

Ⅱ-17 中空円筒型構造物の透過特性

大阪工業大学大学院 学生員 ○森松 芳隆
 大阪工業大学工学部 正会員 井田 康夫
 東洋道路株式会社 正会員 萩原 照央
 大阪工業大学大学院 学生員 中村 晋太郎

1. はじめに

海岸・港湾構造物の分野においてもコスト縮減や付加価値を求めて幅広く研究が行なわれている。このうち透過型構造物は多くの利点を持つことから技術開発の課題の1つとなっているが未解明の部分も多い。著者らは既にテトラポッド乱積み堤を対象に透過率の実験を行ない、波の変形に対する波と構造物の相互特性、すなわち波高・空隙代表径比ならびに粒径レイノルズ数の重要性を指摘してきた。本報は透過型構造物の基本と考えられる、波の進行方向に空隙断面が変化しない中空円筒型構造物を対象に透過率の実験を行ない、波高・空隙代表径比、粒径レイノルズ数、相対堤体幅および断面空隙率が波の変形におよぼす影響を検討したものである。

2. 実験概要

実験は幅 $0.8m$ 、高さ $1.2m$ 、長さ $50m$ の造波水槽中央に、図-1に示す構造物を設置し、堤体後方 $4m$ の位置で容量式波高により透過波高を測定した。入射波高は無堤時における同位置の波高とした。実験に使用した波はすべて規則波で、その諸元を表-1に示す。構造物は4種類の内径 ($d'=7.1, 10.7, 15.4$ および $20.2cm$) の異なる塩化ビニール製のパイプでそれぞれ構築し、堤体幅は $1.2, 20, 40$ および $80cm$ の4種類である。さらに、波変形に対する空隙率の影響を正確に見極めるため、断面空隙率 (ε) は $30, 40$ および 50% とした。この場合、断面の相似性が極めて重要であり、これを損わないよう常に水面と空隙円断面の中心を一致させ、所定の断面空隙率となるように空隙を配列した。構造物の詳細を表-2に示す。

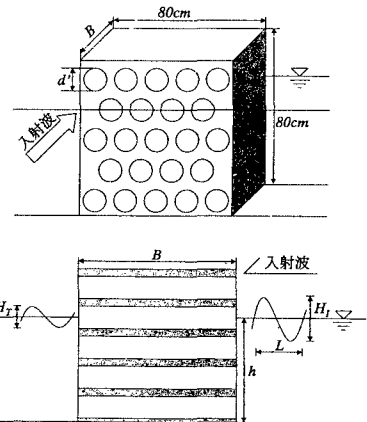


図-1 実験断面

3. 実験結果と考察

(1) 波高・空隙代表径比、粒径レイノルズ数および相対堤体幅の効果

図-2は透過率と波高・空隙代表径比の関係を示した例で、 Re を固定すれば、 B/L の値により多少のバラツキはあるが概ね $H_1/d' \approx 1.0$ までは H_1/d' の増加とともに K_T は減少し、これより大きな領域では K_T の変化はわずかである。また H_1/d' が同じ値であれば B/L が大きくなるほど K_T は小さい。図-3は透過率と粒径レイノルズ数の関係を見た例で、 H_1/d' を固定すれば、 $Re \approx (3 \sim 4) \times 10^4$ までは、 Re の増大とともに K_T は減少するが、これより Re が大きくなっても K_T はあまり変化しない。しかし $B/L \geq 0.16$ の場合はこのような傾向は認められない。これは相対堤体幅が大きく、堤体内の波運動が他の場合と異なるためである。図-4は透過率と相対堤体幅の関係を示した例で、 H_1/d'

表-1 波の諸元

水深 h (cm)	50
入射波高 H_1 (cm)	3.1~18.0
周期 T (sec)	1.6~2.4
波長 L (cm)	308~500
相対水深 h/L	0.10~0.16
波形勾配 H_1/L	0.01~0.04
波の個数	15

キーワード：透過性構造物、透過率、ブロックスケール、レイノルズ数、断面空隙率

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 工学部 土木工学科 (TEL 06-6954-4146)

を固定すれば、 B/L の増加とともに K_T は減少することが分かる。しかし B/L の小さい領域で、 Re の小さい場合の K_T は大きくなっているが、 B/L が大きくなるとこの傾向は図—3 と同様、一定の傾向を示さない。

(2) 断面空隙率と透過率の関係

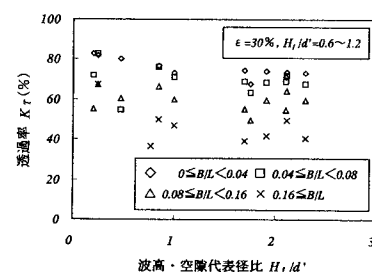
入射波、構造物の形状特性を一定とし、断面空隙率のみを変化させた場合の透過率の差を示したものの一例が図—5 である。図よりいずれの B/L においても、 ε の増加にともない、 K_T は直線的に大きくなることがクリアに認められる。このように透過性構造物による波変形は、重要な要素である波高・空隙代表径比、レイノルズ数などを整理した上で透過率と空隙率の関係を論議する必要がある。

(3) 空隙形状の変化特性と透過率の関係

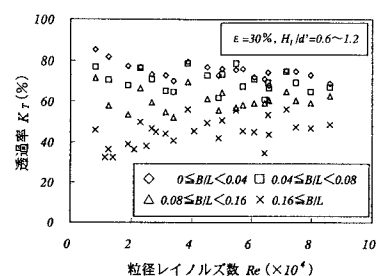
透過性構造物による波変形やエネルギー逸散は空隙の量と質に大きく支配される。中空円筒で構成された本実験のような場合は、空隙の形状は波の進行方向には変化せず断面空隙率も常に等しい。一方、テトラポッド乱積み堤のような場合は空隙の形状が三次元的に変化し、構造物内の波運動も前者とは異なる。そこで断面空隙率 50% の中空円筒堤と、既に行なった容積空隙率 50% のブロック積み堤における透過率を比較することとし、図—6 を作成した。同図から、中空円筒堤、ブロック積み堤とも H_1/d' の増大にともなって K_T は小さくなり、 H_1/d' が同じ値の場合には B/L が大きいほど K_T は小さくなっていることが分かる。しかし、中空円筒堤とブロック積み堤の K_T は明らかに分布範囲が異なり、中空円筒堤の K_T の方が大きな値を示している。この理由は両者の空隙の形状の違いと、波の進行方向に対する空隙形状の変化の有無にあることは明らかである。

表—2 構造物の諸元

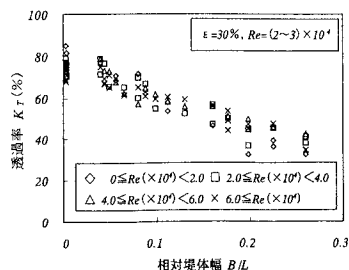
空隙率 ε (%)	50	40,30
空隙径 d' (cm)	7.1, 10.7, 15.4, 20.2	
堤体幅 B (cm)	1.2, 20, 40, 80	
波高・空隙代表径比 H_1/d'	0.15~2.53	0.15~2.52
粒径レイノルズ数 Re	5500~86400	5600~86100
相対堤体幅 B/L	0.002~0.260	



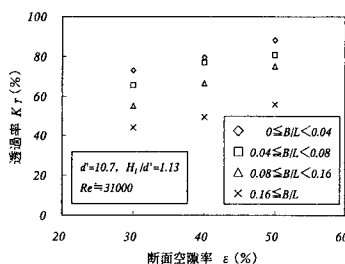
図—2 透過率と波高・空隙代表径比



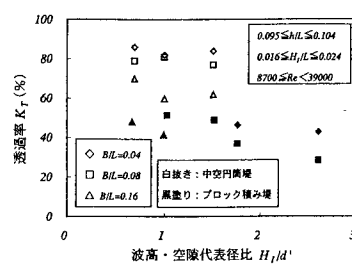
図—3 透過率と粒径レイノルズ数



図—4 透過率と相対堤体幅



図—5 断面空隙率と透過率



図—6 空隙形状の変化特性と透過率

4. おわりに 波の進行方向に空隙形状が変化しない中空円筒型構造物を対象に透過率の実験を行ない、これが波高・空隙代表径比ならびに粒径レイノルズ数と大きく関係するという結果を得た。また異なる空隙の形状を持ち、これの変化特性も異なるブロック積み堤との比較を行ない、中空円筒型構造物のように空隙断面が常に一定である場合の透過率が大きいことを確認した。

参考文献 1) 榎木亨・井田康夫・後野正雄・菅智浩：透過性構造物による波変形の模型実験の限界について、海岸工学論文集，土木学会，第 39 卷(2)，pp616-620，1992。

2) 井田康夫・小林悟・萩原照央：透過性構造物による波浪変形実験におけるレイノルズ数の影響，海洋開発論文集，土木学会，vol.13，pp537-542，1997。