

II-321

大型円筒構造物の外周に設置されたカーテンウォールの波浪特性

大成建設株式会社

正会員○石野 和男

東京湾横断道路株式会社

長谷川明機

同 上

大石 嗣雄

1. はじめに

東京湾横断道路では、トンネルの換気塔として、湾央の水深28mの地点に円筒状の川崎人工島を建設する計画である。施工時に、人工島の外周には、構造物の壁面に作用する波力を低減するためにカーテンウォールが取り付けられ、人工島は外径 200m の大型円筒構造物となる。(図-1, 2参照)

従来カーテンウォールに関する研究は、数多くある。^{1), 2)}しかし、従来の研究のほとんどは2次元で、かつカーテンウォールのみに着目した研究である。本研究では、平面水槽実験により3次元の大型円筒構造物の外周に設置されたカーテンウォールの喫水深さを変化させた場合のカーテンウォール前面、背面の波高、構造物前面の波高、カーテンウォールおよび構造物の壁面に作用する波力の特性について検討することを目的とした。

2. 実験装置および方法

実験は、平面水槽(幅17m, 長さ35.5m, 高さ1.6m)の中央に縮尺1/50の3次元模型を設置して、実物諸元でH, W, L時の水深 $h=28.9\text{m}$ において、波高 $H=1.8\text{m}\sim 6.0\text{m}$ 、周期 $T=4.0\sim 7.0\text{s}$ の規則波を作用させて実施した。カーテンウォールの喫水深さ d は、0.1h, 0.3h, 0.5h, 0.7hと変化させた($h=28\text{m}$: $T\pm 0.0\text{m}$ 時の水深)。波高は、入射波高、 $\theta=0^\circ$ におけるカーテンウォールの前面、背面波高および構造物の前面波高を測定した。(θ : 構造物の中心から波の入射方向を基線とした角度)

波力は、 $\theta=0^\circ$ を中心として、 19° あたりのカーテンウォールおよび構造物壁面に作用する波力を分力計で測定した。(図-2参照)

3. 実験結果および考察

(1) カーテンウォール前面の応答波高 H_1 とカーテンウォール喫水深さ d の関係(図-3参照)

波形勾配の大きな波浪($H=6.0\text{m}$, $T=6.1\text{s}$)作用時の、カーテンウォール前面の応答波高 H_1 は $0.1\leq d/h\leq 0.5$ において入射波高 H_0 の約3倍になることがある。波形勾配の小さな波浪($H=1.8\text{m}$, $T=4\sim 6.1\text{s}$)作用時の H_1 は $0.1\leq d/h\leq 0.7$ において、 H_0 の1.6~2.6倍と重複波の波高に近い。カーテンウォールと構造物壁面との距離 l から計算される遊水部の一次共振周期 T_a は7.1sである。この T_a に近い周期の波($H=1.8\text{m}$, $T=7.0\text{s}$)作用時の H_1 は $0.1\leq d/h\leq 0.7$ において、 H_0 の約1.1倍となる。これは、遊水部に入射波エネルギーが伝達されるためである。波浪条件により H_1/H_0 は変化するが、同一の波浪条件で、 H_1/H_0 はカーテンウォール喫水深さ d/h の影響を受けない。

(2) カーテンウォール背面の応答波高 H_2 と、カーテンウォール喫水深さ d の関係(図-4参照)

T_a に近い周期の波($H=1.8\text{m}$, $T=7.0\text{s}$)作用時のカーテンウォール背面の応答波高 H_2 は、 $0.1\leq d/h\leq 0.5$ において、 H_0 の1.1~1.5倍となり、 $d/h=0.3$ で極大値を示す。 $H=1.8, 4.0, 6.0\text{m}$, $T=6.1\text{s}$ ($h/L=0.498$)作用時の H_2 は、カーテンウォールの背面に構造物がない場合のWiegelsの2次元理論値よりも大きな値を示し $d/h=0.3$ で極大値を示す。 $H=1.8\text{m}$, $T=4.0\text{s}$ ($h/L=1.15$)、 $H=1.8\text{m}$, $T=5.0\text{s}$ ($h/L=0.741$)作用時の H_2 は $0.1\leq d/h\leq 0.7$ でWiegelsの2次元理論値にほぼ等しい。

(3) 構造物前面の応答波高 H_3 と、カーテンウォール喫水深さ d の関係(図-5参照)

T_a に近い周期の波($H=1.8\text{m}$, $T=7.0\text{s}$)作用時の構造物前面の応答波高 H_3 は $0.1\leq d/h\leq 0.7$ において H_0 の0.5~1.1倍となる。 $H=1.8\text{m}$, $T=4.0\text{s}$, 5.0s , $H=1.8\text{m}$, $4.0, 6.0\text{m}$, $T=6.1\text{sec}$ 作用時

の H_3 は、Wiegel の 2 次元理論値にほぼ等しい。

(4) カーテンウォールに作用する波力 F_{x1} とカーテンウォール喫水深さ d の関係（図-6 参照）

図-6 の縦軸は、 F_{x1} の実験値を計算値で除した値である。ここで F_{x1} の計算値は、図-8 に示す方法で、2 次元直立防波堤を対象とした合田式を用いて算定した。本実験条件において $[F_{x1\text{exp}} / F_{x1\text{cal}}]$ は、ほぼ 1.0 以下である。図-3 の中で H_1 が小さい値を示した波浪条件 ($H=1.8\text{m}$, $T=4.0\text{s}$, $H=1.8\text{m}$, $T=7.0\text{s}$) 作用時の $[F_{x1\text{exp}} / F_{x1\text{cal}}]$ は、他の波浪条件のそれに比べ小さい傾向にある。

(5) 構造物に作用する波力 F_{x2} とカーテンウォール喫水深さ d の関係（図-7 参照）

図-7 の中で F_{x2} の計算値は、図-8 に示す方法で、Wiegel の 2 次元理論値と合田式を用いて算定した。 T_a に近い波浪条件 ($H=1.8\text{m}$, $T=7.0\text{sec}$) 作用時の $[F_{x2\text{exp}} / F_{x2\text{cal}}]$ は、0.8 ~ 1.5 の値となる。 $H=1.8\text{m}$, $T=7.0\text{sec}$ 以外の波浪作用時の $[F_{x2\text{exp}} / F_{x2\text{cal}}]$ は、1.0 以下である。

4. あとがき

本報告では、規則波作用時の大型円筒構造物の外周に設置されたカーテンウォールの $\theta = 0^\circ$ における波浪特性について検討した。不規則波作用時の波浪特性および 3 次元の波高、波力分布特性については別の機会に発表する予定である。

参考文献 1) 森平他 港研報告 Vol3.No.1. 1964 2) 国栖他 第32回海講 1985

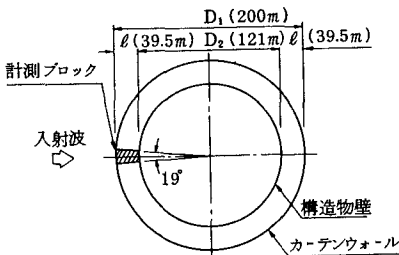


図-1 川崎人工島平面図

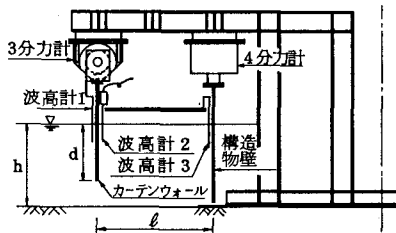


図-2 計測ブロック断面図

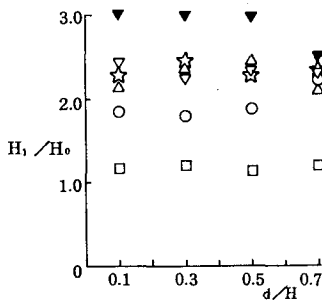


図-3 $H_1 / H_0 \sim d / H$

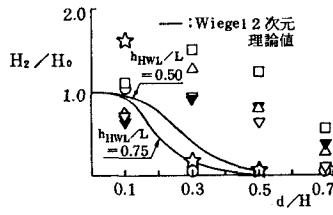


図-4 $H_2 / H_0 \sim d / h$

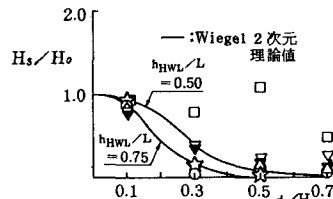


図-5 $H_3 / H_0 \sim d / h$

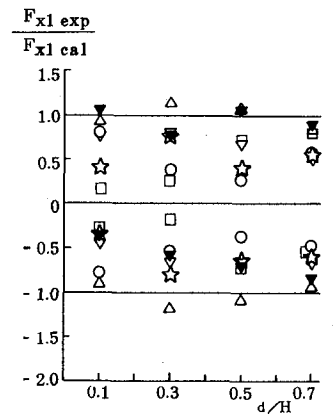


図-6 $\frac{F_{x1\text{exp}}}{F_{x1\text{cal}}} \sim d / h$

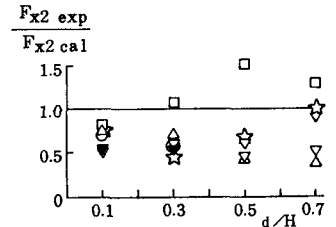


図-7 $\frac{F_{x2\text{exp}}}{F_{x2\text{cal}}} \sim d / h$

凡 例

	実 物		模 型		H/L	h_{HWL}/L
	H (m)	T (sec)	H (cm)	T (sec)		
○	1.8	4.0	3.6	0.57	0.072	1.15
☆	1.8	5.0	3.6	0.71	0.046	0.741
△	1.8	6.1	3.6	0.86	0.031	0.498
□	1.8	7.0	3.6	0.99	0.024	0.378
▽	4.0	6.1	8.0	0.86	0.069	0.498
▼	6.0	6.1	12.0	0.86	0.103	0.498

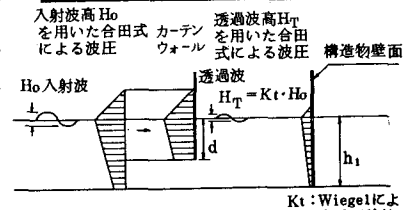


図-8 波力計算値算定方法