

II—70

緩傾斜堤への波の反射率の一推定法

東北工業大学 正員 〇高橋敏彦
東北工業大学 正員 沼田 淳
東北大学・工 正員 首藤伸夫

1. はじめに

緩傾斜堤の大きな特徴は、被覆ブロックの孔などによる堤表面の粗度及び捨石層などの透水性といわれている。著者らは、粗面及び「粗面+透水層」の相対打ち上げ高さ R/H_0 を surf similarity parameter ξ を用いてそれぞれ $R/H_0 = C_r (\xi)^{n_r}$ 及び $R/H_0 = C_r C_{rp} (\xi)^{n_r n_{rp}}$ の形で表現できることを示した（高橋ら，1990）。さらに、その係数 C_r, n_r 及び C_{rp}, n_{rp} を斜面上の波先端移動速度 V を用いた Re 数で定式化し、この結果を用いて波の打ち上げ高さを推定する方法について検討し、よく近似することを示した（高橋ら，1991）。本研究は、粗面及び「粗面+透水層」の反射率 K_r を前報と同様の形式で表し、また同一の方法で推定する事を試みた。なお、実験条件及び実験方法については、前報に掲載しているので割愛する。

2. 実験結果及び考察

2.1 K_r と ξ の関係

図-1は、1/5勾配に対する滑面、粗面及び「粗面+透水層」の K_r と ξ の関係を図示した一例であり、図中には比較のため滑面に対するBattjes(1974)の実験曲線も示してある。図より滑面の実験値は、全体的にBattjesによる実験曲線よりも小さい値を示している。粗面の $D=14.0\text{mm}$ 及び「粗面+透水層」の $D=14.0\text{mm}, d=5.0\text{mm}$ のケースは、更に小さい値を示している。一点鎖線、破線は、粗面及び「粗面+透水層」の回帰曲線でそれぞれ次式で表される。

$$K_r = 0.11 (\xi)^{1.08} \quad (1)$$

$$K_r = 0.09 (\xi)^{1.09} \quad (2)$$

ただし、 $1.25 < \xi < 3.0$

2.2 Re 数と (C_r, n_r) 、 (C_{rp}, n_{rp}) の関係

Battjesは、滑面に対する K_r と ξ の実験曲線を次式で示している。

$$K_r = 0.1 (\xi)^2 \quad (3)$$

上記式の係数および指数を C_s, n_s の記号で置き換えると滑面に対する反射率の一般式は、

$$K_r = C_s (\xi)^{n_s} \quad (4)$$

となる。次に、粗面及び「粗面+透水層」の K_r を R/H_0 の式と同様の表現にすると、それぞれ(5),(6)式で表現できる。

$$K_r = C_s \cdot C_r (\xi)^{n_s \cdot n_r} \quad (5)$$

$$K_r = C_s \cdot C_r \cdot C_{rp} (\xi)^{n_s \cdot n_r \cdot n_{rp}} \quad (6)$$

(C_r, n_r) 、 (C_{rp}, n_{rp}) は、それぞれ粗面の粗度及び透水層の透水性の効果と考えることが出来る。そこで(3)式を基本に、粗面及び「粗面+透水層」の実験結果より (C_r, n_r) 、 (C_{rp}, n_{rp}) を検討する。

(1) 粗面のみの場合

図-2は、 (C_r, n_r) と Re 数 $(=V \cdot D / \nu, V$:波先端移動速度, D :粗面の孔径, ν :動粘性係数)の関係を図示したものである。

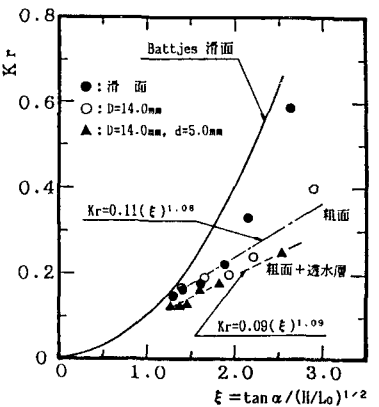


図-1 K_r と ξ の関係

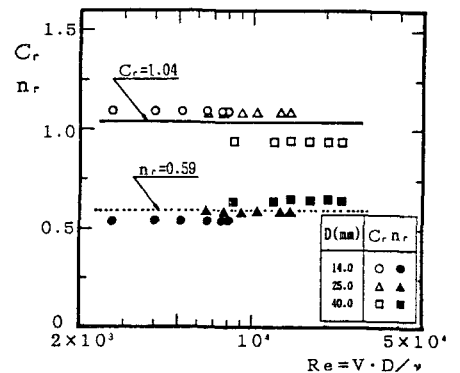


図-2 (C_r, n_r) と Re 数

図より、 $Re=2.7 \times 10^3 \sim 2.5 \times 10^4$ の範囲では、 $C_r=0.94 \sim 1.09$ 程度、 $n_r=0.54 \sim 0.64$ 程度の値となっており、近似的に $C_r=1.04$ 、 $n_r=0.59$ 程度の常数とみなすことができる。従って、粗面のみの K_r の算定式として次式が得られる。

$$K_r = C_s \cdot C_r (\xi)^{n_s \cdot n_r} \\ = 0.10 (\xi)^{1.18} \quad (7)$$

ただし、 $1.25 < \xi < 3.0$ ， $2.7 \times 10^3 < Re < 2.5 \times 10^4$

(2) 「粗面+透水層」の場合

図-3は、 (C_{rp}, n_{rp}) と Re 数の関係を図示したものである。図より、 $C_{rp}=0.45 \sim 0.81$ 、 $n_{rp}=0.93 \sim 1.23$ 程度の範囲にあり、 C_r, n_r に比べてばらつきが大きくなっているが、 $Re=2.7 \times 10^3 \sim 2.5 \times 10^4$ の範囲で、 C_{rp}, n_{rp} ともそれぞれ0.64, 1.09程度の一定値とみなせば、「粗面+透水層」の K_r の算定式は次のように表せる。

$$K_r = C_s \cdot C_r \cdot C_{rp} (\xi)^{n_s \cdot n_r \cdot n_{rp}} \\ = 0.07 (\xi)^{1.29} \quad (8)$$

ただし、 $1.25 < \xi < 3.0$ ， $2.7 \times 10^3 < Re < 2.5 \times 10^4$

2.3 K_r の推定曲線

図-4は、 K_r の滑面に対するBattjesの実験曲線と本実験の粗面及び「粗面+透水層」の推定曲線を図示したものである。1.25 $< \xi < 3.0$ の範囲において同じ ξ に対して K_r は、滑面、粗面、「粗面+透水層」の順に小さくなっているのが分かる。滑面と粗面の差が (C_r, n_r) 、粗面と「粗面+透水層」の差が (C_{rp}, n_{rp}) によって表現されている。

2.4 実験値と計算値の比較

図-5, 6は、粗面及び「粗面+透水層」の場合の K_r の実験値と計算値の比較を図示したものである。図-5の粗面の場合、 K_r は0.14～0.4程度の範囲にあり実験値、計算値ともほぼ対応している。図-6の「粗面+透水層」の場合、 K_r は0.09～0.27程度の範囲にあり、図-5と同様実験値と計算値はほぼ対応している。図-4, 5の誤差はいずれも最大で17%程度となっている。

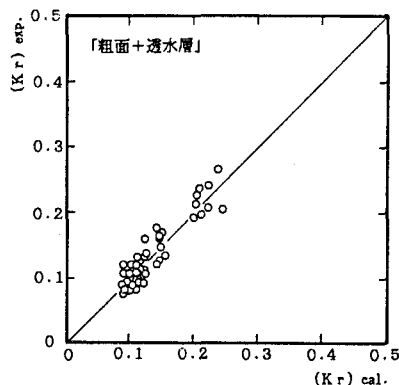


図-6 実験値と計算値の比較

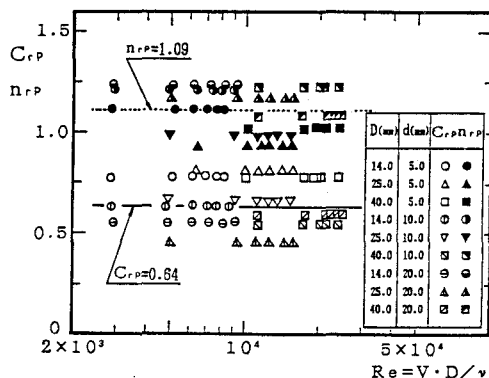


図-3 (C_{rp}, n_{rp}) と Re 数

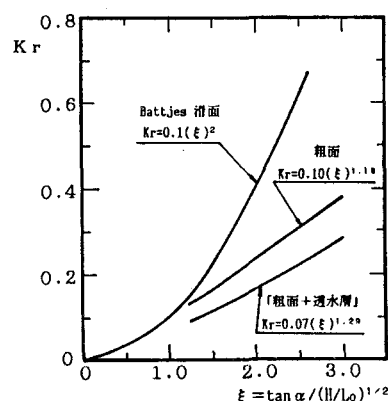


図-4 K_r の推定曲線

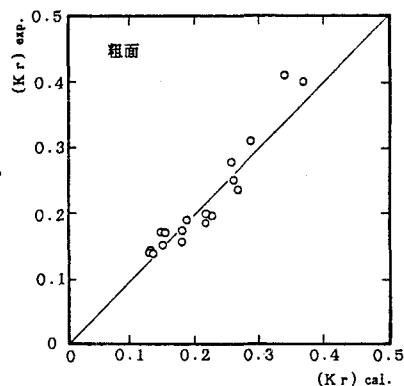


図-5 実験値と計算値の比較

3. あとがき

本推定方法は、粗度及び透水性を考慮したもので実験式とよく対応する。なお、現地へ適用するためには、さらに高 Re 数領域のデータが必要となる。

《参考文献》

- 1) 高橋・首藤・沼田(1990): 緩傾斜堤の水利特性に関する実験的研究, 海講論文集, 第37巻
- 2) 高橋・首藤・沼田(1991): 緩傾斜堤への波の打ち上げ高の一推定法, 海講論文集, 第38巻
- 3) Battjes(1974), J.A.: Surf similarity, Proc. of 14th Conf. on Coastal Engineering, ASCE