

II-71 超大円柱に働く波の圧力

大阪市立大学工学部 正員 工博

永井 荘七郎

〃

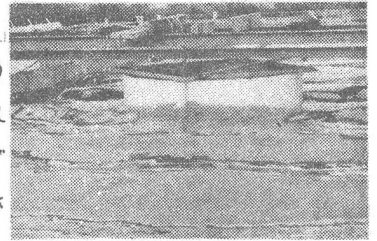
久保 直

〃 工修

時川 和夫

1. 緒言

円柱の直径が波の波長に比して小さい場合については従来多くの研究が発表されているが、円柱の直径が波長にほぼ等しいか、それ以上である場合についてはほとんど研究されていない。当研究室では建設省と国鉄より本州四国連絡橋橋脚に関する研究を依頼された。橋脚に働く波の圧力に関しては、橋脚が施工段階にある場合と、



(図-1)

完成後の場合とについて台風時の波を当てて実験を行ったが、ここでは施工後の橋脚に働く波の実験結果を報告する。実験は現地の $1/5$ の橋脚模型を用いて大型波浪水槽と使用して行った。

2. 実験装置

長さ 60m 巾 10m 、深さ 2.5m の大型波浪水槽を使用した。当実験においては巾 10m の中の 8m の部分を使用した。模型の縮尺は縦横とも $1/5$ である。(図-1)は実験状況を示す。

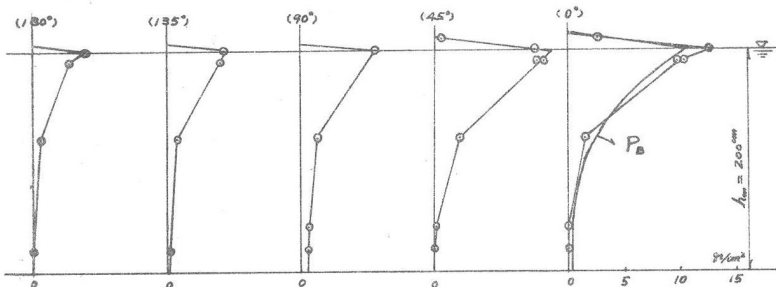
3. 実験方法

実験に用いた波は現地で周期 $T_p = 6.0\text{sec} \sim 13.0\text{sec}$ ($T_m = 1.2\text{sec} \sim 2.6\text{sec}$)、波高 $H_p = 1.8\text{m} \sim 3.9\text{m}$ ($H_m = 8.3\text{cm} \sim 15.7\text{cm}$)、波長 $L_p = 56.5\text{m} \sim 230\text{m}$ ($L_m = 2.26 \sim 9.24\text{m}$)、橋脚は直径 $D_p = 80.0\text{m}$ ($D_m = 3.20\text{m}$) の円形であって、水深は $h_p = 50.0\text{m}$ ($h_m = 2.0\text{m}$) である。橋脚に作用する波圧は、前面 ($0^\circ, 45^\circ$)、側面 (90°)、および背面 ($135^\circ, 180^\circ$) (図4参照) において、12個の波圧計を同時に用いて測定し、橋脚の円周面上に作用する波圧を測定した。波高の測定は9本の波高計を用いて橋脚円周面上の各点 ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$) の波高、および橋脚前面より 10.0m と 13.0m 離れた位置に抵抗線式波高計を取付けて、侵入波の周期、波長、波高を測定した。

4. 実験結果

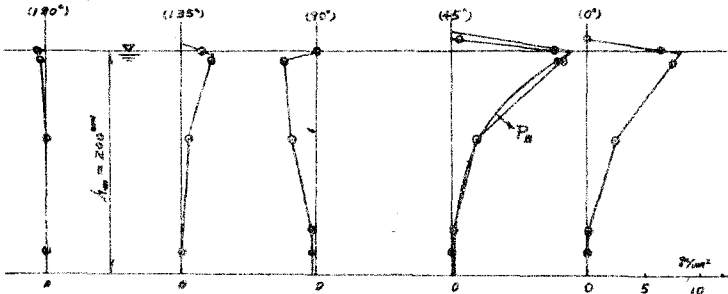
a) 橋脚に働く波圧 橋脚の前面および背面における波圧強度の鉛直分布の1例を示すと(図-2, 3) および(図-4)のごとくである。実験波の特性は $T_m = 1.4\text{sec}$ 、 $H_m = 14.7\text{cm}$ 、 $L_m = 300\text{cm}$ 、 $H/L = 0.049$ 、 $h/L = 0.67$ である。(図-3)の場合の波圧分布が橋脚の左右で対称に働くものと考えて、頂

(図-2) 各点の鉛直線上の最大同時波圧分布

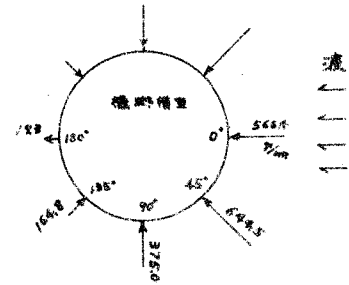


部から 45° の鉛直線上に働く波圧の合力が最大である時刻の橋脚1本に作用する同時波圧は(図-4)のごとくなる。上図より橋脚1本当たり作用する波圧合力は $P_{e(\max)} = 144.2\text{kg}$ となる。同様にして数種の波について行った実

(図-3) (45°)の点の鉛直線上が最大同時波圧になる時の各鉛直線工の波圧分布



(図-4)



実験結果を示すと表-1のごとくである。いずれの波においても、橋脚円周上(45°)のところに波の山が来た時に橋脚1本に働く波圧合力がほぼ最大になったので、表-1にはその時の同時波圧の合力 $P_0(\max)$ 45° を記した。

橋脚の背面に働く波圧は侵入波の波長が短くなると減少する傾向がある。 D/L と P_0/P_0' の関係を示すと(図-5)のごとくである。

4. 橋脚円周上の波高分布 橋脚の前面(0°, 45°)側面(90°)および背面(135°, 180°)における波高測定の結果を示すと(図-5)のごとくである。

5. 実験結果の考察

橋脚前面(0°, 45°)においては侵入波が反射されて重複波が生じる。従って波圧強度および波圧分布は重複波の最大同時圧(A)式および(B)式の値によく合っている。又背面における波圧は前面のほぼ1/2倍の波圧強度となっている。波高に關しても同様、橋脚前面においては侵入波高のほぼ2倍の波高になり背面においては、ほぼ1/2倍の波高になっている。

6. 結論

①超円柱に働く波の圧力は、その前面においては(0°±45°)侵入波が反射されるために重複波を生じ、従ってその波圧分布および波圧合力は重複波の最大同時波圧(A)式および(B)式の波圧分布とほとんど同じである。②超円柱1本に働く波圧合力は重複波の最大同時波圧式(B)式および(A)式より求めた単位巾当たりの波圧合力が、円柱の前面に一樣に分布するものと考えて算出した波圧合力($P_0 \times D$ または $P_A \times D$)より4.0~40.0%小さい。

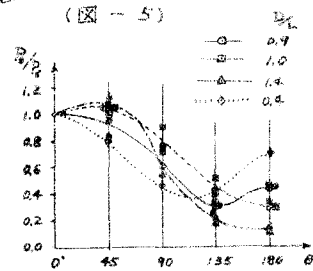
参考文献 ①永井莊七郎:「浅海波および深海波の重複波の圧力式」第12回海岸工学講演会講演集 1965. ②Wiegand: Oceanographical Engineering Wave Forces on Large Circular Cylinder P.272

表-1

No	T_m (sec)	H_m (cm)	L_m (cm)	H/L	h/L	D/L	P_0/P_0' (P.2)	P_0/P_0' (P.1)	P_0/P_0' (P.3)
1	1.2 (6.0)	9.8 (2.5)	288 (57.6)	0.043	0.88	1.42	81.1 (1268)	305.0	0.33
2	1.2 (6.0)	12.5 (3.1)	266 (56.5)	0.055	0.84	1.40	91.9 (1530)	371.8	0.82
3	1.4 (7.0)	8.3 (2.1)	309 (77.2)	0.027	0.65	1.03	10.2 (410)	31.35	0.75
4	1.4 (7.0)	11.2 (2.8)	310 (77.5)	0.036	0.65	1.03	48.4 (1537)	490.3	0.63
5	1.4 (7.0)	14.7 (3.7)	300 (75.0)	0.049	0.67	1.07	144.2 (2250)	594.0	0.76
6	1.6 (8.0)	7.2 (1.8)	356 (89.0)	0.020	0.56	0.90	30.5 (2553)	332.1	0.66
7	1.6 (8.0)	10.6 (2.7)	344 (86.0)	0.031	0.58	0.93	11.6 (555)	523.9	0.60
8	1.6 (8.0)	12.4 (3.1)	366 (91.5)	0.017	0.55	0.88	129.3 (2003)	646.6	0.62
9	2.6 (13.0)	15.7 (3.9)	924 (23.1)	0.017	0.22	0.35	666.0	245.3	0.96

()内は 現地

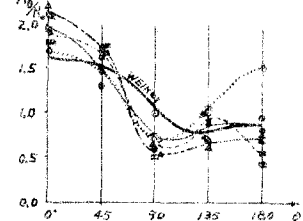
(図-5)



P_0 : 橋脚の各点の鉛直線上の波圧合力

P_0' : 橋脚の(0°)の点の鉛直線上の波圧合力

(図-6)



H_0 : 橋脚各点での波高

H_0' : 侵入波高