

大阪市立大学工学部 正員 工博 永井 莊七郎

正員 ○久 保 直

正員 工修 時川 和夫

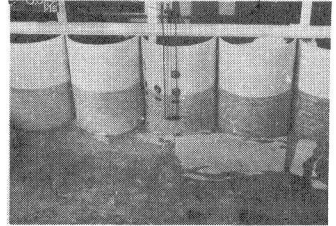
1. 緒言 最近護岸工事に用いられるフルゲートセルは中に砂を充填してセル型構造にしたものである。この実験はセルに働く波圧を測定したもので、セル全体に作用する波圧合力を求め、またセル前面における波の集中、および乱波の程度と比較検討したものである。

2. 実験装置 中型波浪水槽(長さ25m、巾2.0m、深さ1.0m)、および大型波浪水槽(長さ60m、深さ2.5m、巾10mの内の巾2.0mの部分を鋼製の壁で仕切った)を用いて実験を行った。模型の縮尺は縦横ともに $1/5$ とした。(図-1)はフルゲートセル模型の正面写真で、(図-2)はフルゲートパイプを取付けた場合の正面写真である。

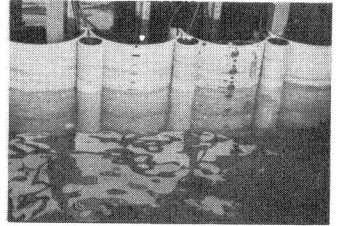
3. 実験方法 実験に用いた波は現地の周期 $T_p=4.0\sim7.0$ sec 模型の周期($T_m=1.03\sim1.81$ sec)、波高 $H_p=1.3\sim3.4$ m($H_m=9.8\sim22.4$ cm)、波長 $L_p=24.4\sim60.2$ m($L_m=163\sim396$ cm)、フルゲートセルは直径 $D_p=60\sim75$ m($D_m=40\sim50$ cm)、フルゲートパイプは直径 $d_p=15\sim20$ m($d_m=10\sim13$ cm)、前面水深 $h_p=3.8\sim8.0$ m($h_m=25\sim53.3$ cm)、海底勾配は水平の場合($i=0$)と $i=1/10$ の場合とについて行った。フルゲートセルに作用する波圧はセルの頂部(0°)および側部(40°, 60°)において12個の波圧計を同時に用いて測定し、セル前面に作用する波圧を測定した。侵入波の測定は本の実験施設に設置した波高計を用いて、セルの前面およびセルより伸び10mと13mのところで波高、周期および波長を測定した。

4. 実験結果 上記の方法で行った実験結果を示すと次のとおりである。表-1および表-2は海底勾配水平($i=0$)の場合についての実験結果であり、表-1はフルゲートセルの凹部にフルゲートパイプを取付けない場合の実験結果を示し、表-2はセル凹部にフルゲートパイプを取付けて波の集中を防いだ場合の実験結果を示す。表-3は海底勾配 $i=1/10$ の場合について、セル凹部にフルゲートパイプを取付けて行った実験結果である。

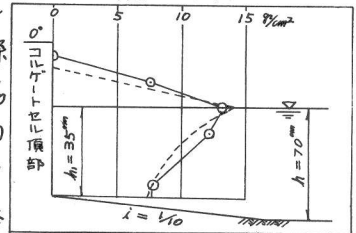
波圧強度の鉛直分布の1例を示すと(図-3, 4)のごとくである。実験波の特性は $T_m=1.33$ sec, $H_m=14.0$ cm, $L_m=270$ cm, $1/4=0.052$, $1/2=0.259$, $3/4=2.50$ である。(図-5)はこの場合の波の状況を示す。



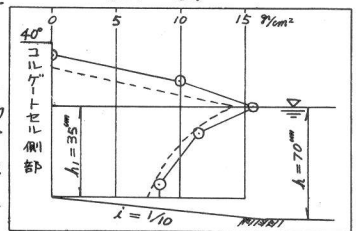
(図-1)



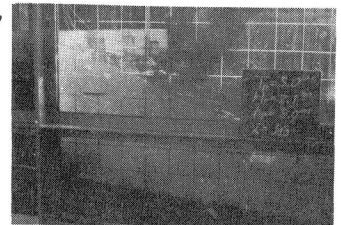
(図-2)



(図-3)



(図-4)



(図-5)

5. 実験結果の考察および結論

(1) フルゲートセル頂部にゆく波圧

フルゲートセル頂部にゆく波圧合力最大同時波圧の合力は、浅海波重複波の(A)式の適用範囲における波については、凹部にフルゲートパイプを取付けない場合は、 $R_{fx}=1.05 \sim 0.98$ であるが、パイプを取付けた場合は $R_{fx}=0.96 \sim 0.93$ となって、波圧合力は減少し、平面直立壁に生ずる浅海波重複波波圧に近づく。

また深海波重複波(B)式の適用範囲における波については、実験例は少ないが、凹部にフルゲートパイプを取付けない場合は $R_{fx}=1.97$ であるが、パイプを取付けた場合は $R_{fx}=1.65$ となり、波圧合力は減少するが、平面直立壁に生ずる深海波重複波波圧よりかなり大きい。これはフルゲートセルの直径に対して侵入波の波長が短かいので、フルゲートセルの凹部に波が集中するために、フルゲートの頂部および側部の波圧合力は R_{fx} の値に比べて大きくなるものと考えられる。

(2) フルゲート側部にゆく波圧

フルゲートセル接続部に波が集中する場合には、一般に側部波圧合力は頂部波圧合力に比べほぼ同じか、わずかに大きい、即ち側部/ R_{fx} 頂部 = $1.0 \sim 1.1$ (表-1参照) である。セル接続部にパイプを取付けて前面の凹凸を小さくして波の集中を減じた場合は、一般に側部波圧合力は頂部波圧合力に比べほぼ同じか、わずかに小さい。即ち側部/ R_{fx} 頂部 = $1.0 \sim 0.9$ (表-2参照) である。

(3) フルゲート接続部における波の集中限界

フルゲートセル頂部および側部における波のはいりを目測して、侵入波の集中の大小を比較検討した結果を示すと図-6のとおりである。ほぼ $D/L \times H/L = 0.01$ の線が集中の限界を示すようで、この線より上へにはなるにつれて波の集中は激しくなる傾向がある。

表-1 水深水平($i=0$) フルゲートパイプ取付けない場合

T	H	L	H/L	L/L	D/L	h/H	P_{mo}	P_{mo}	R_{p0}	D_{p0}	R_{p0}	セル壁に作用 する波圧力
1.02	11.1	172	0.065	0.407	0.29	4.95	437	386	0.88	222	1.97	20100
(4.0)	(1.7)	(25.8)										(67.5)
1.32	14.1	255	0.055	0.274	0.20	3.90	579	616	1.06	553	1.05	30190
(5.0)	(2.1)	(38.3)										(101.8)
1.60	20.3	348	0.058	0.201	0.14	2.70	992	985	0.99	1002	0.99	49320
(6.0)	(3.1)	(52.2)										(166.2)
1.83	22.0	416	0.053	0.168	0.12	2.50	1136	1154	1.02	1161	0.98	57320
(7.0)	(3.3)	(62.5)										(193.2)
1.26	14.1	235	0.060	0.227	0.17	3.78	459	504	1.10	569	0.81	19385
(4.9)	(2.1)	(35.3)										(65.3)
1.50	16.9	302	0.056	0.177	0.13	3.15	644	669	1.04	796	0.81	26300
(5.8)	(2.5)	(45.3)										(88.5)
1.54	19.1	312	0.061	0.171	0.13	2.79	762	802	1.05	933	0.82	31350
(6.0)	(2.9)	(46.8)										(105.9)
1.80	15.1	372	0.041	0.143	0.11	3.53	718	755	1.05	755	0.95	29550
(7.0)	(2.3)	(55.8)										(99.5)
2.07	11.9	453	0.026	0.118	0.09	4.48	656	662	1.01	611	1.07	26340
(8.0)	(1.8)	(68.0)										(88.7)
2.58	9.4	589	0.016	0.091	0.07	5.67	587	578	0.97	498	1.18	23260
(10.0)	(1.4)	(88.5)										(78.4)

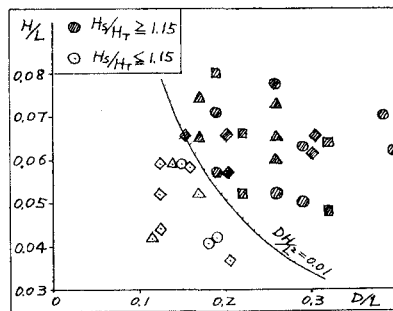
表-2 水深水平($i=0$) フルゲートパイプ取付けた場合

T	H	L	H/L	L/L	D/L	h/H	R_{fx}	R_{fx}	R_{fx}	R_{fx}	R_{fx}	波圧合力
1.04	11.7	169	0.069	0.414	0.30	4.70	372	359	0.97	226	1.65	18150
(4.0)	(1.7)	(25.4)										(61.1)
1.32	15.9	246	0.065	0.284	0.20	3.46	603	581	0.92	632	0.96	29380
(5.0)	(2.4)	(37.0)										(99.0)
1.61	20.4	348	0.059	0.201	0.14	2.70	947	849	0.90	1018	0.93	43940
(6.0)	(3.1)	(52.2)										(148.1)
1.85	21.5	411	0.052	0.170	0.12	2.56	1094	1096	1.00	1141	0.96	54800
(7.0)	(3.2)	(61.6)										(184.2)

表-3 水深勾配 $i=1\%$ フルゲートパイプ取付けた場合

T	H	L	H/L	L/L	D/L	h/H	R_{fx}	R_{fx}	R_{fx}	R_{fx}	R_{fx}	波圧合力
1.02	10.7	164	0.065	0.407	0.31	3.27	258	280	1.09	190	1.36	14400
(4.0)	(1.6)	(24.6)										(48.5)
1.33	14.0	270	0.052	0.259	0.19	2.50	511	556	1.09	438	1.17	27090
(5.0)	(2.1)	(40.5)										(91.2)
1.57	20.2	332	0.061	0.210	0.15	1.73	971	951	0.98	738	1.132	47820
(6.0)	(3.0)	(49.8)										(161.5)
1.78	21.9	402	0.055	0.174	0.12	1.60	1236	1143	0.93	—	—	58530
(7.0)	(3.3)	(60.2)										(197.5)
0.98	9.8	163	0.054	0.368	0.31	2.84	216	252	1.17	163	1.33	12010
(4.0)	(1.3)	(24.4)										(40.4)
1.25	13.8	242	0.052	0.248	0.21	2.00	419	467	1.11	367	1.14	22575
(5.0)	(2.1)	(36.3)										(76.0)
1.55	20.2	316	0.064	0.190	0.16	1.24	941	899	0.96	—	—	45600
(6.0)	(3.0)	(47.4)										(153.9)
1.78	22.4	396	0.057	0.151	0.13	1.12	1221	1041	0.85	—	—	54820
(7.0)	(3.4)	(59.4)										(185.0)

図-6



D: セルの直径
L: 侵入波の波長
H: " " 波高
H_s: セル側部における波高
H_t: セル頂部における波高