

Barのある海浜での平均水位変化に関する実験

Laboratory Experiment on the Mean Water Level Variation on a Barred Beach

川又 良一*・佐々木 巽**

Ryoichi KAWAMATA and Tatsumi SASAKI

1 ま え が き

砂浜海岸は、海岸におしよせる波浪の特性が変化することによって、短期間の内に比較的大きな地形変化が観察される。その中でも、おしよせた波が岸に近づき砕波するような所では、波、流れ、漂砂および地形がそれぞれに作用する極めて複雑な現象を程する。したがって、この砕波帯内の流れの様相を知ることは海浜地形の変化を知る上で重要である。

近年、このような砕波帯内の流れを含む海浜流系統 (nearshore current system) と地形変化に関して、多くの研究者によって様々な角度から検討が加えられるようになってきた (たとえば佐々木民雄:1979)。特に海浜流に関する理論的な取扱いは、Longuet-Higgins and Stewart (1964) による Radiation stress の概念により一段と活発化してきた。

Radiation stress の考えによれば、斜面に入射する波のようにしだいに波高が増大するような所では平均水位の低下 (wave set-down)、また砕波後に波高が減衰するような場合には平均水位が上昇 (set-up) する現象が理論的に予測される。これは運動量の定理より以下のように表示できる。

$$\frac{d\bar{\zeta}}{dx} = -\frac{1}{\rho g(h+\zeta)} \frac{dS_{xx}}{dx} \dots\dots\dots(1)$$

ここに $\bar{\zeta}$ は平均水位の変化量、 ρ は水の密度、 g

は重力加速度、 h は水深で、 S_{xx} は Radiation stress の波の進行方向成分であり、微小振幅波理論では次式のように示される。

$$S_{xx} = E \left(\frac{2kh}{\sinh 2kh} + 1 \right) \dots\dots\dots(2)$$

ここに k は波の波数で波長を L として、 $k=2\pi/L$ 、 E は波のエネルギーで、波高を H として、 $E = \frac{1}{8} \rho g H^2$ で表わされる。

このような水位変化の時空間的分布が砕波帯内での流れを引起こすと考えられるが、Bowen et al. (1968) は、一定勾配の斜面についての水槽実験を行ない、理論の妥当性について検討し、また沿岸流の発生についても言及している。また、現地海岸での観測例としては、堀田・水口 (1978) による茨城県阿字ヶ浦海岸での砕波後の波による set-up の報告がある。

一方、地形変化については、Sonu (1973) の現地における三次元的な地形と流れの変化についてなど、多くの報告がある。佐々木巽 (1979) は、茨城県鹿島海岸において平面地形測量を繰り返し行ない、一つの storm cycle で見られた前浜付近の地形変化について報告している。それによれば暴浪の後、波高が低下しつつある時期には連続性の良い Bar が砕波帯の沖寄りの海底に形成されており、その後継続する静穏期に Bar は岸方向に移動するとともに、沖に向う流れ (離岸流) によってほぼ等間隔に分割される。その後 Bar はさらに移動し、陸上にのり上げ Barm を形成

* 筑波大学水理実験センター、**筑波大学(院)、地球科学研究科

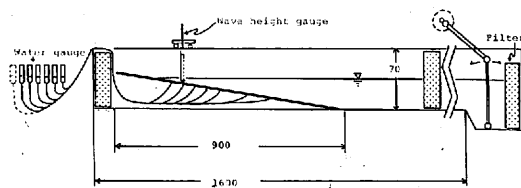
するというものである。このような Bar の移動については室内実験においても確認されており、服部・川又 (1978)、川又 (1978) は、二次元移動床実験を行ない、堆積傾向にある海浜では初期に発生した Bar が時間経過とともに岸側に移動し、最終的には Barm を形成すると述べている。

このように、一連の地形変化の中で Bar の果す役割りに注目すると、Bar の移動にもなる砕波帯内の流れの変化についての検討が必要と考えられる。しかし、この問題についてはは現在ほとんど明らかにされておらず、わずかに水口ら (1978) の砕波帯内の波高分布に関するものがあるのみである。そこで筆者らは、Bar の存在する場合と、そうでない場合とで砕波帯内の平均水位がどのように異なるかを明らかにする目的で二次元水槽実験を行なった。ここではその方法と結果について述べることにする。

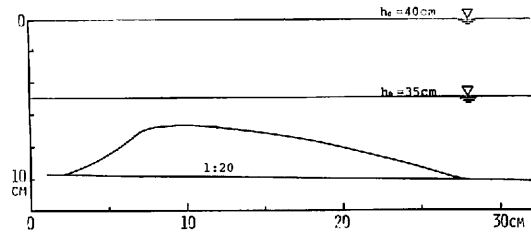
II 実験装置および実験方法

実験は、筑波大学水理実験センターにある小型二次元水槽 (長さ 21m、内一定水深部 16m、幅 0.5m、高さ 0.7m、片面ガラス張り) を用いた。実験装置は第 1 図に示すように、水槽末端より 9m にわたって 1/20 の固定斜面 (鉄製アングルおよび耐水ベニヤ製) を設置し、これを基本斜面として、第 2 図に示すような油粘土製の Bar の模型を設置した。また一定水深部の水深を $h_0 = 40$ 、35cm の 2 通りとし、汀線よりの Bar の位置、および Bar の頂部水深を変化させた。

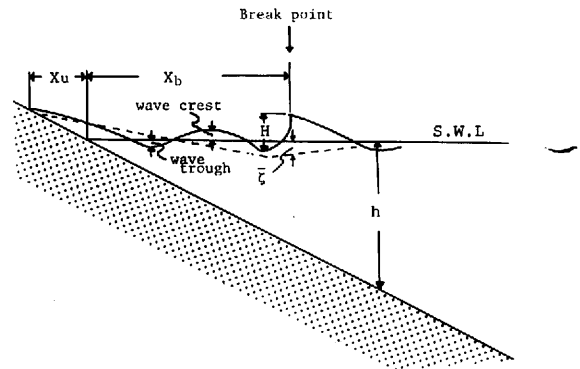
測定は第 3 図に示す各項目について行なった。平均水位は、ベニヤ板中央、岸一沖方向に直径 3mm の穴を一定間隔で開け、第 1 図左端に示すよ



第 1 図 実験水槽および装置



第 2 図 Bar 模型の設置状況



第 3 図 測定項目

ζ : 静水面からの平均水位高, H : 波高, h : 水深, S.W.L.: 静水面, X_b : 静水位汀線より砕波点までの距離, X_u : 静水位汀線より波の遡上点までの距離

うな内径 30mm のガラスビンにビニール管を直結した水位計を製作し用いた。この方法を用いることで特別な解析装置を必要とせず、多点で同時に水位測定ができる。この水位計の応答特性は、ガラスビン内が空の状態から水槽内の静水位に達する時間として約 30~40 分でありビニール管の長いものほど時間がかかった。測定は水位計の応答を考慮して波の入射後 30 分を経過した後の水位と、波の入射前の静水位の差を、1/2.5mm スケールを用いて 0.2mm 単位まで読んだ。波高は容量式波高計を用いて水槽レール上を移動させ、各点で測定した 10~15 波の平均値とした。なお、波高計の移動によるゼロ点の変化はなかった。砕波点、遡上点は目視によった。

III 実験結果

実験条件として第1表に示すように、一様勾配(1/20)斜面(CASE A)、Barが汀線より遠い場合(CASE B)、および汀線に近い場合(CASE C)について計25ケース行なった。測定結果は本文末尾の付表に全ケースについて示してある。これらの実験の中には入射波がBarの上部で砕波せず、その前面、または通過後に砕波したものも含まれている。ここではBarの上部で砕波が見られたものについて、その代表例を一様勾配の

第1表 実験条件

CASE	h_0 (cm)	T(sec)	H_0 (cm)	H_0/L_0 (%)	
A1-1	40.0	1.78	8.65	1.75	1/20
-2	◇	◇	6.88	1.39	◇
-3	◇	◇	5.51	1.11	◇
-4	◇	◇	2.95	0.60	◇
A2-1	◇	1.43	9.39	2.95	◇
-2	◇	◇	5.99	1.88	◇
-3	◇	◇	3.88	1.21	◇
A3-1	◇	1.00	8.66	5.55	◇
-2	◇	◇	5.13	3.29	◇
-3	◇	◇	3.63	2.33	◇
B1-1	◇	1.78	8.39	1.70	Bar
-2	◇	◇	7.08	1.43	◇
-3	◇	◇	5.51	1.11	◇
-4	◇	◇	3.00	0.61	◇
B2-1	◇	1.40	9.61	3.14	◇
-2	◇	◇	5.88	1.92	◇
-3	◇	◇	3.79	1.24	◇
B3-1	◇	1.00	9.24	5.92	◇
-2	◇	◇	7.96	5.10	◇
-3	◇	◇	5.94	3.81	◇
-4	◇	◇	3.71	2.38	◇
C1	35.0	1.78	2.61	0.53	◇
C2	◇	1.40	4.06	1.33	◇
C3-1	◇	1.00	5.41	3.47	◇
-2	◇	◇	3.35	2.15	◇

h_0 : 一定水深部の水深, T: 周期, H_0 : 沖波波高,
 L_0 : 沖波波長

実験と比較して報告する。

(1) 一様勾配(1/20)斜面

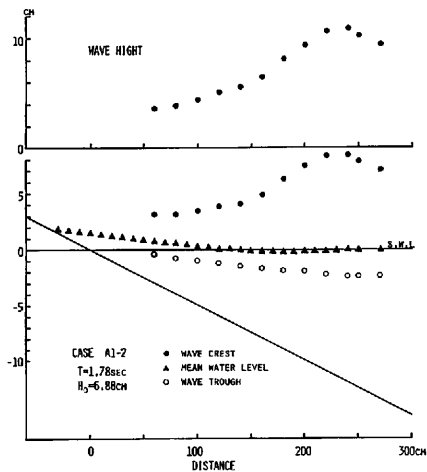
第4, 5図にCASE A1-2, A2-3の実験結果を示す。一様勾配の実験では、従来の研究と同様の傾向を示し、砕波後の平均水位はほぼ一様な勾配で上昇し wave set-up の現象が見られ、砕波以前では set-down している。また Bowen et al. (1968) も指摘しているように、水位の上昇開始点(平均水位勾配の変換点)は、波高が最大値をとる砕波点と一致せず、ほぼ砕波の突っ込み点に相当している。これは一様勾配の全ケースにわたって見られる。砕波後の波高変化はほぼ一様に減衰している。

(2) Bar が汀線より遠くにある場合

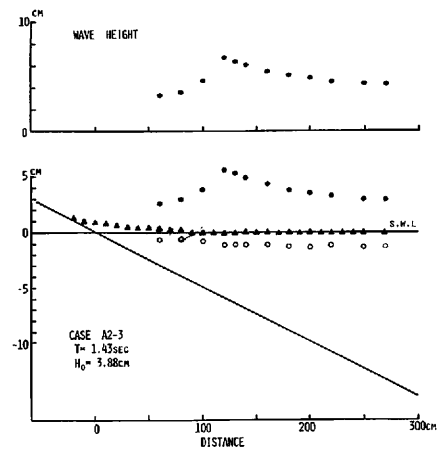
第2図に示す Bar の模型を汀線より約2mの所に設置したもので、Bar の頂部水深は約7cmである。第6, 7図にCASE B1-3, B3-3についてそれぞれの結果を示す。これらはいずれもBarの前斜面部上で砕波したものである。平均水位は、ほぼ一様斜面の実験と同様の傾向を示すが、Barの最上部で最も低下している。set-upの勾配の変換点はやや汀線寄りとなっている。砕波後の波高変化は、一様勾配に比べて、その減衰は小さく比較的ゆるやかな勾配となっている。これは水口ら(1978)の実験とも一致している。またその変化に不連続な部分を生じているのが特徴的である。

(3) Bar が汀線に近い場合

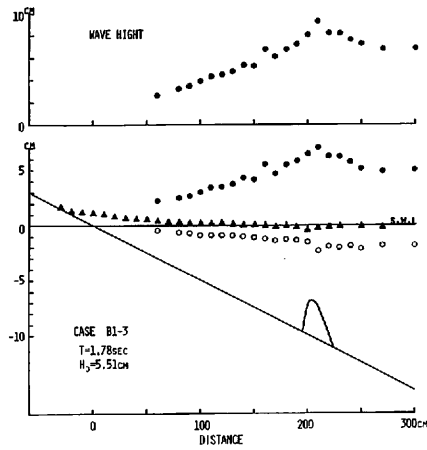
実験水槽の一定水深部での水深をCASE Bより5cm下げて行なったもので、Barは汀線より1m、頂部水深は約2cmである。第8, 9図にCASE C1, C3-1の結果を示す。このケースはいずれも定性的には同様の傾向を示しており、最大波高時に最大の set-down を示し、CASE A, Bとは様相を異にしている。砕波後の波高減衰は急激であり、それにともない平均水位は急激な上昇を示し、砕波点の前後に大きな水面勾配が生じている。その後波高は一定値を示し、平均水位もあまり変化しない。なお、砕波点付近のBarの上部には沖方向に強い流れを生じているのが観察



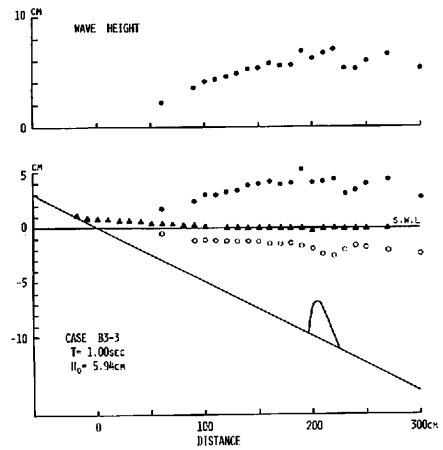
第4図 測定結果 (CASE A1-2)



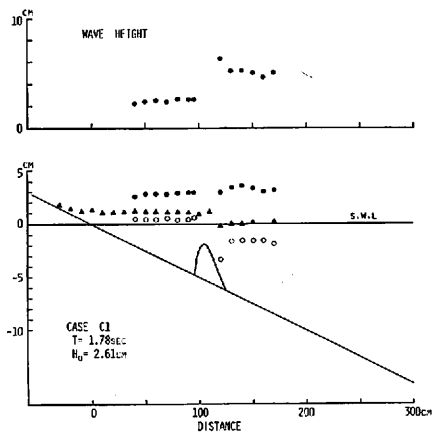
第5図 測定結果 (CASE A2-3)



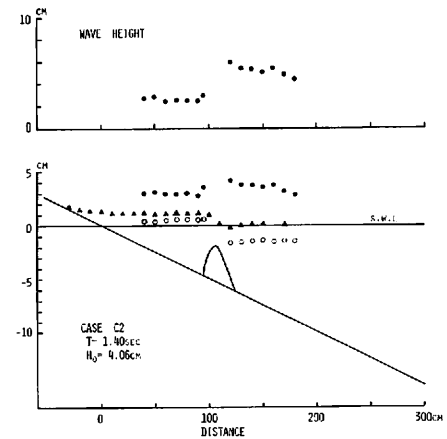
第6図 測定結果 (CASE B1-3)



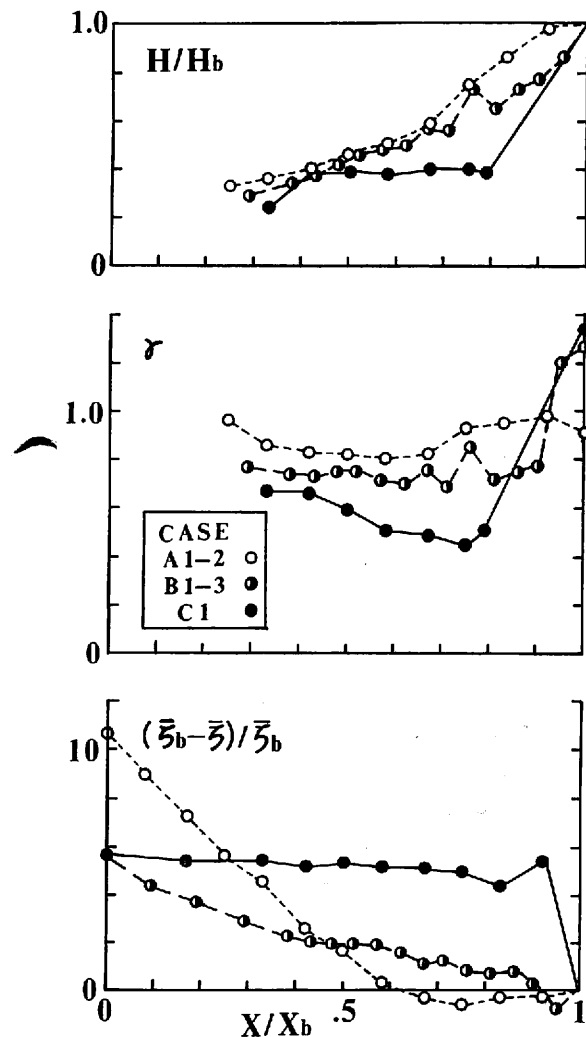
第7図 測定結果 (CASE B3-3)



第8図 測定結果 (CASE C1)



第9図 測定結果 (CASE C2)



第10図 砕波帯内での波高と水位の分布 [$\gamma = H/(h+\bar{z})$]

された。

以上定性的な事柄について述べたが、式(1)に示される水位の変化率と波高の変化率が反比例するという関係 (Radiation stress は式(2)に示すように波高の自乗の関数である) は、各実験ケースとも定性的には満足しており、波高の変化と水位の変化とは良く対応している。

第10図は、砕波帯内の波高と水位の変化をそれぞれ H/H_b , $\gamma = H/(h+\bar{z})$, $(\bar{z}_b - \bar{z})/\bar{z}_b$ の無次元量として表わしたもので、添字 b は砕波点での値

を示す。横軸 X/X_b は静水位汀線をゼロとした場合の無次元距離で X_b は砕波帯の幅、 $X/X_b=1$ が砕波点である。周期 $T=1.78\text{sec}$ の場合について CASE A, B, C について示してある。これによれば、波高の減衰は CASE A, B の場合にはほぼ一様に減衰し、CASE C の場合に急激な減衰とその後一定な値を示すことがわかる。また γ の値は、CASE A ではほぼ一定値を示し、CASE B は砕波直後に低下し、以後一定値をとる。このように γ の値が一定値をとるのは、孤立波による限界波高がほぼ $\gamma=0.8$ 前後の値であることより、CASE A, B の砕波後の波高変化は、砕波直後を除き水深の変化に応じた限界波高をとるものと考えられる。なお第10図に示す CASE A の γ は約 0.9, B の場合に 0.7~0.8 程度であり、水口ら (1978) の一様勾配で約 1.2 という値より小さい。これは他のケースではこれより大きな値をとる実験結果もあり、水深が一樣に変化する場合の γ の値が、周期や、波高により異なると考えられる。

一方 CASE C の場合は、砕波直後の波高減衰と、Bar の背後にある水深の増大部によって γ の値は約 0.4 程度と孤立波の限界よりもかなり小さな値をとり、以後水深の減少により増大し限界値に近づく傾向が見られる。これは CASE C の4ケースについて同様の結果が得られた。 $(\bar{z}_b - \bar{z})/\bar{z}_b$ は、砕波点での平均水位を基準とした増加率を示したもので、CASE A, B では水位が一旦低下しているのがわかる。C の場合には砕波直後に増加し、以後の変化は少ない。また、汀線では A の場合に砕波点での10倍、B, C では6倍程度と小さい値を示している。これは砕波点での平均水位の低下量が A の場合に小さいためである。

IV あとがき

Bar のある場合の平均水値の変化について、実験を行なった結果を報告した。定性的ではあるが Bar のある場合と無い場合とで平均水位の分布が異なること、特に Bar が汀線に近い場合には砕波点付近で急激な上昇を示すことがわかった。また、平均水位の分布はそこでの波高分布との対応

が良く、(1)式に示す基本式との矛盾はない。

本実験においては、Barの形状や設置位置と波浪条件の関係などについて十分に検討されておらず、実際の海浜との比較をするには致っていない。また、波高計の構造上、水深の浅い部分に使用できないために汀線付近の波高測定ができず、砕波帯全体の傾向を見ることができなかった。

以上、実験結果のみで最終的な結論を出すに致っていないが、結果として、砕波帯内の波高分布を知ることが重要となり、砕波という複雑な問題に、さらに地形の要素を取り入れた現象の解明が必要と考えられる。

なお本報告は佐々木が大学院での研究の一環として川又とともに行った実験をもとにまとめたものである。

謝 辞

本報告を作成するにあたり、貴重な御助言を賜った中央大学工学部土木学科 服部昌太郎教授、筑波大学地球科学系 砂村継夫助教授に心より感謝いたします。

文 献

- 川又良一 (1978) : 砕波帯内の二次元海浜変形, 筑波大学水理実験センター報告, 2, 9-15.
- 佐々木 巽 (1979) : 砂浜海岸の前浜帯における地形変化—茨城県鹿島海岸の場合—, 第26回海岸工学講演会論文集, 253-256.
- 佐々木民雄 (1979) : 発想的砕波帯四次元モデル, 土木学会第34回年次学術講演会概要集(Ⅱ), 553-554.
- 服部昌太郎・川又良一 (1978) : 砕波帯内の海浜変形過程, 第25回海岸工学講演会論文集, 218-222.
- 堀田新太郎・水口 優 (1978) : 砕波後の波の現地観測, 第25回海岸工学講演会論文集, 151-154.
- 水口 優・辻和岡男・堀川 清 (1978) : 砕波後の波高変化についての一考察, 第25回海岸工学講演会論文集, 155-159.
- Bowen, A. J., D. L. Inman and V. P. Simmons (1968) : Waue 'Set-Down' and 'Set-Up'. Jour. Geophys. Res., 73, (8), 2569-2577.
- Longuet-Higgins, M. S. and R. W. Stewart (1964) : Radiation stress in water waves, a physical discussion with application. Deep-Sea Res., 11, 529-563.
- Sonu, C. J. (1973) : Three dimensional beach changes. Jour. Geol., 81, 42-64.

付 表

CASE A1-1 $X_u=60\text{cm}$ $X_b=285\text{cm}$

測定結果一覧表

- X_b : 静水位汀線より砕波点までの距離
- X_u : 静水位汀線より波の遡上点までの距離
- X : 静水位汀線をゼロとした測定点までの距離 (沖方向に正)
- H : 波高
- h : 水深 (負は静水面上)
- η_+ : 静水面よりの波峰高
- η_- : 静水面よりの波谷高
- ζ : 静水面よりの平均水位高

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
285	14.25	12.75	9.75	-3.00	-
270	13.50	-	-	-	-0.15
250	12.50	10.88	8.25	-2.63	-0.15
240	12.00	-	-	-	-0.20
230	11.50	8.63	6.00	-2.63	-0.25
220	11.00	-	-	-	-0.15
201	10.50	7.32	5.01	-2.31	-0.10
200	10.00	-	-	-	0.00
160	9.50	7.44	5.40	-2.04	+0.05
180	9.00	-	-	-	+0.05
170	8.50	6.62	4.74	-1.88	+0.05
160	8.00	-	-	-	+0.15
150	7.50	5.78	4.11	-1.67	+0.20
140	7.00	-	-	-	+0.25
130	6.50	5.96	4.29	-1.67	+0.35
120	6.00	-	-	-	+0.40
110	5.50	4.80	3.33	-1.47	+0.45
100	5.00	-	-	-	+0.45
90	4.50	4.24	3.05	-1.19	+0.60
80	4.00	-	-	-	+0.80
70	3.50	3.68	-	-	+0.90
60	3.00	-	-	-	+1.00
50	2.50	-	-	-	+1.10
40	2.00	-	-	-	+1.20
30	1.50	-	-	-	+1.30
20	1.00	-	-	-	+1.40
10	0.50	-	-	-	+1.55
0	0.00	-	-	-	+1.65
-10	-0.50	-	-	-	+1.75
-20	-1.00	-	-	-	+1.90
-30	-1.50	-	-	-	+2.00

CASE A1-2 $X_u=51\text{cm}$ $X_b=240\text{cm}$

CASE A1-3 $X_u=44\text{cm}$ $X_b=180\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
270	13.50	9.43	7.05	-2.38	-0.10
250	12.50	10.22	7.82	-2.40	-0.10
240	12.00	10.80	8.36	-2.44	-0.05
230	11.50	-	-	-	-0.15
220	11.00	10.58	8.31	-2.27	-0.20
210	10.50	-	-	-	-0.20
200	10.00	9.32	7.35	-1.97	-0.20
190	9.50	-	-	-	-0.25
180	9.00	8.12	6.21	-1.91	-0.25
170	8.50	-	-	-	-0.20
160	8.00	6.43	4.76	-1.67	-0.20
150	7.50	-	-	-	-0.20
140	7.00	5.55	4.05	-1.50	-0.10
130	6.50	-	-	-	+0.05
120	6.00	5.01	3.75	-1.26	+0.10
110	5.50	-	-	-	+0.20
100	5.00	4.37	3.36	-1.01	+0.25
90	4.50	-	-	-	+0.40
80	4.00	3.92	3.10	-0.82	+0.55
70	3.50	-	-	-	+0.60
60	3.00	3.55	3.09	-0.46	+0.70
50	2.50	-	-	-	+0.90
40	2.00	-	-	-	+0.95
30	1.50	-	-	-	+1.10
20	1.00	-	-	-	+1.20
10	0.50	-	-	-	+1.30
0	0.00	-	-	-	+1.45
-10	-0.50	-	-	-	+1.55
-20	-1.00	-	-	-	+1.65
-30	-1.50	-	-	-	+1.75

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
270	13.50	6.81	4.95	-1.86	-0.15
250	12.50	6.81	4.93	-1.88	-0.10
240	12.00	6.95	5.19	-1.76	-0.10
230	11.50	-	-	-	-0.10
220	11.00	7.42	5.81	-1.61	-0.15
210	10.50	-	-	-	-0.20
200	10.00	7.82	6.02	-1.80	-0.15
190	9.50	-	-	-	-0.15
180	9.00	8.55	6.75	-1.80	-0.10
170	8.50	-	-	-	-0.05
160	8.00	8.54	6.83	-1.71	-0.15
150	7.50	-	-	-	-0.20
140	7.00	6.82	5.84	-1.48	-0.15
130	6.50	-	-	-	-0.05
120	6.00	5.67	4.28	-1.39	-0.15
110	5.50	-	-	-	+0.05
100	5.00	5.16	4.03	-1.13	+0.05
90	4.50	-	-	-	+0.20
80	4.00	3.92	2.99	-0.93	+0.25
70	3.50	-	-	-	+0.35
60	3.00	3.15	2.51	-0.64	+0.45
50	2.50	-	-	-	+0.55
40	2.00	-	-	-	+0.65
30	1.50	-	-	-	+0.85
20	1.00	-	-	-	+0.95
10	0.50	-	-	-	+1.05
0	0.00	-	-	-	+1.20
-10	-0.50	-	-	-	+1.40
-20	-1.00	-	-	-	+1.50

CASE A1-4 $X_u=32\text{cm}$ $X_b=120\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
270	13.50	—	—	—	-0.15
250	12.50	—	—	—	-0.10
240	12.00	3.52	2.53	-0.99	-0.15
230	11.50	—	—	—	-0.15
220	11.00	3.90	2.83	-1.07	-0.15
210	10.50	—	—	—	-0.15
200	10.00	4.23	3.08	-1.15	-0.20
190	9.50	—	—	—	-0.20
180	9.00	4.56	3.32	-1.24	-0.20
170	8.50	—	—	—	-0.10
160	8.00	4.73	3.64	-1.09	-0.15
150	7.50	—	—	—	-0.25
140	7.00	5.35	4.18	-1.17	-0.20
130	6.50	—	—	—	-0.20
120	6.00	6.17	4.95	-1.22	-0.20
110	5.50	—	—	—	-0.15
100	5.00	5.75	4.74	-1.01	-0.15
90	4.50	—	—	—	-0.15
80	4.00	3.53	2.71	-0.82	-0.10
70	3.50	—	—	—	+0.05
60	3.00	2.82	2.23	-0.59	+0.15
50	2.50	—	—	—	+0.20
40	2.00	—	—	—	+0.30
30	1.50	—	—	—	+0.40
20	1.00	—	—	—	+0.50
10	0.50	—	—	—	+0.50
0	0.00	—	—	—	+0.70
-10	-0.50	—	—	—	+0.90
-20	-1.00	—	—	—	+1.20

CASE A2-1 $X_u=49\text{cm}$ $X_b=230\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
270	13.50	11.10	8.08	-3.02	-0.29
250	12.50	11.59	8.72	-2.87	-0.12
240	12.00	—	—	—	-0.30
230	11.50	11.80	8.91	-2.89	-0.19
220	11.00	11.31	8.59	-2.72	-0.18
210	10.50	—	—	—	-0.17
200	10.00	9.92	7.39	-2.53	-0.12
190	9.50	—	—	—	-0.18
180	9.00	8.89	6.94	-1.95	-0.15
170	8.50	—	—	—	0.00
160	8.00	6.53	4.99	-1.54	+0.15
150	7.50	—	—	—	+0.30
140	7.00	6.00	4.93	-1.07	+0.45
130	6.50	—	—	—	+0.47
120	6.00	5.44	4.39	-1.05	+0.55
110	5.50	—	—	—	+0.62
100	5.00	4.63	4.09	-0.54	+0.80
90	4.50	—	—	—	+0.85
80	4.00	3.68	3.57	-0.11	+1.02
70	3.50	—	—	—	+1.14
60	3.00	3.02	3.09	+0.07	+1.25
50	2.50	—	—	—	+1.37
40	2.00	2.31	2.74	+0.43	+1.40
30	1.50	—	—	—	+1.45
20	1.00	—	—	—	+1.55
10	0.50	—	—	—	+1.60
0	0.00	—	—	—	+1.70
-10	-0.50	—	—	—	+1.75
-20	-1.00	—	—	—	+1.90
-30	-1.50	—	—	—	+2.05

CASE A2-2 $X_u=38\text{cm}$ $X_b=190\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
270	13.50	7.50	4.97	-2.53	-0.13
250	12.50	7.62	5.13	-2.49	-0.15
240	12.00	—	—	—	-0.17
230	11.50	—	—	—	-0.15
220	11.00	8.21	6.02	-2.19	-0.09
210	10.50	—	—	—	-0.10
200	10.00	8.69	6.66	-2.03	-0.10
190	9.50	9.06	6.98	-2.08	-0.15
180	9.00	8.61	6.73	-1.88	-0.15
170	8.50	—	—	—	-0.16
160	8.00	6.98	5.29	-1.69	-0.15
150	7.50	—	—	—	-0.17
140	7.00	5.53	3.98	-1.55	-0.15
130	6.50	—	—	—	-0.12
120	6.00	4.86	3.68	-1.18	-0.06
110	5.50	—	—	—	+0.10
100	5.00	4.41	3.43	-0.98	+0.24
90	4.50	—	—	—	+0.30
80	4.00	3.67	2.76	-0.91	+0.40
70	3.50	—	—	—	+0.55
60	3.00	3.08	2.32	-0.76	+0.60
50	2.50	—	—	—	+0.74
40	2.00	—	—	—	+0.84
30	1.50	—	—	—	+0.95
20	1.00	—	—	—	+1.00
10	0.50	—	—	—	+1.15
0	0.00	—	—	—	+1.25
-10	-0.50	—	—	—	+1.35
-20	-1.00	—	—	—	+1.43

CASE A2-3 $X_u=30\text{cm}$ $X_b=120\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
270	13.50	4.24	2.87	-1.37	-0.08
250	12.50	4.26	2.87	-1.39	-0.08
240	12.00	—	—	—	-0.06
230	11.50	—	—	—	-0.05
220	11.00	4.45	3.23	-1.22	-0.02
210	10.50	—	—	—	-0.03
200	10.00	4.82	3.47	-1.35	0.00
190	9.50	—	—	—	-0.05
180	9.00	5.06	3.75	-1.31	-0.08
170	8.50	—	—	—	-0.12
160	8.00	5.41	4.28	-1.13	-0.10
150	7.50	—	—	—	-0.13
140	7.00	6.02	4.84	-1.18	-0.13
130	6.50	6.35	5.21	-1.14	-0.15
120	6.00	6.64	5.48	-1.16	-0.12
110	5.50	—	—	—	-0.14
100	5.00	4.60	3.77	-0.83	-0.05
90	4.50	—	—	—	-0.03
80	4.00	3.54	2.89	-0.65	+0.08
70	3.50	—	—	—	+0.13
60	3.00	3.28	2.56	-0.72	+0.25
50	2.50	—	—	—	+0.32
40	2.00	—	—	—	+0.37
30	1.50	—	—	—	+0.45
20	1.00	—	—	—	+0.58
10	0.50	—	—	—	+0.73
0	0.00	—	—	—	+0.86
-10	-0.50	—	—	—	+0.97
-20	-1.00	—	—	—	+1.23

CASE A3-1 $X_u=33\text{cm}$ $X_b=250\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
300	15.00	8.78	6.36	-2.42	-
270	13.50	9.32	6.94	-2.38	-0.22
250	12.50	9.44	6.96	-2.48	-0.23
240	12.00	-	-	-	-0.16
230	11.50	-	-	-	-0.18
220	11.00	8.94	6.60	-2.34	-0.15
210	10.50	-	-	-	-0.16
200	10.00	7.90	5.91	-1.99	-0.16
190	9.50	-	-	-	-0.16
180	9.00	6.75	4.95	-1.80	-0.14
170	8.50	-	-	-	-0.08
160	8.00	5.85	4.26	-1.59	-0.04
150	7.50	-	-	-	-0.03
140	7.00	4.58	3.36	-1.22	+0.10
130	6.50	-	-	-	+0.22
120	6.00	4.34	3.28	-1.06	+0.36
110	5.50	-	-	-	+0.45
100	5.00	3.57	2.93	-0.64	+0.60
90	4.50	-	-	-	+0.72
80	4.00	3.02	2.82	-0.20	+0.78
70	3.50	-	-	-	+0.84
60	3.00	2.16	2.13	-0.03	+0.90
50	2.50	-	-	-	+0.94
40	2.00	1.94	2.13	+0.19	+0.96
30	1.50	-	-	-	+0.96
20	1.00	-	-	-	+1.05
10	0.50	-	-	-	+1.20
0	0.00	-	-	-	+1.30
-10	-0.50	-	-	-	+1.36
-20	-1.00	-	-	-	+1.50
-30	-1.50	-	-	-	+1.62

CASE A3-2 $X_u=28\text{cm}$ $X_b=140\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
270	13.50	5.25	3.56	-1.69	-0.10
250	12.50	5.44	3.66	-1.78	-0.14
240	12.00	-	-	-	-0.08
230	11.50	-	-	-	-0.15
220	11.00	5.16	3.47	-1.69	-0.08
210	10.50	-	-	-	-0.04
200	10.00	5.46	3.75	-1.71	-0.03
190	9.50	-	-	-	-0.08
180	9.00	5.44	3.94	-1.50	-0.12
170	8.50	-	-	-	-0.08
160	8.00	5.82	4.27	-1.55	-0.10
150	7.50	-	-	-	-0.14
140	7.00	6.31	4.90	-1.41	-0.14
130	6.50	-	-	-	-0.16
120	6.00	5.80	4.41	-1.39	-0.12
110	5.50	-	-	-	-0.16
100	5.00	5.59	3.68	-1.88	-0.06
90	4.50	-	-	-	-0.03
80	4.00	3.68	2.84	-0.84	+0.13
70	3.50	-	-	-	+0.27
60	3.00	2.59	2.00	-0.59	+0.42
50	2.50	-	-	-	+0.52
40	2.00	-	-	-	+0.62
30	1.50	-	-	-	+0.70
20	1.00	-	-	-	+0.77
10	0.50	-	-	-	+0.82
0	0.00	-	-	-	+0.92
-10	-0.50	-	-	-	+0.67
-20	-1.00	-	-	-	+1.12

CASE B1-1 $X_u=57\text{cm}$ $X_b=250\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
300	15.00	11.71	9.05	-2.66	-
280	14.00	11.52	8.89	-2.63	-
270	13.50	-	-	-	-0.20
260	13.00	12.18	9.23	-2.95	-
250	12.50	12.30	9.53	-2.77	-0.14
240	12.00	10.55	8.17	-2.38	-
230	11.50	8.72	6.43	-2.29	-0.18
220	9.92	9.64	7.32	-2.32	-0.18
210	7.55	9.86	7.15	-2.71	-0.32
200	7.00	7.77	5.71	-2.06	-0.30
190	9.50	6.23	4.67	-1.56	+0.02
180	9.00	7.92	6.38	-1.54	+0.20
170	8.50	6.68	5.25	-1.43	+0.28
160	8.00	6.20	4.85	-1.35	+0.34
150	7.50	6.05	4.72	-1.33	+0.34
140	7.00	6.05	4.88	-1.17	+0.40
130	6.50	5.46	4.36	-1.10	+0.40
120	6.00	5.25	4.18	-1.07	+0.40
110	5.50	4.92	3.88	-1.04	+0.48
100	5.00	4.62	3.60	-1.02	+0.48
90	4.50	4.37	3.56	-0.81	+0.58
80	4.00	4.04	2.94	-1.10	+0.74
70	3.50	-	-	-	+0.88
60	3.00	3.00	2.65	-0.35	+0.94
50	2.50	-	-	-	+1.02
40	2.00	-	-	-	+1.10
30	1.50	-	-	-	+1.16
20	1.00	-	-	-	+1.18
10	0.50	-	-	-	+1.40
0	0.00	-	-	-	+1.48
-10	-0.50	-	-	-	+1.54
-20	-1.00	-	-	-	+1.72
-30	-1.50	-	-	-	+1.82

CASE A3-3 $X_u=22\text{cm}$ $X_b=100\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
270	13.50	3.59	2.32	-1.27	-0.12
250	12.50	3.23	1.92	-1.31	-0.15
240	12.00	-	-	-	-0.14
230	11.50	-	-	-	-0.14
220	11.00	3.37	2.20	-1.17	-0.06
210	10.50	-	-	-	-0.02
200	10.00	3.57	2.44	-1.13	0.00
190	9.50	-	-	-	-0.08
180	9.00	3.65	2.50	-1.15	-0.13
170	8.50	-	-	-	-0.02
160	8.00	3.94	2.77	-1.17	-0.05
150	7.50	-	-	-	-0.12
140	7.00	4.00	2.95	-1.05	-0.12
130	6.50	-	-	-	-0.18
120	6.00	4.22	3.20	-1.02	-0.20
110	5.50	-	-	-	-0.18
100	5.00	4.72	3.70	-1.02	-0.12
90	4.50	-	-	-	-0.12
80	4.00	4.31	3.27	-1.04	-0.08
70	3.50	-	-	-	-0.06
60	3.00	2.87	2.02	-0.85	+0.04
50	2.50	-	-	-	+0.25
40	2.00	-	-	-	+0.32
30	1.50	-	-	-	+0.42
20	1.00	-	-	-	+0.52
10	0.50	-	-	-	+0.68
0	0.00	-	-	-	+0.74

CASE B1-2 $X_u=54\text{cm}$ $X_b=120\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	γ_+ (cm)	γ_- (cm)	ζ (cm)
300	15.00	9.27	6.83	-2.44	-
280	14.00	8.77	6.46	-2.31	-
270	13.50	-	-	-	-0.20
260	13.00	10.04	7.21	-2.83	-
250	12.50	-	-	-	-0.16
240	12.00	10.80	8.17	-2.63	-
230	11.50	10.59	8.13	-2.46	-0.20
220	9.92	10.61	8.05	-2.56	-0.14
210	7.55	11.45	8.60	-2.85	-0.34
200	7.00	10.07	7.92	-2.15	-0.44
190	9.50	8.90	7.20	-1.70	-0.12
180	9.00	7.18	5.55	-1.63	-0.10
170	8.50	7.30	5.86	-1.44	-0.08
160	8.00	7.37	6.03	-1.34	+0.10
150	7.50	5.42	4.05	-1.37	+0.02
140	7.00	5.60	4.25	-1.35	+0.08
130	6.50	5.55	4.23	-1.32	+0.18
120	6.00	5.63	4.38	-1.25	+0.20
110	5.50	5.27	4.02	-1.25	+0.28
100	5.00	5.19	3.96	-1.23	+0.28
90	4.50	4.53	3.41	-1.12	+0.32
80	4.00	4.19	2.81	-1.38	+0.40
70	3.50	-	-	-	+0.56
60	3.00	3.22	2.47	-0.75	+0.64
50	2.50	-	-	-	+0.74
40	2.00	-	-	-	+0.84
30	1.50	-	-	-	+0.96
20	1.00	-	-	-	+1.00
10	0.50	-	-	-	+1.16
0	0.00	-	-	-	+1.32
-10	-0.50	-	-	-	+1.38
-20	-1.00	-	-	-	+1.54
-30	-1.50	-	-	-	+1.66

CASE B1-3 $X_u=40\text{cm}$ $X_b=210\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	γ_+ (cm)	γ_- (cm)	ζ (cm)
300	15.00	6.81	4.99	-1.82	-
270	13.50	6.69	4.88	-1.81	-0.14
250	12.50	7.19	5.08	-2.11	-0.14
240	12.00	7.55	5.70	-1.85	-
230	11.50	8.12	6.14	-1.98	-0.12
220	9.92	8.12	6.23	-1.89	-0.14
210	7.55	9.25	6.98	-2.27	-0.24
200	7.00	7.95	6.41	-1.54	-0.42
190	9.50	7.16	5.82	-1.34	-0.18
180	9.00	6.73	5.46	-1.27	-0.06
170	8.50	6.03	4.65	-1.38	-0.08
160	8.00	6.74	5.52	-1.22	-0.04
150	7.50	5.18	4.10	-1.08	+0.06
140	7.00	5.32	4.33	-0.99	+0.02
130	6.50	4.66	3.73	-0.93	+0.14
120	6.00	4.42	3.52	-0.90	+0.22
110	5.50	4.30	3.38	-0.92	+0.22
100	5.00	3.91	3.02	-0.89	+0.22
90	4.50	3.46	2.72	-0.74	+0.24
80	4.00	3.17	2.54	-0.63	+0.30
70	3.50	-	-	-	+0.38
60	3.00	2.65	2.21	-0.44	+0.46
50	2.50	-	-	-	+0.62
40	2.00	-	-	-	+0.64
30	1.50	-	-	-	+0.74
20	1.00	-	-	-	+0.82
10	0.50	-	-	-	+0.98
0	0.00	-	-	-	+1.12
-10	-0.50	-	-	-	+1.26
-20	-1.00	-	-	-	+1.12
-30	-1.50	-	-	-	+1.68

CASE B2-1 $X_u=50\text{cm}$ $X_b=230\text{cm}$ CASE B1-4 $X_u=28\text{cm}$ $X_b=210\text{cm}$ $X_b^*=150\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	γ_+ (cm)	γ_- (cm)	ζ (cm)
300	15.00	3.58	2.48	-1.10	-
280	14.00	1.91	1.06	-0.85	-
270	13.50	-	-	-	-0.06
260	13.00	3.58	2.37	-1.21	-
250	12.50	-	-	-	-0.06
240	12.00	3.81	2.50	-1.31	-
230	11.50	3.88	2.68	-1.20	-0.02
220	9.92	4.27	3.02	-1.25	-0.02
210	7.55	4.40	3.12	-1.28	-0.08
200	7.00	4.19	2.99	-1.20	-0.18
190	9.50	4.41	3.40	-1.01	-0.08
180	9.00	4.71	3.71	-1.00	-0.04
170	8.50	4.79	3.75	-1.04	-0.02
160	8.00	4.90	3.92	-0.98	0.00
150	7.50	4.92	3.94	-0.98	-0.02
140	7.00	4.90	3.94	-0.96	-0.08
130	6.50	4.84	3.91	-0.93	-0.06
120	6.00	4.63	3.71	-0.92	-0.02
110	5.50	4.65	3.72	-0.93	-0.06
100	5.00	3.97	3.14	-0.83	-0.04
90	4.50	3.42	2.66	-0.76	-0.02
80	4.00	3.01	2.35	-0.66	0.00
70	3.50	-	-	-	+0.06
60	3.00	-	-	-	+0.12
50	2.50	-	-	-	+0.30
40	2.00	-	-	-	+0.30
30	1.50	-	-	-	+0.40
20	1.00	-	-	-	+0.46
10	0.50	-	-	-	+0.54
0	0.00	-	-	-	+0.60
-10	-0.50	-	-	-	+0.78
-20	-1.00	-	-	-	+1.00

X(cm)	h(cm)	H(cm)	γ_+ (cm)	γ_- (cm)	ζ (cm)
300	15.00	11.88	8.73	-3.15	-
280	14.00	11.24	8.73	-2.51	-
270	13.50	11.25	8.72	-2.53	-0.26
260	13.00	10.78	8.33	-2.45	-
250	12.50	11.16	8.45	-2.71	-0.22
240	12.00	12.02	9.00	-3.02	-
230	11.50	12.73	9.74	-2.99	-0.16
220	9.92	11.36	8.56	-2.80	-0.22
210	7.55	11.13	7.68	-3.45	-0.52
200	7.00	8.29	6.33	-1.96	-0.48
190	9.50	5.97	4.56	-1.41	-0.04
180	9.00	7.40	6.07	-1.33	+0.26
170	8.50	6.26	4.93	-1.33	+0.46
160	8.00	5.26	4.07	-1.19	+0.46
150	7.50	5.62	4.57	-1.05	+0.46
140	7.00	5.43	4.41	-1.02	+0.62
130	6.50	4.88	4.11	-0.77	+0.68
120	6.00	4.80	4.08	-0.72	+0.68
110	5.50	4.35	3.81	-0.54	+0.82
100	5.00	3.95	3.49	-0.46	+0.82
90	4.50	3.89	3.53	-0.36	+0.86
80	4.00	3.69	3.24	-0.40	+1.02
70	3.50	-	-	-	+1.12
60	3.00	2.96	2.93	-0.03	+1.14
50	2.50	-	-	-	+1.22
40	2.00	-	-	-	+1.28
30	1.50	-	-	-	+1.34
20	1.00	-	-	-	+1.36
10	0.50	-	-	-	+1.48
0	0.00	-	-	-	+1.56
-10	-0.50	-	-	-	+1.62
-20	-1.00	-	-	-	+1.72
-30	-1.50	-	-	-	+1.86

CASE B2-2 $X_u=36\text{cm}$ $X_b=210\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
300	15.00	7.29	4.90	-2.39	-
280	14.00	6.65	4.58	-2.07	-
270	13.50	-	-	-	-0.18
260	13.00	6.11	4.28	-1.83	-
250	12.50	-	-	-	-0.14
240	12.00	7.16	4.76	-2.40	-
230	11.50	7.39	5.00	-2.39	-0.12
220	9.92	8.05	5.70	-2.35	-0.08
210	7.55	8.15	5.67	-2.48	-0.28
200	7.00	7.79	5.73	-2.06	-0.36
190	9.50	7.22	5.64	-1.58	-0.10
180	9.00	6.56	4.99	-1.57	-0.06
170	8.50	-	-	-	-0.06
160	8.00	6.15	4.69	-1.46	+0.08
150	7.50	-	-	-	0.00
140	7.00	5.29	4.08	-1.21	+0.08
130	6.50	-	-	-	+0.12
120	6.00	4.61	3.60	-1.01	+0.12
110	5.50	-	-	-	+0.20
100	5.00	3.84	3.10	-0.74	+0.22
90	4.50	-	-	-	+0.26
80	4.00	3.27	2.64	-0.63	+0.36
70	3.50	-	-	-	+0.46
60	3.00	2.70	2.41	-0.29	+0.50
50	2.50	-	-	-	+0.56
40	2.00	-	-	-	+0.64
30	1.50	-	-	-	+0.70
20	1.00	-	-	-	+0.80
10	0.50	-	-	-	+0.94
0	0.00	-	-	-	+0.96
-10	-0.50	-	-	-	+1.06
-20	-1.00	-	-	-	+1.16

CASE B2-3 $X_u=30\text{cm}$ $X_b=190\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
300	15.00	4.87	3.18	-1.69	-
280	14.00	4.68	3.20	-1.48	-
270	13.50	-	-	-	-0.12
260	13.00	3.88	2.71	-1.17	-
250	12.50	-	-	-	-0.04
240	12.00	4.88	3.18	-1.70	-
230	11.50	5.21	3.37	-1.84	-0.10
220	9.92	5.32	3.67	-1.65	0.00
210	7.55	5.37	3.66	-1.71	-0.12
200	7.00	5.16	3.53	-1.63	-0.24
190	9.50	5.27	3.88	-1.39	-0.02
180	9.00	5.24	3.93	-1.31	-0.04
170	8.50	5.26	3.88	-1.38	-0.06
160	8.00	5.25	3.96	-1.29	0.00
150	7.50	4.93	3.64	-1.29	-0.10
140	7.00	4.94	3.63	-1.31	-0.06
130	6.50	4.84	3.58	-1.26	-0.04
120	6.00	4.63	3.54	-1.09	-0.04
110	5.50	4.14	3.18	-0.96	0.00
100	5.00	3.48	2.68	-0.80	0.00
90	4.50	3.23	2.61	-0.62	+0.04
80	4.00	2.91	2.25	-0.66	+0.10
70	3.50	-	-	-	+0.24
60	3.00	2.28	1.80	-0.48	+0.30
50	2.50	-	-	-	+0.28
40	2.00	-	-	-	+0.36
30	1.50	-	-	-	+0.44
20	1.00	-	-	-	+0.46
10	0.50	-	-	-	+0.62
0	0.00	-	-	-	+0.72
-10	-0.50	-	-	-	+0.80
-20	-1.00	-	-	-	+1.00

CASE B3-1 $X_u=33\text{cm}$ $X_b=210\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
300	15.00	7.78	5.34	-2.44	-
270	13.50	8.66	6.02	-2.64	-0.22
250	12.50	-	-	-	-0.28
240	12.00	-	-	-	-0.30
230	11.50	8.17	6.21	-1.96	-0.28
220	9.92	8.91	6.19	-2.72	-0.34
210	7.55	9.46	6.62	-2.84	-0.42
200	7.00	7.32	5.19	-2.13	-0.44
190	9.50	6.04	4.11	-1.93	-0.16
180	9.00	6.93	4.28	-2.65	-0.16
170	8.50	5.94	4.25	-1.69	+0.20
160	8.00	4.23	2.63	-1.60	+0.18
150	7.50	4.69	3.17	-1.52	+0.22
140	7.00	4.69	3.08	-1.61	+0.36
130	6.50	4.58	3.21	-1.37	+0.46
120	6.00	4.52	3.22	-1.30	+0.42
110	5.50	4.21	3.06	-1.15	-
100	5.00	3.91	2.78	-1.13	+0.56
90	4.50	3.30	2.51	-0.79	+0.60
80	4.00	-	-	-	+0.64
70	3.50	-	-	-	+0.70
60	3.00	2.10	2.03	-0.07	+0.72
50	2.50	-	-	-	+0.78
40	2.00	-	-	-	+0.88
30	1.50	-	-	-	+0.94
20	1.00	-	-	-	+1.00
10	0.50	-	-	-	+1.04
0	0.00	-	-	-	+1.06
-10	-0.50	-	-	-	+1.16
-20	-1.00	-	-	-	+1.26

CASE B3-2 $X_u=29\text{cm}$ $X_b=210\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	$\eta_+(cm)$	$\eta_-(cm)$	$\zeta(cm)$
300	15.00	6.27	4.13	-2.14	-
270	13.50	7.72	5.17	-2.55	-0.12
250	12.50	7.12	5.09	-2.03	-0.20
240	12.00	-	-	-	-0.22
230	11.50	7.49	5.20	-2.29	-0.18
220	9.92	8.46	5.95	-2.51	-0.18
210	7.55	8.70	5.98	-2.72	-0.32
200	7.00	7.37	5.51	-1.86	-0.38
190	9.50	5.93	4.22	-1.71	-0.02
180	9.00	-	-	-	-0.10
170	8.50	5.93	4.48	-1.45	+0.12
160	8.00	-	-	-	+0.14
150	7.50	4.67	3.30	-1.37	+0.12
140	7.00	-	-	-	+0.24
130	6.50	4.01	2.88	-1.13	+0.38
120	6.00	-	-	-	+0.36
110	5.50	3.50	2.62	-0.88	-
100	5.00	-	-	-	+0.46
90	4.50	2.71	2.09	-0.62	+0.52
80	4.00	-	-	-	+0.54
70	3.50	-	-	-	+0.68
60	3.00	2.12	2.06	-0.06	+0.66
50	2.50	-	-	-	+0.72
40	2.00	-	-	-	+0.80
30	1.50	-	-	-	+0.88
20	1.00	-	-	-	+0.92
10	0.50	-	-	-	+0.96
0	0.00	-	-	-	+1.00
-10	-0.50	-	-	-	+1.06
-20	-1.00	-	-	-	+1.12

CASE B3-3 $X_u=23\text{cm}$ $X_b=220\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
300	15.00	5.20	2.63	-2.57	-
270	13.50	6.47	4.29	-2.18	-0.02
250	12.50	5.87	3.92	-1.95	-0.08
240	12.00	5.17	3.39	-1.78	-0.12
230	11.50	5.20	3.04	-2.16	-0.10
220	9.92	6.95	4.32	-2.63	-0.12
210	7.55	6.66	4.16	-2.50	-0.16
200	7.00	6.14	4.04	-2.10	-0.30
190	9.50	6.85	5.21	-1.64	-0.02
180	9.00	5.41	3.99	-1.42	0.00
170	8.50	5.48	3.89	-1.59	-0.02
160	8.00	5.68	4.18	-1.50	-0.04
150	7.50	5.27	3.91	-1.36	-0.08
140	7.00	5.20	3.84	-1.36	-0.04
130	6.50	4.72	3.34	-1.38	+0.06
120	6.00	4.46	3.15	-1.31	+0.06
110	5.50	4.23	2.98	-1.25	-
100	5.00	4.09	2.92	-1.17	+0.12
90	4.50	3.56	2.38	-1.18	+0.20
80	4.00	-	-	-	+0.20
70	3.50	-	-	-	+0.32
60	3.00	2.19	1.70	-0.49	+0.28
50	2.50	-	-	-	+0.38
40	2.00	-	-	-	+0.50
30	1.50	-	-	-	+0.58
20	1.00	-	-	-	+0.64
10	0.50	-	-	-	+0.68
0	0.00	-	-	-	+0.72
-10	-0.50	-	-	-	+0.82
-20	-1.00	-	-	-	+0.98

CASE B3-4 $X_u=21\text{cm}$ $X_b=75\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
300	15.00	3.10	1.41	-1.69	-
270	13.50	3.88	2.11	-1.77	+0.02
250	12.50	3.35	1.70	-1.65	-0.08
240	12.00	-	-	-	-0.06
230	11.50	3.04	1.61	-1.43	-0.08
220	9.92	4.00	2.15	-1.85	-0.04
210	7.55	3.51	1.83	-1.68	-0.12
200	7.00	3.48	1.85	-1.63	-0.14
190	9.50	4.13	2.66	-1.47	-0.04
180	9.00	4.58	3.09	-1.49	-0.06
170	8.50	4.23	2.78	-1.45	-0.02
160	8.00	4.38	2.94	-1.44	-0.02
150	7.50	3.95	2.65	-1.30	-0.04
140	7.00	4.33	2.99	-1.34	-0.04
130	6.50	4.53	3.16	-1.37	0.00
120	6.00	4.47	3.06	-1.41	-0.10
110	5.50	4.27	2.81	-1.46	-
100	5.00	4.06	2.59	-1.47	-0.10
90	4.50	4.24	2.75	-1.49	-0.06
80	4.00	-	-	-	-0.12
70	3.50	-	-	-	-0.06
60	3.00	3.31	2.11	-1.20	-0.06
50	2.50	-	-	-	+0.12
40	2.00	-	-	-	+0.26
30	1.50	-	-	-	+0.42
20	1.00	-	-	-	+0.50
10	0.50	-	-	-	+0.58
0	0.00	-	-	-	+0.66
-10	-0.05	-	-	-	+0.76

CASE C1 $X_u=41\text{cm}$ $X_b=120\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
170	8.50	4.96	3.08	-1.88	+0.02
160	8.00	4.56	2.98	-1.58	-
150	7.50	4.92	3.27	-1.65	+0.02
140	7.00	5.09	3.47	-1.62	0.00
130	6.50	5.03	3.35	-1.68	-0.08
120	4.92	6.24	2.84	-3.40	-0.26
110	2.55	-	-	-	+1.16
100	2.00	-	-	-	+0.88
95	4.75	2.43	2.84	+0.41	-
90	4.50	2.50	2.89	+0.39	+1.04
80	4.00	2.47	2.84	+0.38	+1.08
70	3.50	2.34	2.75	+0.41	+1.08
60	3.00	2.45	2.81	+0.36	+1.14
50	2.50	2.38	2.75	+0.37	+1.10
40	2.00	2.11	2.52	+0.41	+1.16
30	1.50	-	-	-	+1.16
20	1.00	-	-	-	+1.16
10	0.50	-	-	-	+1.14
0	0.00	-	-	-	+1.22
-10	-0.50	-	-	-	+1.14
-20	-1.00	-	-	-	+1.38
-30	-1.50	-	-	-	+1.66

CASE C2 $X_u=40\text{cm}$ $X_b=120\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	η_+ (cm)	η_- (cm)	ζ (cm)
180	9.00	4.37	2.82	-1.55	-
170	8.50	4.69	3.18	-1.51	+0.02
160	8.00	5.29	3.70	-1.59	-
150	7.50	4.93	3.46	-1.47	+0.02
140	7.00	5.20	3.71	-1.49	+0.02
130	6.50	5.30	3.77	-1.53	-0.06
120	4.92	5.82	4.19	-1.63	-0.22
110	2.55	-	-	-	+0.08
100	2.00	-	-	-	+0.86
95	4.75	2.88	3.43	+0.55	-
90	4.50	2.28	2.73	+0.45	+1.06
80	4.00	2.42	2.88	+0.46	+1.12
70	3.50	2.43	2.88	+0.45	+1.08
60	3.00	2.40	2.87	+0.47	+1.12
50	2.50	2.69	3.05	+0.36	+1.12
40	2.00	2.60	2.95	+0.35	+1.20
30	1.50	-	-	-	+1.16
20	1.00	-	-	-	+1.12
10	0.50	-	-	-	+1.14
0	0.00	-	-	-	+1.28
-10	-0.50	-	-	-	+1.36
-20	-1.00	-	-	-	+1.44
-30	-1.50	-	-	-	+1.68

CASE C3-1 $X_u=35\text{cm}$ $X_b=120\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	γ_+ (cm)	γ_- (cm)	ζ (cm)
180	9.00	3.92	3.00	-0.92	-
170	8.50	4.03	2.96	-1.07	0.00
160	8.00	4.18	3.02	-1.16	-
150	7.50	4.23	3.44	-0.97	+0.04
140	7.00	4.40	3.64	-0.76	0.00
130	6.50	3.98	3.21	-0.77	-0.08
120	4.92	5.02	3.66	-1.36	-0.32
110	2.55	-	-	-	+0.26
100	2.00	-	-	-	+1.02
95	4.75	1.90	2.39	+0.49	-
90	4.50	2.13	2.54	+0.41	+1.16
80	4.00	2.37	2.82	+0.45	+1.18
70	3.50	2.13	2.73	+0.60	+1.20
60	3.00	1.93	2.61	+0.68	+1.28
50	2.50	1.82	2.50	+0.68	+1.26
40	2.00	1.83	2.50	+0.67	+1.36
30	1.50	-	-	-	+1.32
20	1.00	-	-	-	+1.30
10	0.50	-	-	-	+1.30
0	0.00	-	-	-	+1.38
-10	-0.50	-	-	-	+1.40
-20	-1.00	-	-	-	+1.48
-30	-1.50	-	-	-	+1.58

CASE C3-2 $X_u=27\text{cm}$ $X_b=120\text{cm}$

X(cm)	h(cm)	H(cm)	γ_+ (cm)	γ_- (cm)	ζ (cm)
180	9.00	2.72	1.38	-1.34	-
170	8.50	2.52	1.24	-1.28	+0.02
160	8.00	2.82	1.32	-1.50	-
150	7.50	3.12	1.41	-1.71	+0.04
140	7.00	3.15	1.55	-1.60	+0.04
130	6.50	2.64	1.15	-1.49	0.00
120	4.92	3.24	1.36	-1.88	-0.16
110	2.55	-	-	-	+0.20
100	2.00	-	-	-	+0.72
95	4.75	1.80	1.82	+0.02	-
90	4.50	1.72	1.71	-0.01	+0.78
80	4.00	1.74	1.73	-0.01	+0.86
70	3.50	1.65	1.61	-0.04	+0.82
60	3.00	1.56	1.64	+0.08	+0.90
50	2.50	1.63	1.72	+0.09	+0.82
40	2.00	1.58	1.77	+0.19	+0.92
30	1.50	-	-	-	+0.90
20	1.00	-	-	-	+0.84
10	0.50	-	-	-	+0.82
0	0.00	-	-	-	+0.94
-10	-0.50	-	-	-	+0.98
-20	-1.00	-	-	-	+1.14