

II-402

コアを有する透過性構造物における波変形計算法の改良

大阪工業大学大学院 学生員 須貝 輝博

大阪工業大学工学部 正 員 井田 康夫

1.はじめに 近年、沿岸域を積極的に利用するため、海岸構造物の目的、機能は多様化し、透過構造物の持つ利点を活かした構造物が多数施工されている。しかし、これらの透過性構造物による波変形を簡素に予測する方法は確立されていない。著者らは、構造物による総抵抗を線形抵抗係数を用いて表現し、昨年、小寸法の材料からなるコアを内包するブロック積み堤(本文ではコア堤と仮称する)を対象に、平均空隙代表径を用いた線形抵抗係数を求め、簡便な透過率の算定法を報告した。この場合、コア部を含む全体としての平均空隙代表径の値が重要となる。そこで本研究は、平均空隙代表径の算出方法に改良を加えて、透過率の実験値と照合すると共に、コア層厚が同じ場合に構造物中のコア位置が透過率におよぼす影響についても考察するものである。

2.透過率算定法 著者らはすでに、長波領域における単一粒径の直立堤を対象に全体的な流体抵抗を線形抵抗係数(f)で表し、これが式(1)のように波高・空隙代表径比(H/d')と粒径レイノルズ数(Re)の関数であり、これを式(2)に用いることにより、長波領域の透過率(K_T)は算定できることを示している。

$$f = \frac{200 \cdot (H/d')}{\sqrt{Re}} \quad \dots(1) \quad K_T = 1 / \left[\left\{ 1 + \frac{\sigma B f}{2\varepsilon \sqrt{gh}} \right\}^2 + \left\{ \frac{\sigma B (s + \varepsilon^2)}{2\varepsilon \sqrt{gh}} \right\}^2 \right]^{0.5} \quad \dots(2)$$

ここで、 H :入射波高、 d' :空隙代表径(空隙1個と同体積の球径)、 Re :粒径レイノルズ数($=u d' / \nu$)、 u :水平最大水粒子速度、 ν :水の動粘性係数、 h :水深、 σ :角周波数、 ε :空隙率、 s :慣性係数(1.2)、 g :重力加速度、 B :堤体幅、

また、粒径が異なるコア層を有する場合についても平均空隙代表径(d_m')[式(3)]を用いて線形抵抗係数を求めれば透過率はある程度の精度で計算可能であることも明らかにした。しかし、式(3)は1次元的な重み付きの平均値で検討の余地がある。そこで式(3)を個々の空隙の体積を重み付きで平均した式(4)を用いて線形抵抗係数を求め、波変形の計算の改良を試みる。

$$d_m' = \frac{B_1 \cdot d_1' + B_c \cdot d_c' + B_2 \cdot d_2'}{B_1 + B_c + B_2} \quad \dots(3) \quad d_m' = \left[\frac{B_1 \cdot (d_1')^3 + B_c \cdot (d_c')^3 + B_2 \cdot (d_2')^3}{B_1 + B_c + B_2} \right]^{1/3} \quad \dots(4)$$

ここで、添字 1, c, 2: コア堤の沖側表層, コア層, 岸側表層の各値

3.実験方法 実験は2次元造波水槽(幅0.8m×深さ1.2m×長さ50.0m)の中央部に、表層、コア層ともにテトラポッド模型を乱積みした直立のコア堤(両端を金網で被覆)を設置した。使用したテトラポッド模型は空隙代表径(d')2.9～7.9cmのもの3種類、堤体幅(B)は60～120cmの4種類で、天端は越波しない高さとした。透過波高は、常に堤体後方3mの位置に容量式波高計を設置して測定し、また入射波高は、同位置における無堤時の波高とした。実験波は、比水深がすべて0.08の長波近似領域と考えられる波で、水深50cm、波形勾配(H/L)0.010～0.019、波高(H)6.4～12.0cmの範囲にある6種類とした。また、コア層の位置が、波変形におよぼす効果を見るため、全堤体幅(120cm)、コア層厚(40cm)を一定とし、コア中心位置を堤体前面から40, 60, 80cmの3種類に変化させ、透過率を比較した。

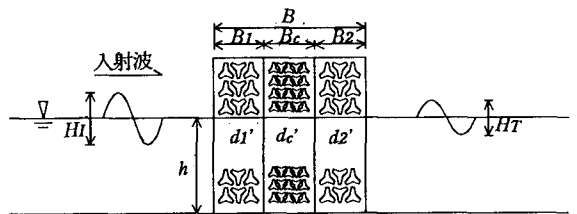


図-1 記号説明図

4. 考察

(1) 透過率の計算値

計算値($K_T \text{ cal}$)と実験値($K_T \text{ exp}$)を比較するため図-2を作成し、式(3)による値は $*$ 、式(4)による値は $\circ$ で表示する。図-2によると、両式とも計算値は透過率の比較的小さい領域で誤差が大きい、式(3)に較べ式(4)は、透過率の比較的小さい領域で誤差が小さくなっている。次に波、流れの場におけるエネルギー逸散を考える時、重要な因子である粒径レイノルズ数(Re)が透過率におよぼす影響を見る。式(4)による透過率を Re 数別に示したものが図-3である。図-3によると、 Re 数の増加と共に誤差の割合は小さくなっている。また、 Re 数と透過率(絶対誤差)の関係を図-4に示す。図-4の結果を見ると、 Re 数にあまり関係なく誤差は同様であり、 $\pm 10\%$ の範囲に総数の90%以上が存在している。これらのことより、波変形の予測にあたり式(4)による計算は式(3)を用いる場合より精度が向上する。

(2) コア位置の効果

コア層の位置が、波変形におよぼす効果を検証するため、図-5を作成した。図-5によると、透過率の小さい範囲で若干の変動はあるものの、全体的には堤体幅、コア層厚が同じ場合であれば、コア層の位置が透過率に与える影響はほとんどなく、式(3)または式(4)による平均空隙代表径による波変形の計算が妥当なものであることを示している。

5. 結論 透過性構造物内部に、低透水性のコアを有する複層直立堤を対象に、線形抵抗係数を用いた透過率の簡便な計算を試み、実験値との照合をした結果、次のことが判明した。

- (1). 式(4)を用いて線形抵抗係数を求め、透過率を計算した結果、式(3)による値よりも実験値との誤差が小さく、計算精度が改良される。
- (2). コア堤におけるコア位置と透過率の関係は、全堤体幅、コア厚が同じ場合、コア位置の違いによる透過率の差はほとんど認められず、平均的な空隙代表径を用いる式(4)による透過率の計算は妥当性がある。

参考文献 (1). 井田康夫・樺木 亨・後野正雄・岩西光治(1993): コアを有する透過性構造物による波浪変形の計算法, 海洋開発論文集, Vol 9, pp. 193 ~ 197.

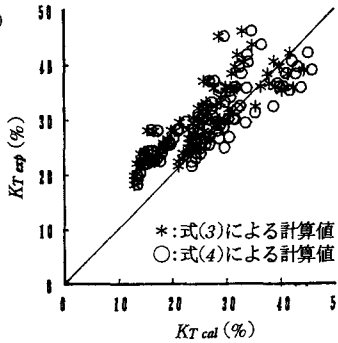


図-2 透過率の計算結果

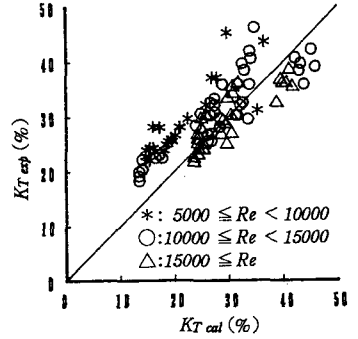


図-3 透過率の計算結果(Re 数別)

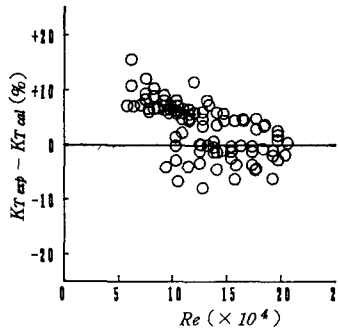


図-4 Re 数と透過率の関係
(絶対誤差)

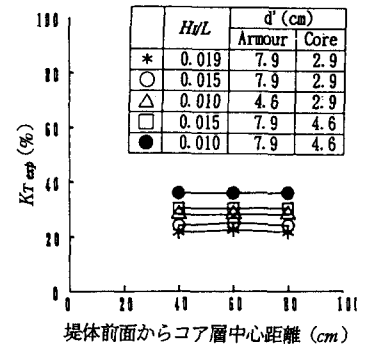


図-5 透過率とコア位置の関係