

II-336

不規則波の遡上・打ち上げ形態の研究

埼玉大学大学院社会人コース 正員 山本吉道

埼玉大学建設基礎工学科教授 正員 谷本勝利

1. 研究目的

実際の海岸における波の遡上・打ち上げを考えると、波の不規則性に注意せざるを得ない。まず、前の波の遡上・打ち上げ後の戻り流れの強さの違いによる影響がある。前の波が小さい場合、その波の戻り流れも弱くなるため、その次の波は高く遡上・打ち上がる。前の波が大きい場合は、逆の現象が起きる。したがって、個々の波の遡上・打ち上げ高は規則波の場合と異なってくる。しかし、数多くの平均を取るようになれば、その平均値は規則波の場合に近づいていくと考えられる。次に、波の吸収・追いつきの影響がある。大きな遡上波に合併することにより、小さな遡上波がカウントされなくなるため、統計値が規則波による算定法を用いた場合と異なってくる。さらに、波群性に起因する波の長周期化がある。この場合には規則波に対する算定法は、まったくお呼びでない。本研究では、波の遡上・打ち上げ形態がどの様に変わっていき、どこまで規則波による算定法が適用できるかを検討した。

2. 研究内容

(1) 遡上・打ち上げ形態の検討：図-1は海底勾配1/5, 1/10, 1/20の場合の碎波位置近くの水位変化と遡上・打ち上げ波形を示したものである。海底勾配1/5では入射波形と遡上・打ち上げ波形が一波一波対応しているが、1/10では波の吸収・追いつき現象が現れ、1/20では顕著な長周期化が現れている。

サーフビート波高 H_L は合田(1975)の(1)式で表される。或いは、著者達および他者による現地観測結果から、(2)式のようにも表せる(図-2参照)。一方、汀線位置での波高 H_s は山本(1988)の(3)式で表せる。

$$H_L = 0.04 H_{1/3} / [(H_{1/3}/L_{1/3})(1+h/H_{1/3})]^{1/2} \quad (1)$$

$$H_L = 0.04 \tanh(60 \tan \theta) H_{1/3} / [(H_{1/3}/L_{1/3})(1+h/H_{1/3})]^{1/2} \quad (2)$$

$$H_s = 1.9 (\tan \theta)^{1/4} H_{1/3} / (H_{1/3}/L_{1/3})^{1/4} \quad (3)$$

ここに、 $H_{1/3}$ 、 $L_{1/3}$ は沖波有義の波高と波長、 h は水深、 $\tan \theta$ は碎波点より岸側の平均海底勾配。

汀線位置での長周期波高 H_{Ls} と通常波高 H_s の比は、水深を零とした時の(1)または(2)式と(3)式の比から求まり、図-3のようになる。図-1と図-3から、 $\tan \theta$ が1/10程度より大きい場合は、従来の規則波に対する算定法の援用が可能なのである。そして、 $\tan \theta$ が1/10程度より小さい場合は、波の長周期化を考慮した算定法を採用すべきであろう。

(2) 遡上・打ち上げ高算定法の検討：間瀬ら(1983)は、不規則波による模型実験から、海底勾配 1/5~1/40を対象とした遡上・打ち上げ高の平均、有義および最大値を与える算定式を提案している。ただし、長周期化の顕著な海底勾配1/20程度以下では、長周期波の造波板による反射の影響が強く現れているはずである。反射波の影響が相殺されて弱まっている可能性の高い平均値を与える式と規則波に対するハントの式との比を図-4に示す。なお、crest 法とは、遡上波形の全ての山に対して遡上高を定義することを意味し、zero up法とは、遡上波形の平均値に対するゼロアップクロス法で遡上高を定義することを意味している。

図-4から、海底勾配1/10程度以上の場合は規則波に対する算定式でも比較的良好な精度を期待できる。図-5は碎波水深以浅の平均海底勾配 1/5~1/10の現地観測データと規則波算定法による算定値との比較である。図中の半黒丸は、海岸線に対する法線方向からの風速が7.9m/sと無視出来ないで、Sibul & Tickner(1961)の実験データを整理して得られた風の影響を表す関係式により補正した(図-6参照)。

次に、間瀬らの算定式の妥当性について、加藤(1990)の平均海底勾配1/60の海岸での現地観測に基づく算定式との比較から調べてみた。結果を図-7に示す。ただし、加藤の式は、 R の最大値を与える式であり、久保田ら(1988)や Grüneら(1982)によると $R_{max} \approx 1.91 R_m$ である。

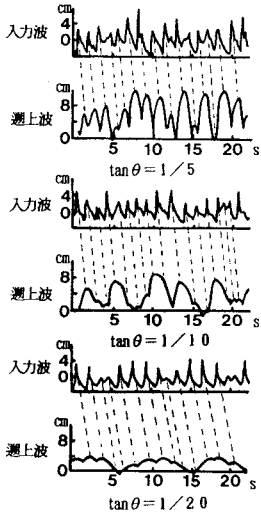


図-1 遡上・打ち上げ波の形態
間瀬(1985, 1993)より

●は5割堤海岸で豊島の算定値との比較
○は1/10自然海岸でハント式との比較

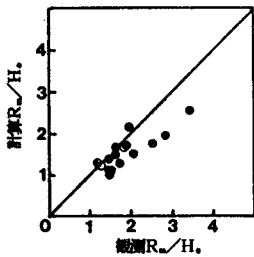


図-5 急勾配海岸における遡上・打ち上げ高の比較

$$\text{係数} A = (H_{1.5}/H_0) / \{ (H_{1.5}/L_0)^{1/2} (1 + h/H_{1.5}) \}^{1/2}$$

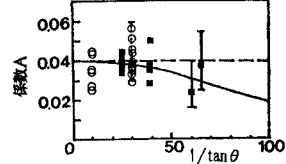


図-2 係数Aと砕波水深以浅の平均海底勾配tan θの関係

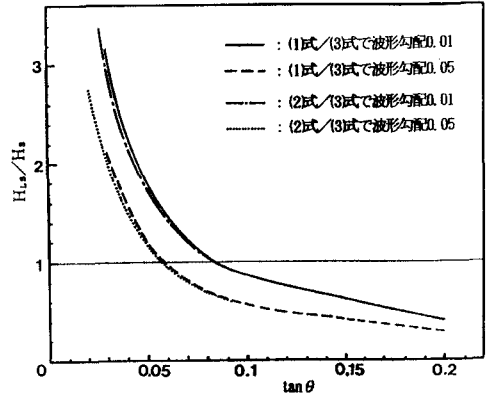


図-3 汀線における長周期波高 $H_{1.5}$ ／通常波高 H_0 とtan θの関係

間瀬らのcrest法による式: $R_m/H_0 = 0.878 \{ \tan \theta / (H_0/L_0)^{1/2} \}^{0.888}$
間瀬らのzeroup法による式: $R_m/H_0 = 1.085 \{ \tan \theta / (H_0/L_0)^{1/2} \}^{0.878}$

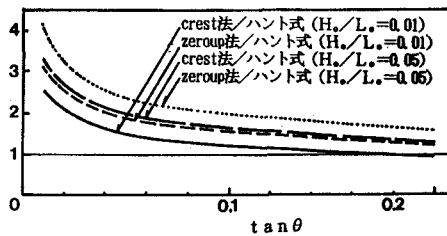


図-4 間瀬式（不規則波）／ハント式（規則波）とtan θの関係

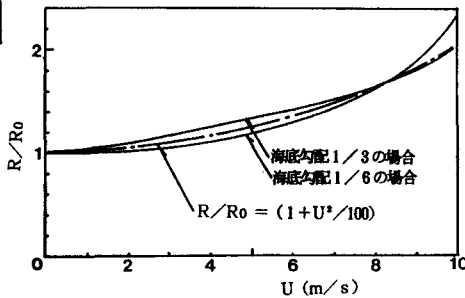


図-6 有風時の遡上高R／無風時の遡上高R₀と海上風速Uの関係

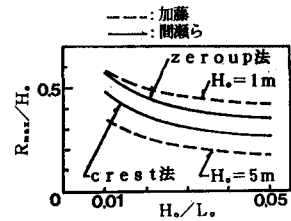


図-7 海底勾配1/60海岸における最大遡上高 R_{max} と波形勾配の関係

3. ま と め

- ① 遡上・打ち上げ波は海底勾配が緩くなるほど長周期化が進み、砕波水深以浅の平均海底勾配が1/10程度以下になると長周期化を無視出来ない。
- ② 砕波水深以浅の平均海底勾配が1/10程度以上の場合は、遡上・打ち上げ高の算定に規則波に対する算定法を援用しても、精度は悪くない。平均海底勾配が1/10程度以下の場合は、長周期化に基づいた算定法によるべきであり、間瀬らの算定式の適用性は悪くない。

4. 参 考 文 献

- ①間瀬(1985): 土木学会論文集第357号。②間瀬(1993): 土木学会論文集第461号。③合田(1975): 港湾技術研究所報告14-3。④加藤(1984): 第31回海講。⑤加藤(1990): 東京工業大学学位請求論文。⑥山口ら(1983): 第30回海講。⑦山本(1988): 海洋開発論文集第4巻。⑧間瀬ら(1983): 第30回海講。⑨豊島(1987): 第34回海講。⑩水口ら(1983): 第30回海講。⑪久保田ら(1988): 第35回海講。⑫Sibul & Tickner(1961): カルフォルニア大学。⑬Grüneら(1982): 第18回ICCE。