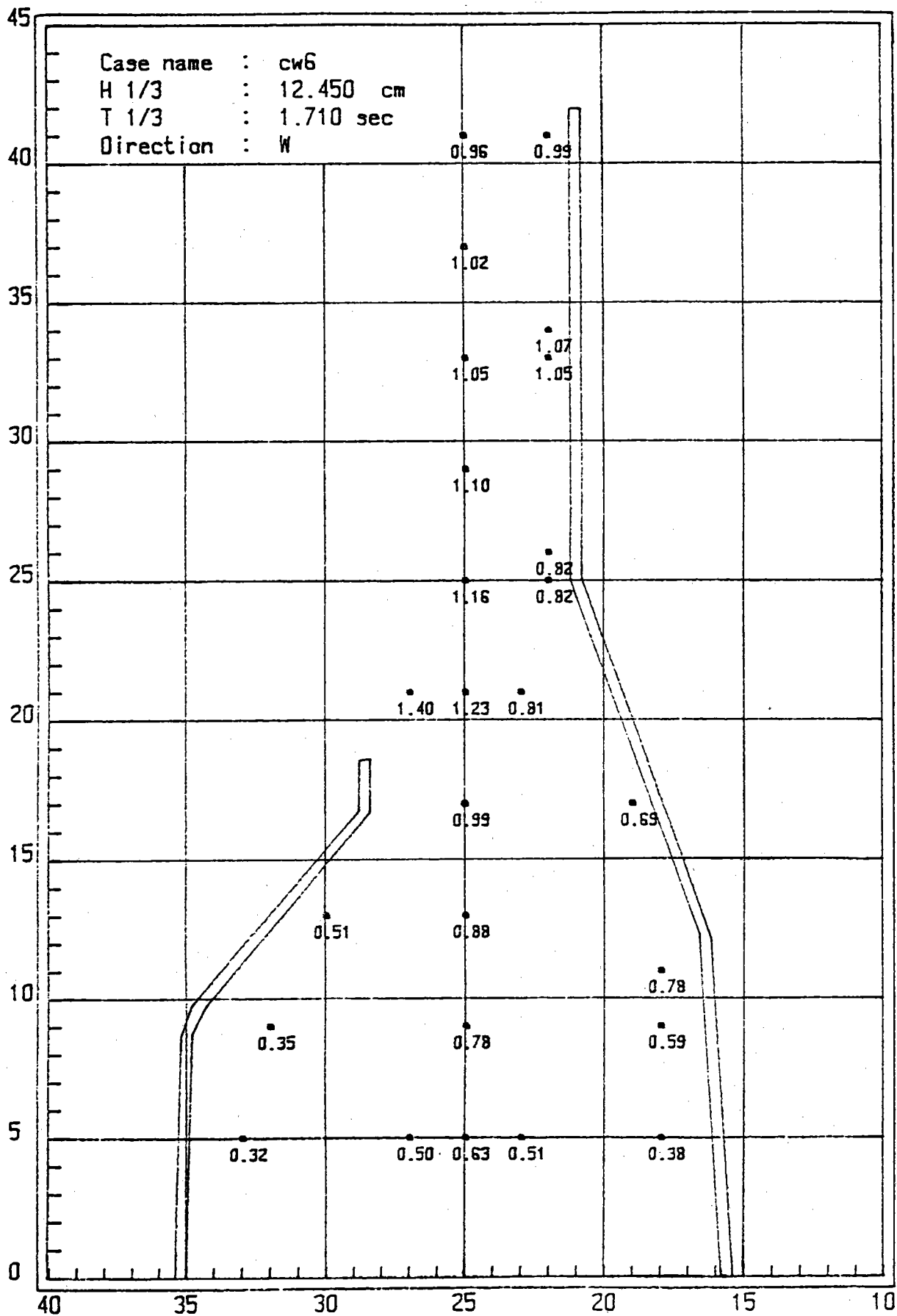
佈置C 試驗結果波高係數分佈

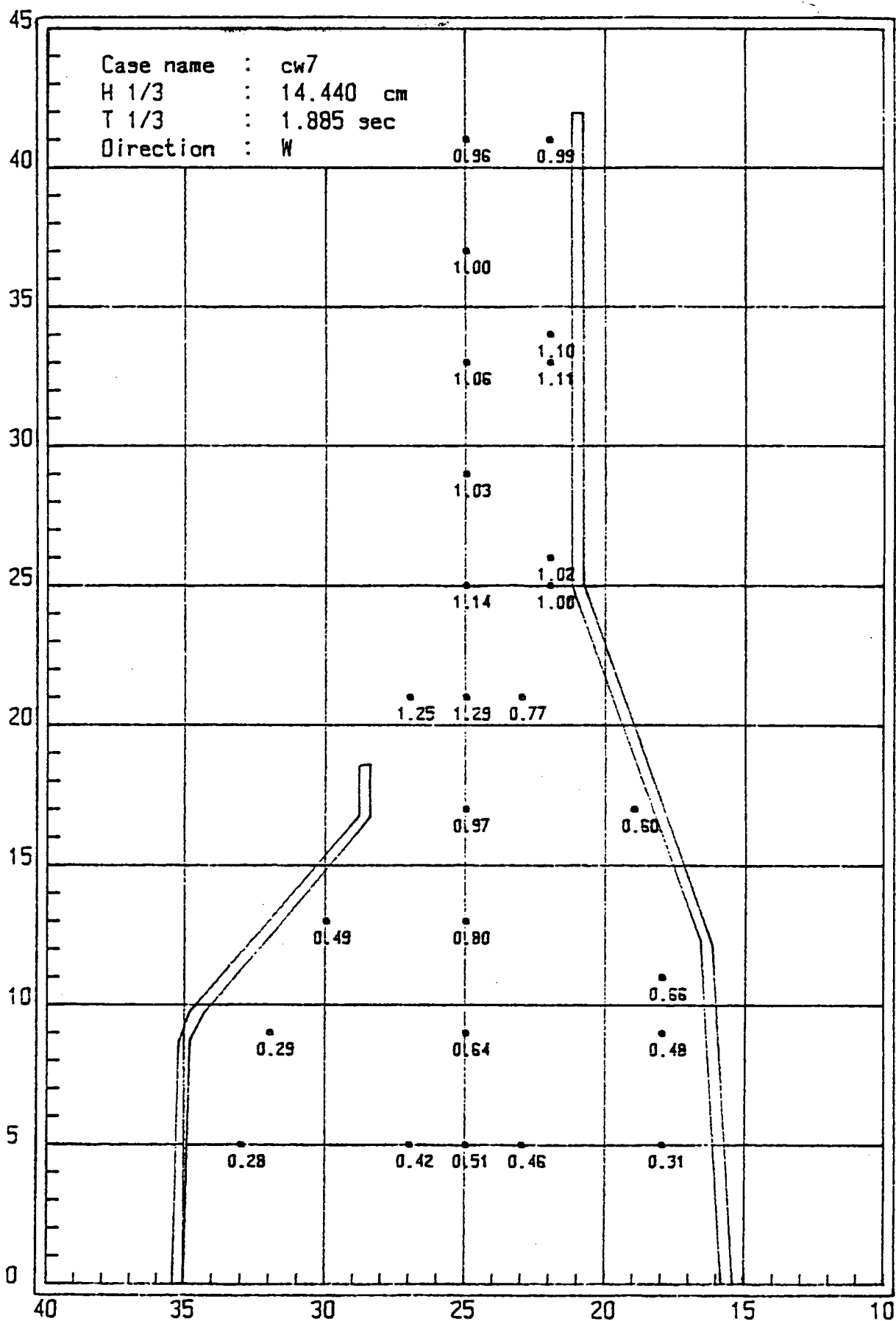


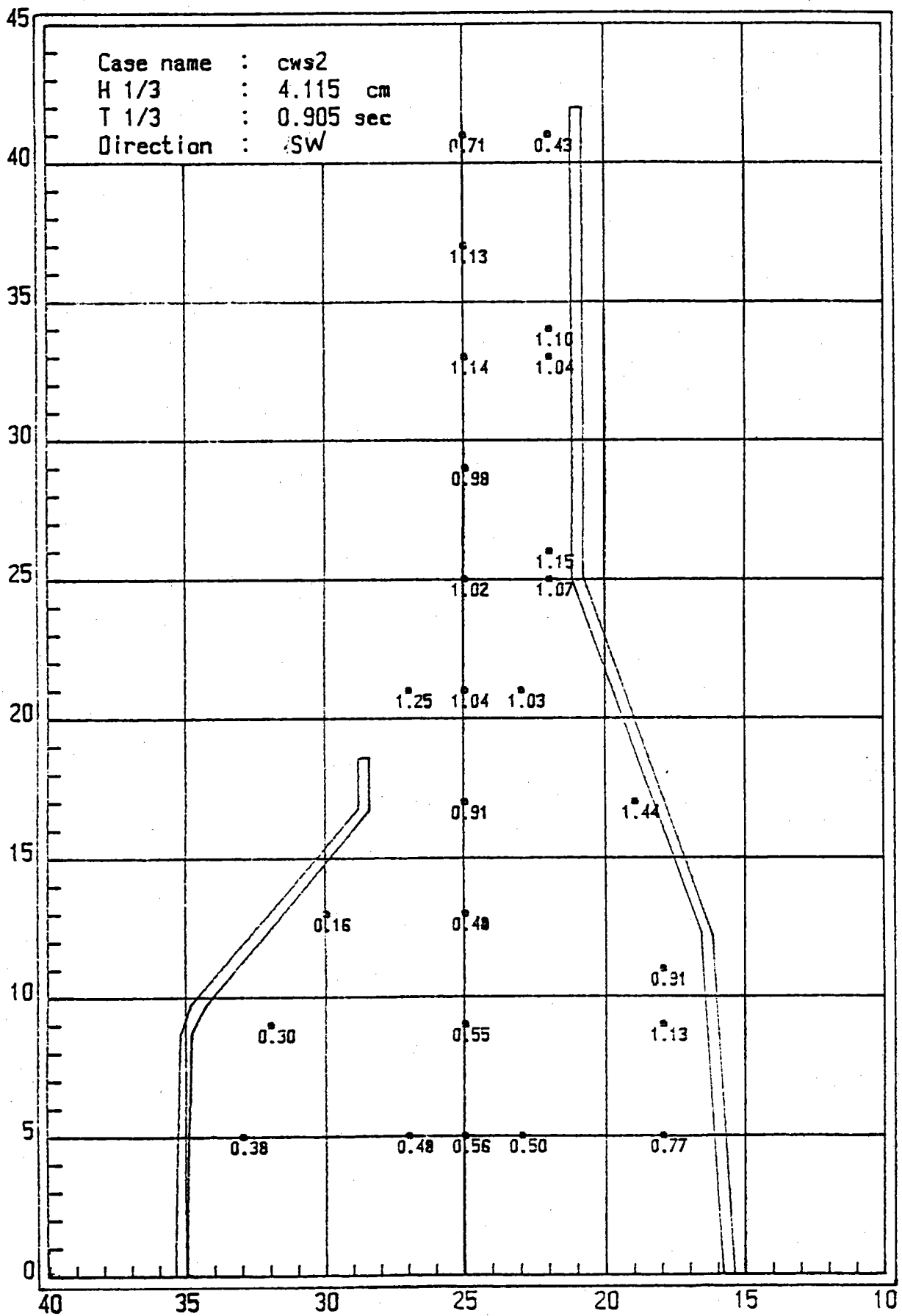


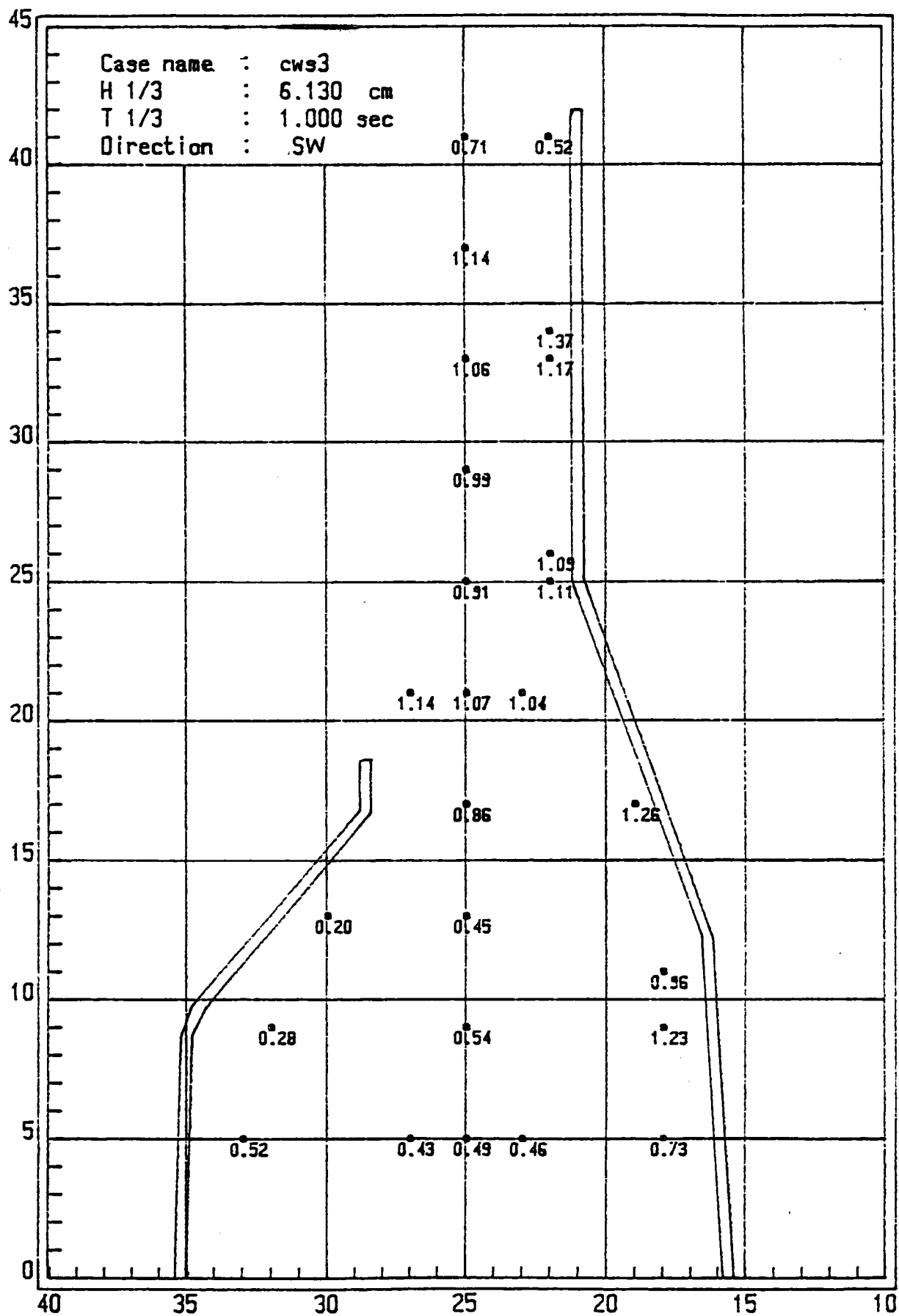


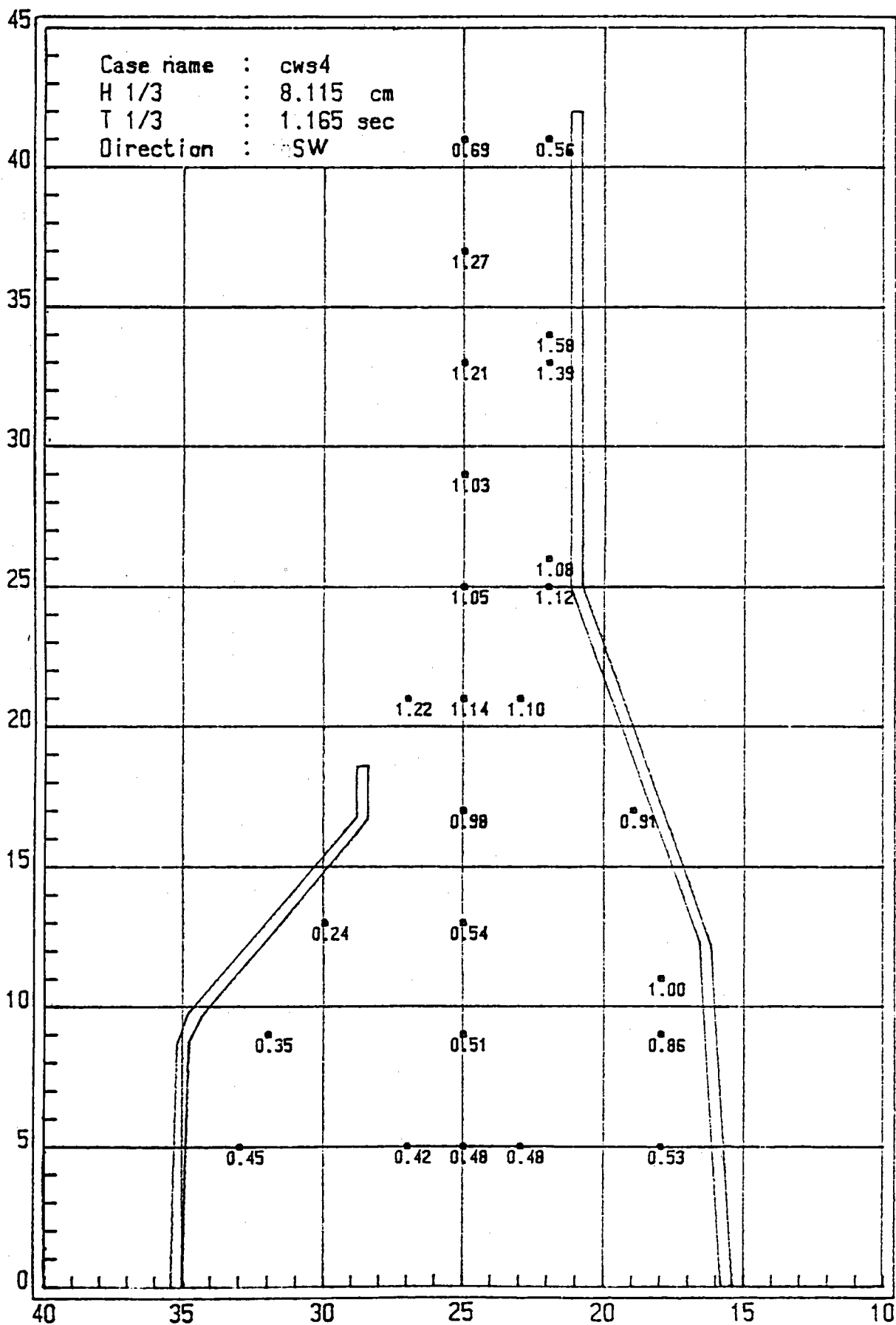


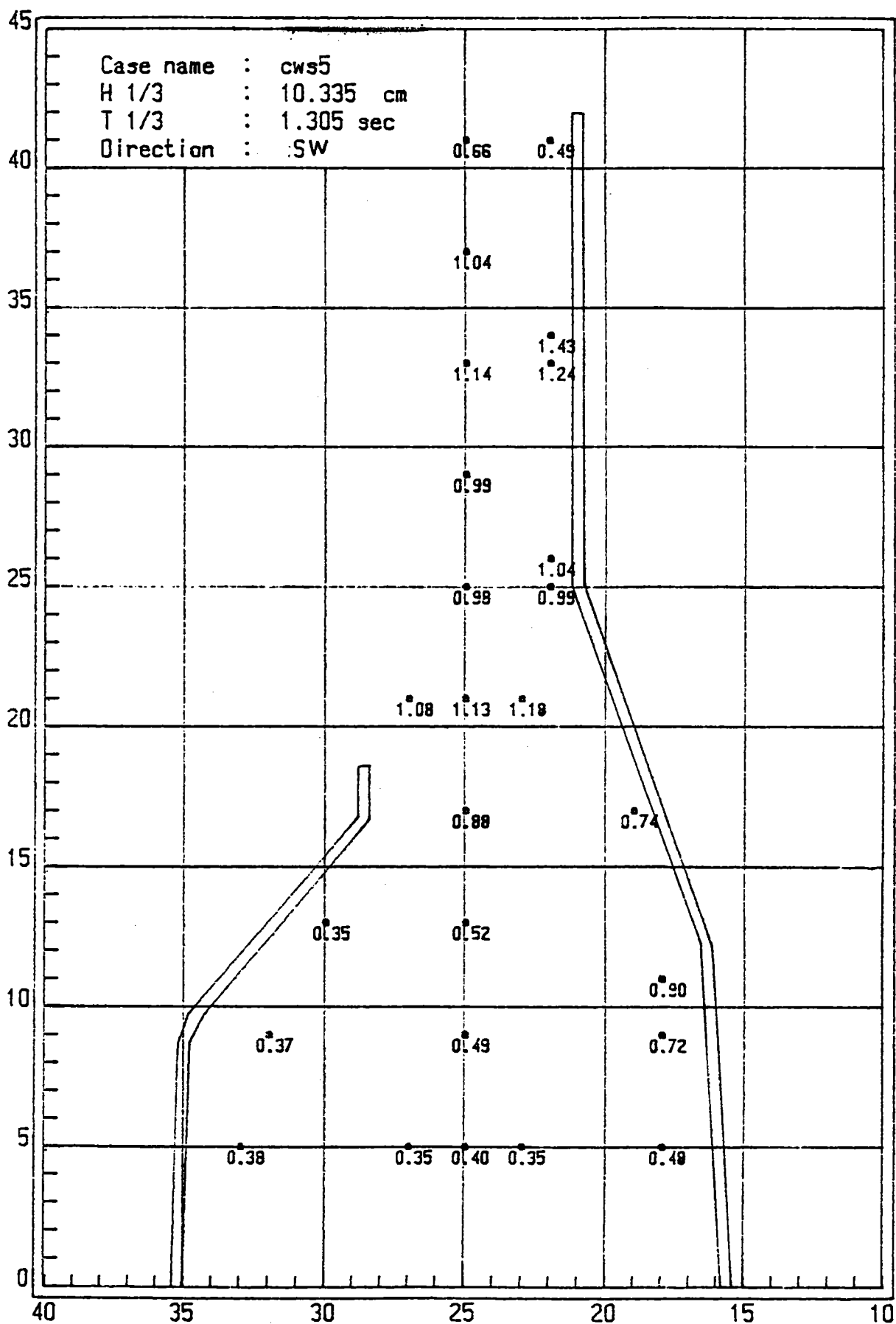


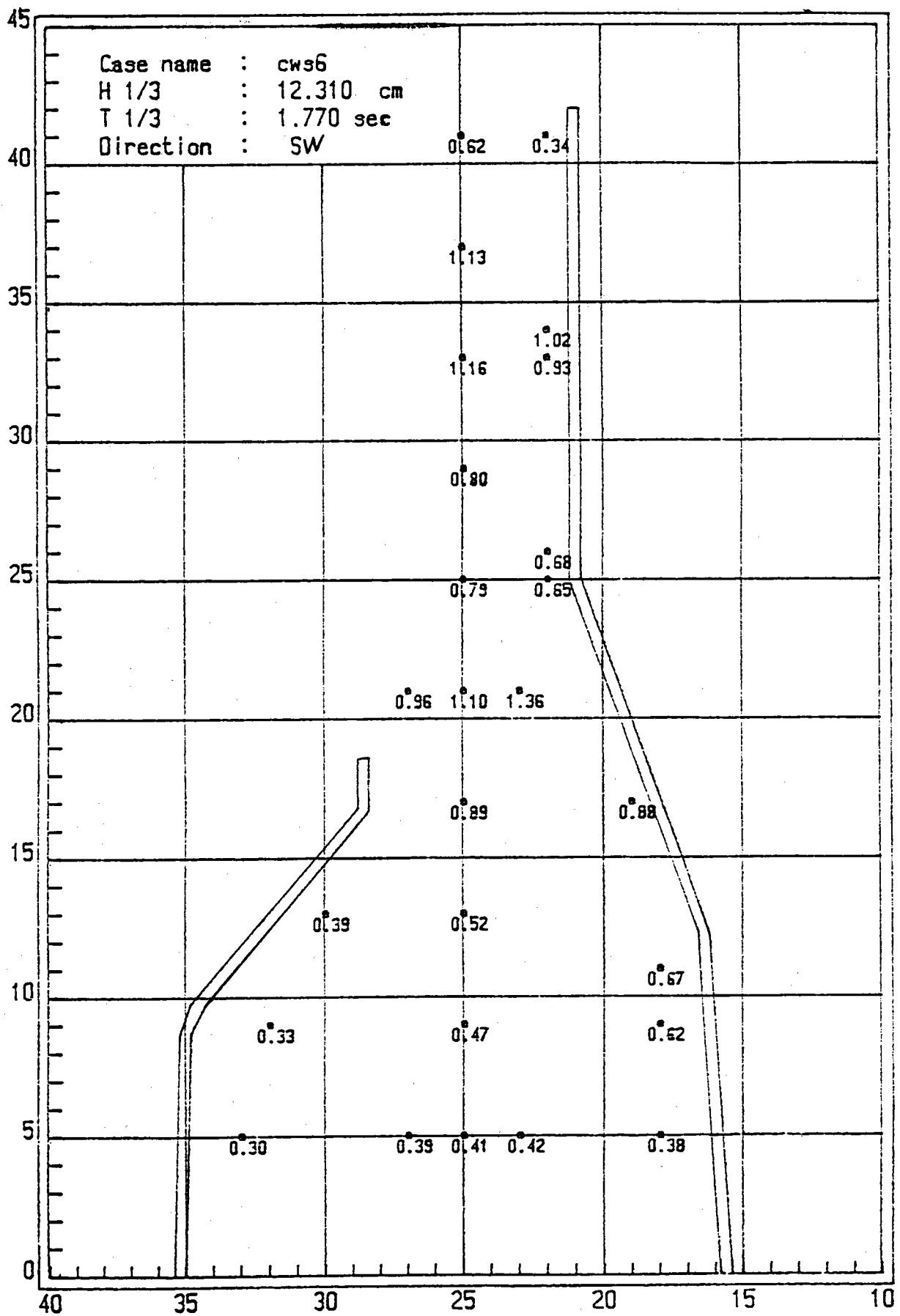


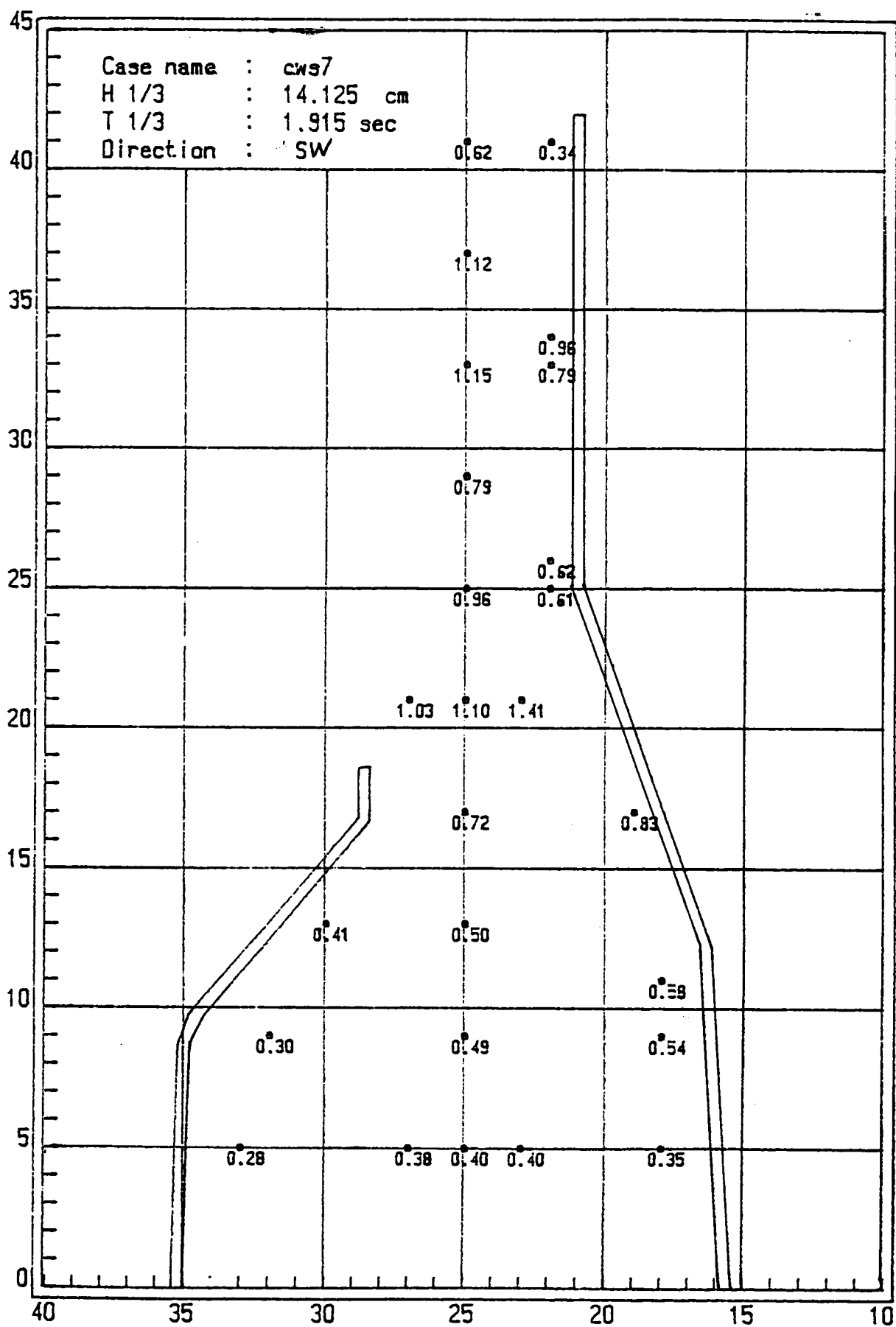


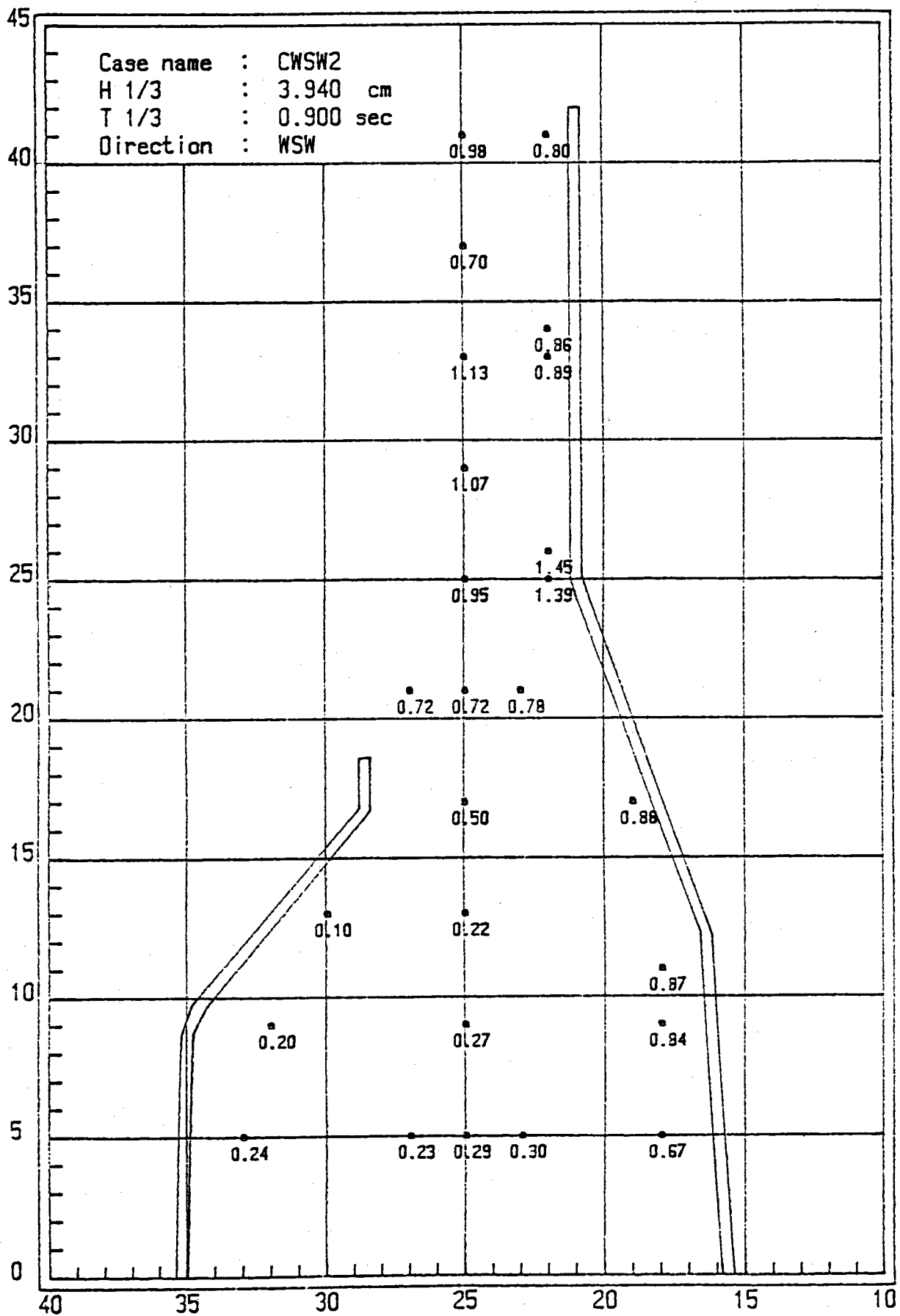


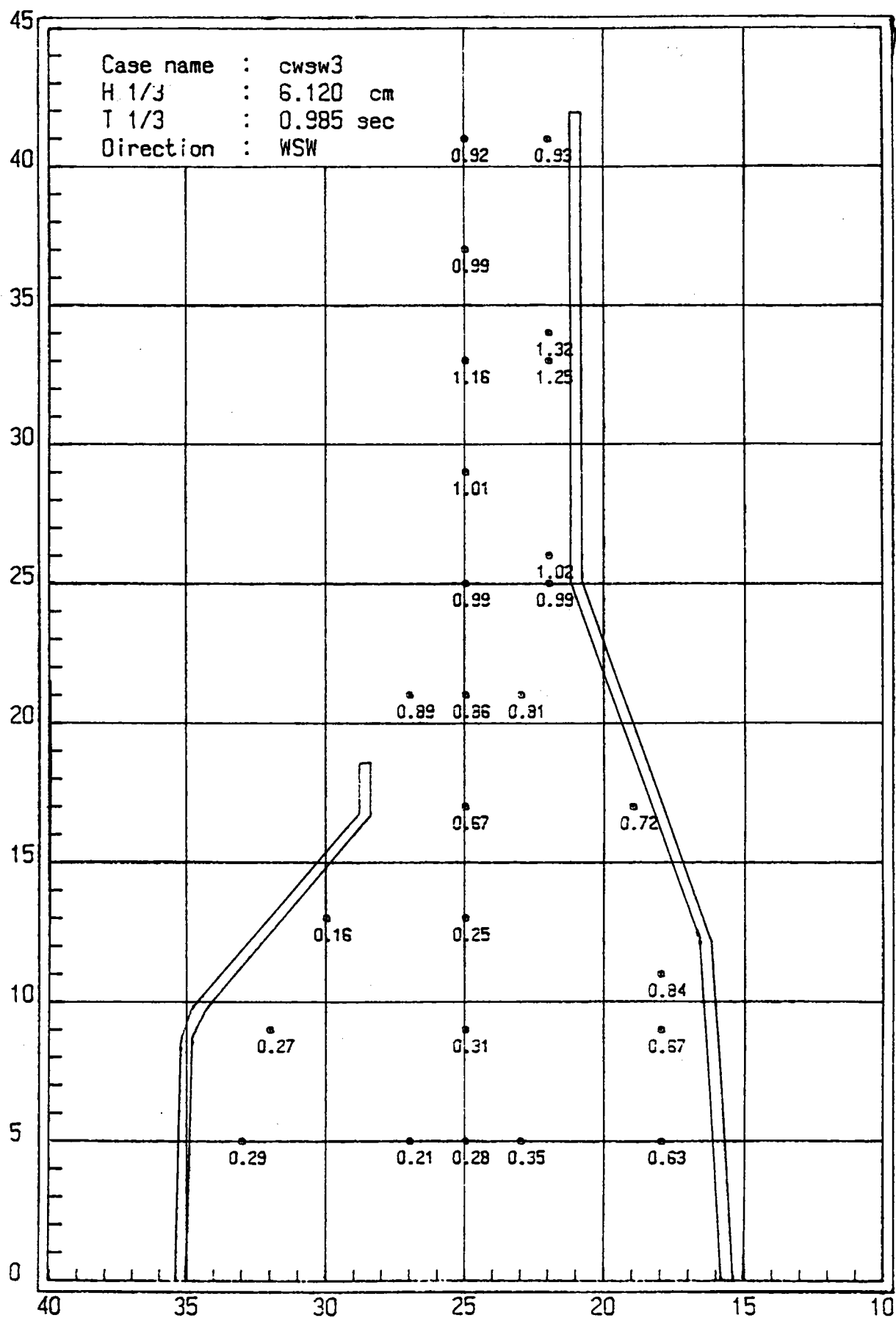


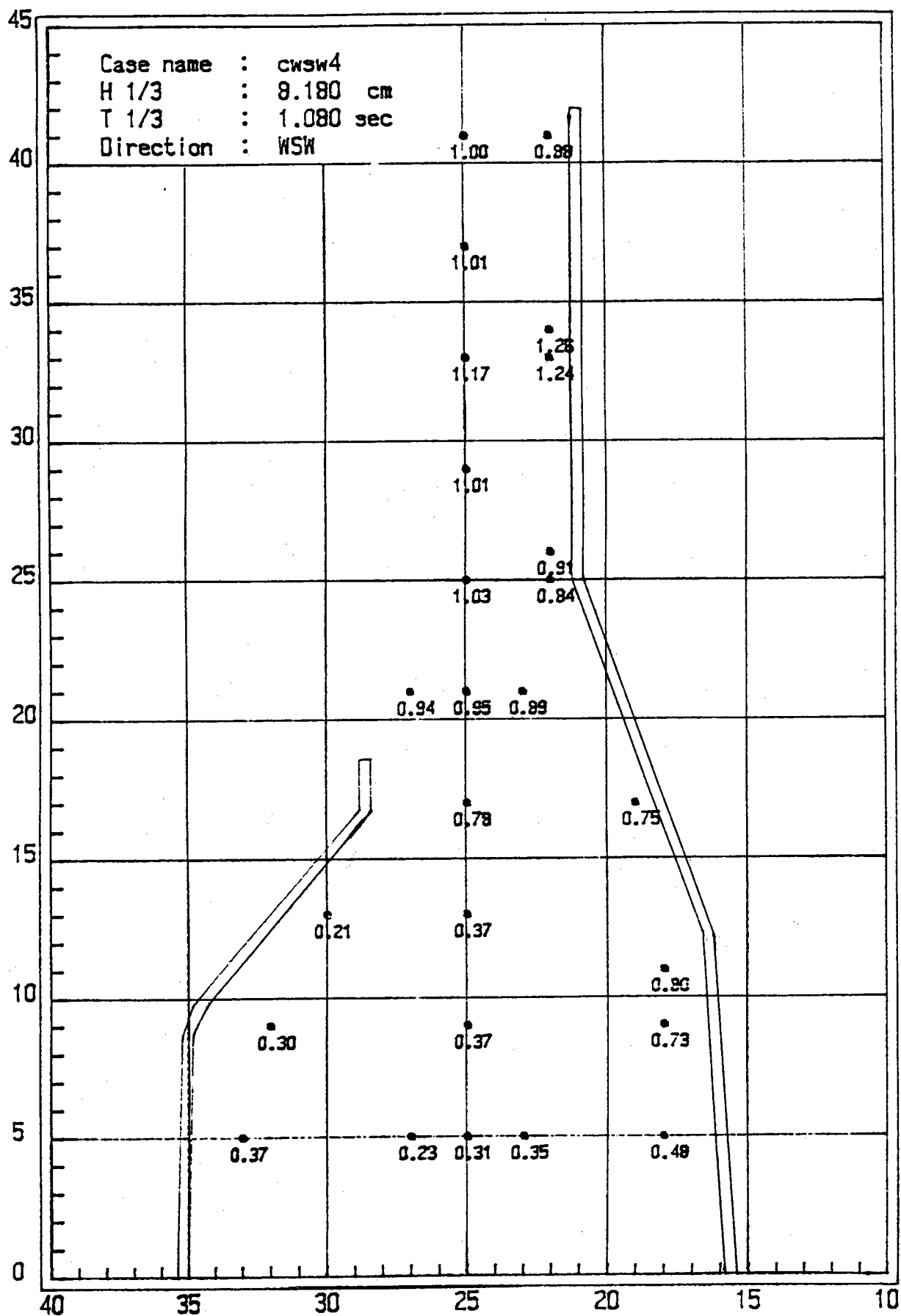


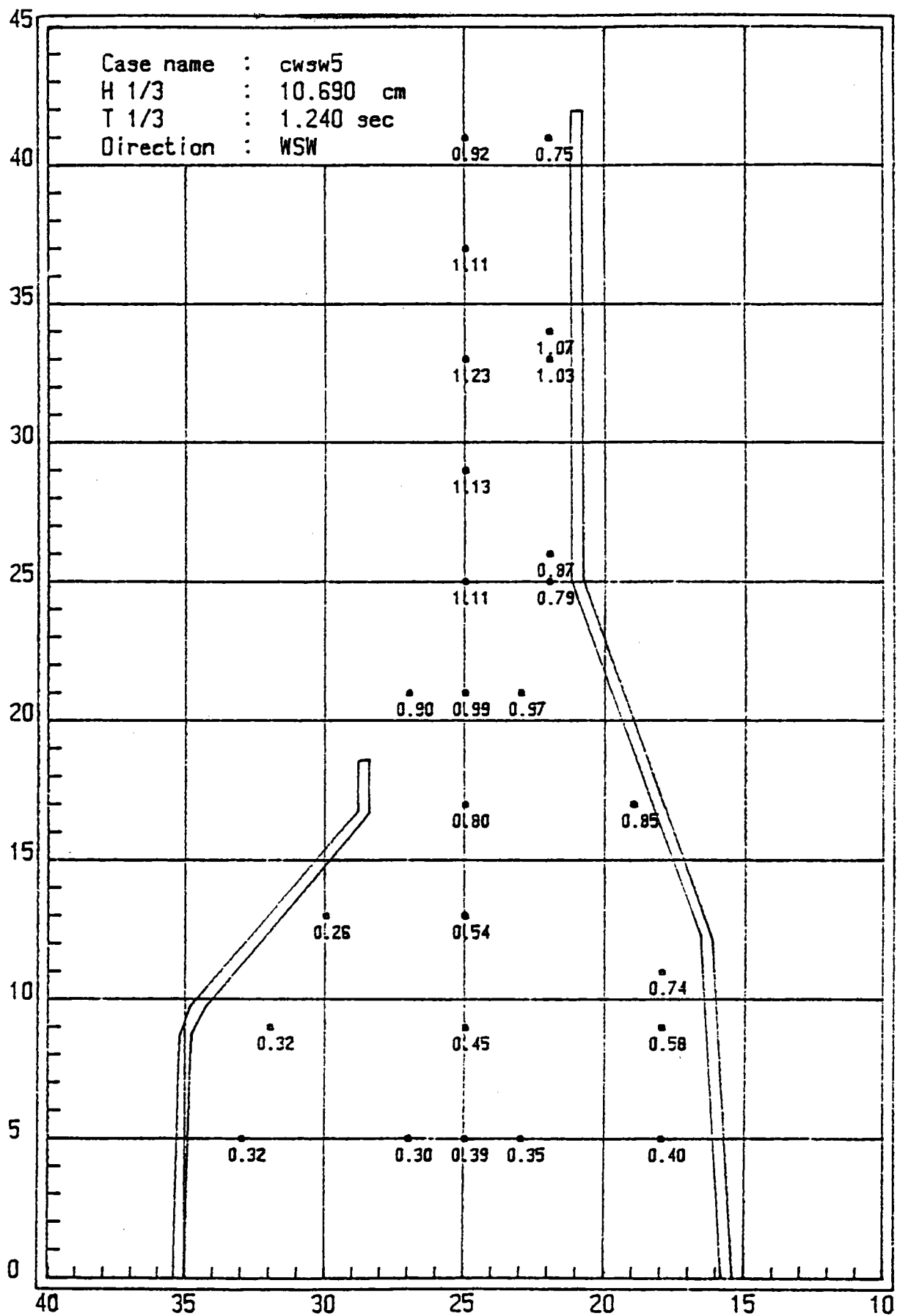


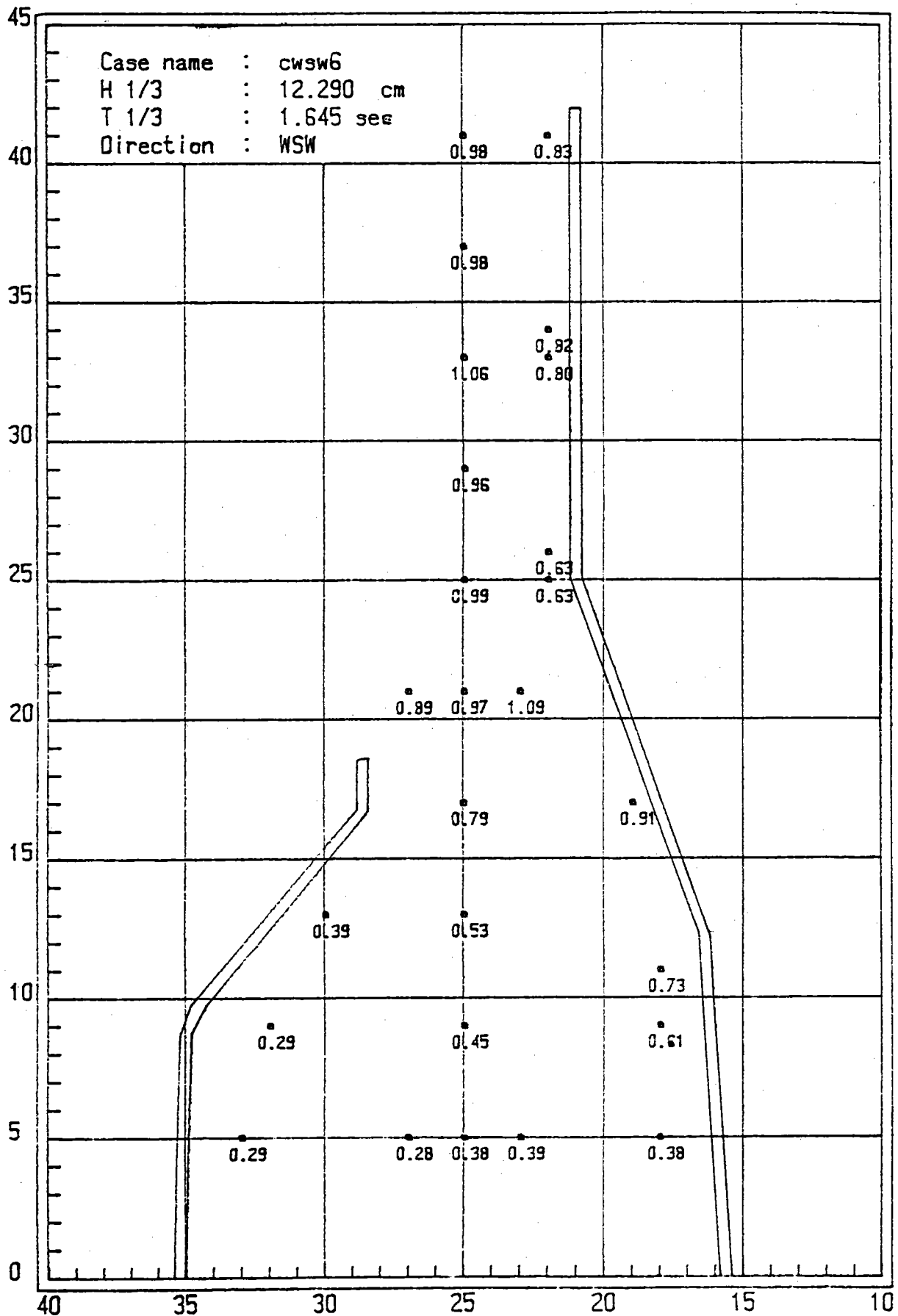


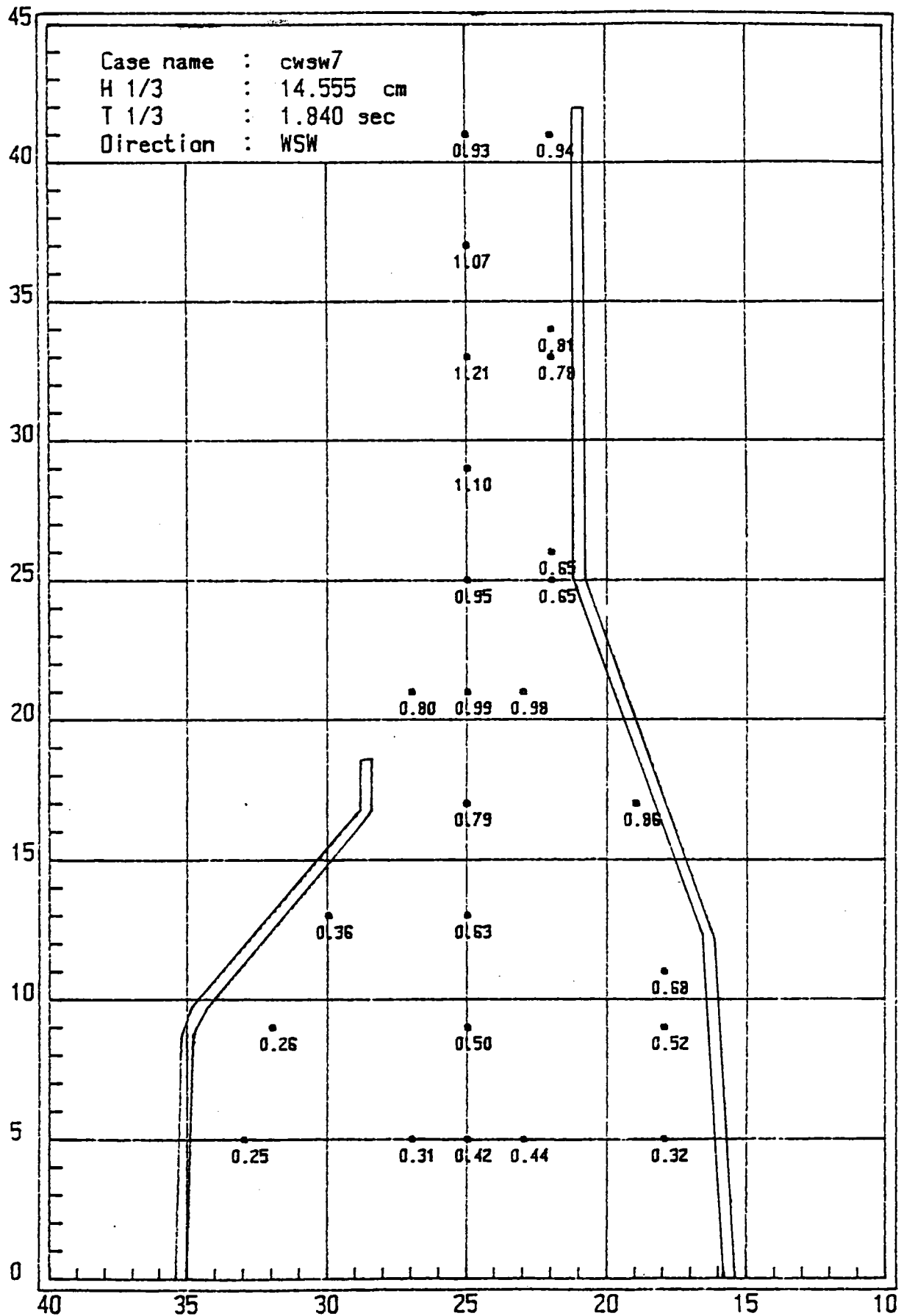












附圖 A-4

佈置 D 試驗結果波高係數分佈

