東北工業大学 学生員 ○斎藤 裕平東北工業大学 正 員 高橋 敏彦

# 1. はじめに

現在、波の打ち上げ高さの算定法には中村らによる改良仮想勾配法<sup>1</sup>が広く用いられている。しかし、改良 仮想勾配法は規則波を対象としている。不規則波の波の打ち上げ高さの算定法として玉田ら<sup>20</sup>の報告がある。 しかし、この算定法は法先水深波高比が比較的狭い範囲の適用範囲となっている。法先水深が波の打ち上げ高 さに大きく影響することはよく知られている。著者らは、法先水深に着目した波の打ち上げ高さを検討<sup>30</sup>して おり、これらのデータを用いて不規則波の代表打ち上げ高さの算定式を提案することを試みた。

#### 2. 実験条件及び実験方法<sup>4)</sup>

実験水路は、長さ20.0m、幅0.6m、高さ0.7mの両面ガラス張りの造波水路を使用した。実験水路には、合板による1/20の海底勾配を作成し、その上に1/3勾配の模型堤体を設置した。実験は一様部水深h=24.40~44.00cm、有義波周期T<sub>1/3</sub>=1.34sec、有義波高H<sub>1/3</sub>=1.0~10cm、相対水深h<sub>i</sub>(法先水深)/L<sub>0</sub>=-0.02~0.05 迄

の 0.01 刻みに 8 ケースである。波の打ち上げ高さは、目視観測を 主として、ビデオカメラ観測を副とし、波が最も高く打ち上がった 部分を読み取った。遡上波は 1~120 波目を読み取り、11~110 波目 の値を用いて解析を行った。実験値は、同じ条件で 3 回ずつ実験を 行いその平均値を用いている。表-1 に実験条件を示す。

表-1 実験条件

実験No.		T <sub>1/3</sub> (sec)	H <sub>1/3</sub> (cm)	h <sub>i</sub> (cm)	h <sub>i</sub> /L <sub>0</sub>	h(cm)
	A-1			-5.60	-0.02	24.40
	A-2			-2.80	-0.01	27.20
	A-3		1.0	0.00	0.00	30.00
1/2 右 配	A-4	1.24	~	2.80	0.01	32.80
1/34/86	A-5	1.54	10.0	5.60	0.02	35.60
	A-6		10.0	8.40	0.03	38.40
	A-7			11.20	0.04	41.20
	A-8			14.00	0.05	44.00

表-3 算定式

### 3. 検討結果及び考察

## 3-1. 不規則波の代表打ち上げ高算定法

玉田らによると、法先水深波高比 h<sub>i</sub>/H<sub>0</sub>=-0.37~0.53 の範囲において、不規則波による代表打ち上げ高さ (R<sub>2%</sub>/H<sub>0</sub>,R<sub>1/10</sub>/H<sub>0</sub>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub>)と surf similarity parameter ξ {=tanβ/ (H<sub>0</sub><sup>-</sup>/L<sub>0</sub>)<sup>1/2</sup>,ここに tanβ は改良仮想勾配法による仮想 勾配}の関係は法面勾配、海底勾配等の異なる結果が混在しているにも関わらず、surf similarity parameter に対 して代表打ち上げ高さをうまく整理することができると報告している。そこで本研究では、相対水深 h<sub>i</sub>/L<sub>0</sub> =-0.02~0.05 及び波形勾配 H<sub>0</sub><sup>-</sup>/L<sub>0</sub>=0.004~0.035、h<sub>i</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>=-3.60~10.0 の広範囲において、本実験による不規則波の代 表打ち上げ高さ(R<sub>2%</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/10</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>mean</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>)とξとの関係を検討した。図-1~3 は、ξと各代表打ち上げ高 さ(R<sub>2%</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/10</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>mean</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>)とξとの関係を検討した。図-1~3 は、ξと各代表打ち上げ高 さ(R<sub>2%</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/10</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>mean</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>)とξとの関係を検討した。図-1~3 は、ξと各代表打ち上げ高 さ(R<sub>2%</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/10</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>mean</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>)とξとの関係を検討した。図-1~3 は、ξと各代表打ち上げ高 さ(R<sub>2%</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/10</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>,R<sub>mean</sub>/H<sub>0</sub><sup>-</sup>)とξ 表打ち上げ高さの算定曲線である。比較のため、玉田による実験曲線を併せて示している。各図とも本実験結 果に幾分ばらつきは見られるが、玉田による算定曲線とほぼ同様の傾向を示すことが認められた。ただし波の 代表打ち上げ高さは、玉田らは入射波数、本研究は遡上波数を基準とした。表-2、表-3 は本算定法の適用範囲 および算定式をとりまとめたものである。

表-2 適用範囲

).5	<٤<	5.2	$R_{2\%}/H_0 = 3.79 - 4.35 \exp(-1.07 \xi)$
004	<h0' l0<<="" td=""><td>0.035</td><td><math>R_{1/10}/H_0 = 3.28 - 3.98 \exp(-1.14 \xi)</math></td></h0'>	0.035	$R_{1/10}/H_0 = 3.28 - 3.98 \exp(-1.14 \xi)$
0.02	$\leq h_i/L_0 \leq$	0.05	$R_{1/3}/H_0 = 2.67 - 3.39 \exp(-1.21 \xi)$
.60	<hi h0<<="" td=""><td>10.0</td><td><math>R_{\text{mean}}/H_0 = 1.81 - 2.35 \text{ exp} (-1.24 \xi)</math></td></hi>	10.0	$R_{\text{mean}}/H_0 = 1.81 - 2.35 \text{ exp} (-1.24 \xi)$

キーワード:不規則波、波の代表打上げ高さ、改良仮想勾配法、傾斜護岸

〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 工学部 都市マネジメント学科 TEL:022-305-3539 FAX:022-305-3501



## 3-2. 規則波を対象とした改良仮想勾配法と不規則波の代表打ち上げ高算定法の比較

図-4 は、表-2 の範囲において surf similarity parameter ξ に対し、中村ら による改良仮想勾配法によって求めた打ち上げ高さを示したものである。 算定値は、図中に示した R(cal)/H<sub>0</sub>'=2.47-2.11exp(-0.32 ξ)の式でよく近似す ることができる。図-5 は図-4 における規則波を対象とした改良仮想勾配法 による算定曲線と図-1~3 及び R<sub>mean</sub>/H<sub>0</sub>'の不規則波の各代表打ち上げ高算定 曲線を ξ に対して整理したものである。不規則波の各代表打ち上げ高さ (R<sub>2%</sub>/H<sub>0</sub>',R<sub>1/10</sub>/H<sub>0</sub>',R<sub>1/3</sub>/H<sub>0</sub>', R<sub>mean</sub>/H<sub>0</sub>')は、規則波を対象とした改良仮想勾配法 による算定曲線に対し、それぞれ約 1.2~3.2 倍、約 1.0~3.0 倍、約 0.8~2.3 倍、約 0.5~1.5 倍の値を示している。規則波を対象とした改良仮想勾配法

による算定曲線は、 $R_{mean}/H_0$ 'における算定 曲線とほぼ対応しているが、他の不規則波 の各代表打ち上げ高さに比べて、 $\xi=1.0~5.0$ の範囲においていずれも過小評価となって いる。図-6は、表-3における $R_{1/3}/H_0$ の算 定値と実験値との関係を求めたものであ る。図より、算定値に対する実験値の値は 約 0.6~1.8 倍となっている。





図-4 ξと改良仮想勾配法の関係



#### 4. あとがき

図-5 と各算定曲線の関係

図-6 算定値と実験値の関係

不規則波の代表打ち上げ高さ( $R_{2\%}/H_0$ , $R_{1/10}/H_0$ , $R_{1/3}/H_0$ , $R_{mean}/H_0$ )と surf similarity parameter  $\xi$ との関係を示した。その結果、玉田らによる算定曲線とほぼ同様の傾向を示すことが認められた。ただし、打ち上げ高さの差については入射波数と遡上波数を基準とした点および堤脚水深の範囲の違いによるものと思われる。また、規則波を対象とした改良仮想勾配法による算定曲線は、不規則波の各代表打ち上げ高算定曲線に対し、過小評価となる傾向が認められた。最後に、本実験における打ち上げ高さに幾分ばらつきが見られるため、今後より詳細な検討が必要である。

参考文献 1)中村充・佐々木泰雄・山田譲二:複合断面における波の打ち上げに関する研究,第19回海岸工学講演会講演集,pp.309-312,1972. 2)玉田崇・間瀬肇・安田誠宏:複合断面に対する波の不規則性を考慮した打上げ高算定法に関する研究,海岸工学論文集 第56巻(2),pp936-940,2009. 3)斎藤裕平・高橋敏彦・小林且幸・新井信一:傾斜護岸への法先水深を考慮した波の打ち上げ高さに関する一検討,土木学会論文集 B2(海岸工 学),Vol.71,No.2,I\_841-I\_846,2015

4)加藤悠司・高橋敏彦・新井信一:傾斜護岸への相対水深を考慮した波の打ち上げ高さの一推定法,海岸工学論文集 第53巻(2), pp721-725,2006.