

II-73 護岸に作用する風浪の波力に関する一実験

東京大学工学部 正会員 工博 本間 仁
 東京大学工学部 正会員 工博 堀川清司
 東京大学工学部 正会員 ○長谷直樹
 東京大学工学部 高橋英雄

§1 緒論

われわれは従来規則的な波によって護岸に作用する波力の問題を取扱ってきた。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾しかしながら現地の波圧の記録と実験値との対比を行なうためには、不規則な波による波圧の統計的な性質について知る必要がある。そこで今回は風洞水槽を用いて不規則な波を発生させ、これらの波が直立護岸に作用する全波力を測定した。かくて波高、周期、波力それぞれの統計量の間の相互関係を調べ、現地観測によりえられた統計量との比較、ならびに規則的な波による従来⁽¹⁾の結果との比較検討を行った。

§2 実験装置

実験に用いた風洞水槽は長さ36 m、幅0.6 m、高さ0.9 mであり、一端には送風機と造波機が取り付けられてあり、同時に運転することも可能である。他端には海底勾配 $1/30$ をつくり、全波力測定装置を斜面上に設置した。測定の方法は従来と同じく2点にロード・セルを取り付け、ビヅグラフにて記録した。海底勾配については、従来は $1/15$ であつたものを今回は $1/30$ として、筆者らが先に提案した公式の適用性を調べることをも意図した。

§3 $\bar{\gamma}$, $\bar{H}$, $\bar{P}$ の統計的性質

現地波浪の統計的諸性質については既に多くの事実が知られており、風浪の場合には狭間波数帯として取扱つた Longuet-Higgins の理論がよくあてはまると言われている。一方風洞水槽における波浪の特性は却る Gauss 分布に近いことは既に報告した通りである。⁽⁴⁾ そこで今回われわれのえた周期 $\bar{\gamma}$ 、波高 $\bar{H}$ 、全波力 $\bar{P}$ についての記録を

表-1 実験結果

調べ、累積頻度曲線として示したのが図-1 である。なお図中には比較のために新潟面海岸でえられた資料も併せて示した。両者の相異は余り顕著ではないが、実験資料の方がより正規分布に近いといえよう。

そこで実験資料ならびに現地観測資料の一部について $\bar{\gamma}$, $\bar{H}$, $\bar{P}$ (または $\bar{\gamma}$) の平均値 $\bar{\gamma}$, $\bar{H}$, $\bar{P}$ (または $\bar{P}$)、分散 σ_{γ}^2 , σ_H^2 , σ_P^2 (または σ_P)、および $1/\sigma$ 最大

	d' cm	$\bar{\gamma}$ sec	σ_{γ} sec	$\frac{\sigma_{\gamma}}{\bar{\gamma}}$ %	$\bar{H}$ cm	$H_{1/3}$ cm	σ_H cm	$\frac{\sigma_H}{\bar{H}}$ %	$\frac{H_{1/3}}{\bar{H}}$	$\bar{P}$ kg	$P_{1/3}$ kg	σ_P kg	$\frac{\sigma_P}{\bar{P}}$ %	$\frac{P_{1/3}}{\bar{P}}$
II-3	8	1.87	0.20	10.5	12.1	13.4	0.98	8.1	1.11	5.04	5.83	0.56	11.0	1.15
II-4	8	1.81	0.11	6.1	13.5	14.7	1.13	8.4	1.09	6.51	7.72	1.07	16.4	1.19
III-4	6	1.21	0.03	2.2	8.1	9.0	0.82	10.2	1.11	3.20	4.12	0.74	23.2	1.29
III-5	6	1.21	0.04	3.7	10.6	11.8	1.11	10.5	1.11	3.31	4.35	0.63	18.9	1.31
III-6	6	1.37	0.05	3.6	13.1	14.2	1.14	8.7	1.08	4.00	4.43	0.56	14.0	1.11
III-9	6	0.83	0.11	16.6	7.0	9.0	1.86	26.5	1.27	1.99	2.65	0.65	32.4	1.33
IV-1	4	2.51	0.06	2.2	13.9	16.3	1.87	13.5	1.17	1.81	2.23	0.46	25.4	1.23
IV-2	4	2.55	0.02	0.9	17.2	18.3	1.68	9.8	1.06	3.70	4.10	0.56	15.1	1.11
V-1	2	0.85	0.02	2.7	5.3	6.2	1.15	21.7	1.17	0.26	0.45	0.15	56.5	1.75
V-1'	2	0.88	0.14	22.0	10.8	13.7	2.80	21.0	1.27	0.98	1.25	0.74	15.0	1.27

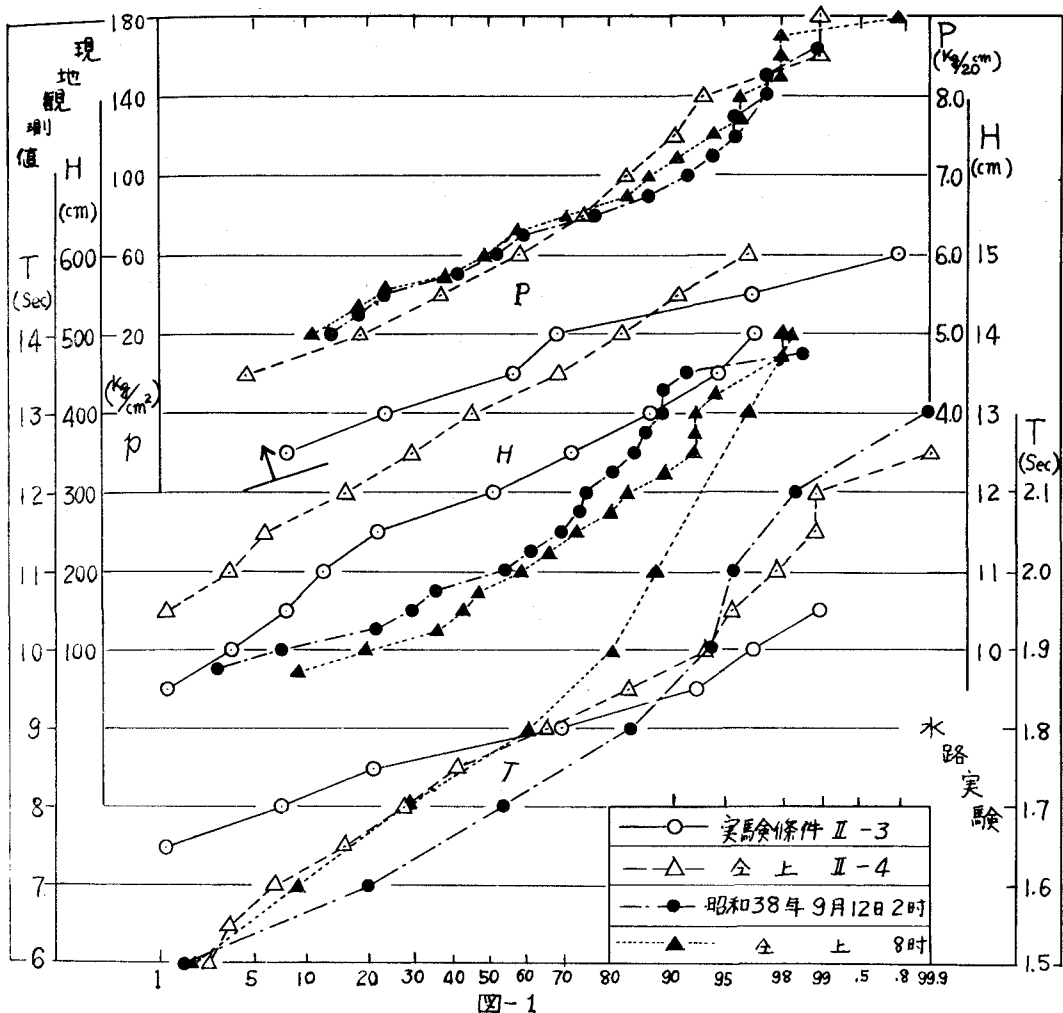


図-1

表-2 現地観測結果
(新潟西海岸：昭和38年10月12日)

値 $H_{1/3}$, $P_{1/3}$ (または $P_{1/5}$) を計算した結果が表-1 および表-2 である。先づ σ_p/p と σ_H/H の関係を示すと図-2 のようになり、真のうちのほうが大きい。ほぼ実験結果と現地の結果は同一の傾向によって表示できるといわれる。すなわち波高 H の分散の度合いが大きい程、波高 P の分散の度合いも大きいことを示している。われわれは碎波後の波を対象としているとは

時刻	d' m	$\bar{T}$ sec	σ_T sec	$\frac{\sigma_T}{\bar{T}}$ %	$\bar{H}$ cm	$H_{1/3}$ cm	σ_H cm	$\frac{\sigma_H}{\bar{H}}$ %	$\frac{H_{1/3}}{\bar{H}}$	$\bar{P}$ $\frac{kg}{cm^2}$	$P_{1/3}$ $\frac{kg}{cm^2}$	σ_P $\frac{kg}{cm^2}$	$\frac{\sigma_P}{\bar{P}}$ %	$\frac{P_{1/3}}{\bar{P}}$
0	1	8.04	1.94	24.1	153	279	78	50.8	1.83	57.4	90.0	27.5	47.9	1.57
2	1	8.54	1.29	15.1	236	370	116	50.4	1.57	65.2	98.0	30.6	46.9	1.50
8	1	9.50	1.82	19.2	206	347	106	51.5	1.68	68.7	110.0	33.9	49.3	1.60
10	1	9.21	1.08	11.7	187	302	56	30.0	1.62	82.5	131.0	40.5	49.0	1.59

言え、襲来する波高が広くばらついているとすれば、その中には水深との関係において重複波圧を呈するものの碎波波圧、更には碎波後の波圧に至るまでのものを包含する可能性があり、従って波力のちらばりも大きくなると考えられる。

そこで統計量として ($H_{1/2}$, $\bar{H}$), ($P_{1/2}$, $\bar{P}$) をとり、それぞれ水の向の関係を示したのが図-3である。現地観測の $H_{1/2}/\bar{H}$ は狭周波数帯として求めた Rayleigh 分布から理論的に導き出される $H_{1/2}/\bar{H} = 1.60$ の値にかなり近く、 $H_{1/2}/\bar{H} = 1.6 \sim 1.8$ であるが、実験値は Gauss 分布に近いために、その分布にも左右され $H_{1/2}/\bar{H} = 1.1 \sim 1.3$ の範囲にある。また $H_{1/2}/\bar{H}$ の増大に伴って $P_{1/2}/\bar{P}$ の値も増大する傾向をもち現地の値に近づいて行くようである。このようなことから実験の波力は図-1にも示されたように Gauss 分布で表示されると考えてよいであろう。一方において現地観測結果によれば $P_{1/2}/\bar{P} = 1.5 \sim 1.6$ の値をとり、波高についての関係とほぼ一致する。これはまた、先の報告で現地の波圧は Rayleigh 分布で有意に表示されると述べた事実を裏書きしている。

§4 波圧公式との比較

筆者らが先に碎波後の波圧について提案した分布公式から各堤脚水深に対して全波力を容易に計算することができ、そこで前回の報告と同様にこの計算結果と実験値との対比を試みよう。そもそも波圧公式は海底勾配 1/15 の場合について、平均波圧の値を用いて導いたものであるが、果して今回の 1/30 の場合についても適合するかが問題となる。しかしながら規則波についての実験資料から判断すれば、十分に満足すべきものであることが明らかとなった。

さて規則波を用いても個々の波力の値は分散をもっており、不規則な波によってはその分散の度も

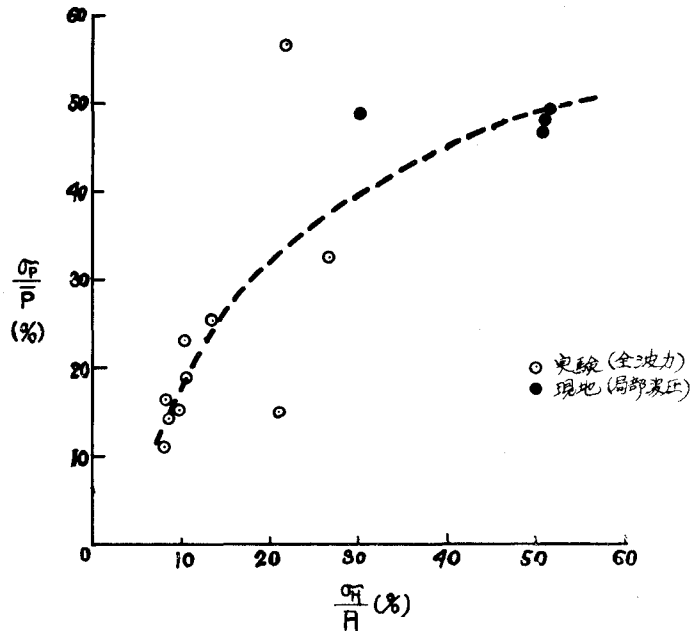


図-2

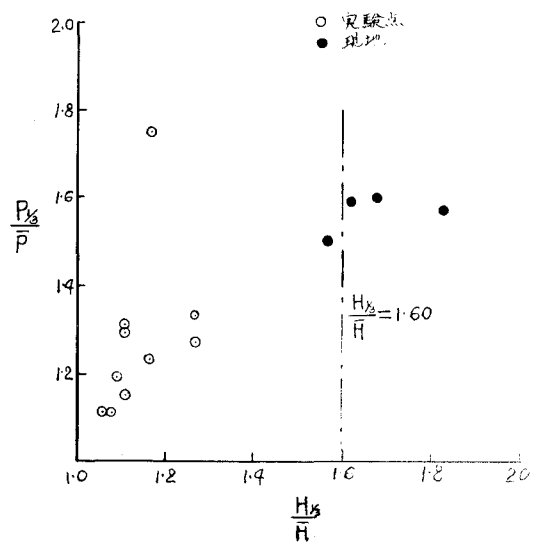


図-3

大きいことは先に示した通りである。

そこで次の問題はいかなる統計量をもって計算値と対比させるかである。公式は平均波圧を用いて求められた事実からすれば今回も平均値 $\bar{P}$ を用いるのが妥当のように考えられる。図-4は計算曲線と実験値(平均値)との比較を示したものである。図中明らかに碎波となったもの、および水深に比較して波高が小さく重複波となったものについては記号を異にして図示した。これから傾向は全く一致し、かつその適合度もほぼ満足すべきものと判断して差支えないであろう。

以上述べてきた事柄から少くとも海底勾配 $1/30$ の場合についても碎波後の波による波圧公式を適用することがで

きることを知った。ただし計算でえられる波圧は平均値であり、現実にはかなり大きな分散度をもつことも十分に考慮しなければならぬ。例えば最大波圧を一応設計波圧として考えるとすれば、計算値の1.6倍位の値をとらねばならない。

本研究は昭和39年度文部省特定研究(主任研究者北大岸力教授)の分担研究として実施してきた研究成果の一部であることを付記する。

参 考 文 献

- 1) 本間 仁・堀川清司・長谷直樹: 護岸に働く波力について, 第9回海岸工学講演会講演集, 1962.
- 2) 本間 仁・堀川清司・長谷直樹: 海岸堤防(護岸)に作用する波圧の分布について, 第10回海岸工学講演会講演集, 1963.
- 3) 本間 仁・堀川清司・長谷直樹: 海岸護岸に働く全波力に関する実験的研究, 第11回海岸工学講演会講演集, 1964.
- 4) 堀川清司・小森修藏・松田芳夫: 水压式波浪計に関する一考察, 第19回土木学会年次学術講演会講演概要, 1964.

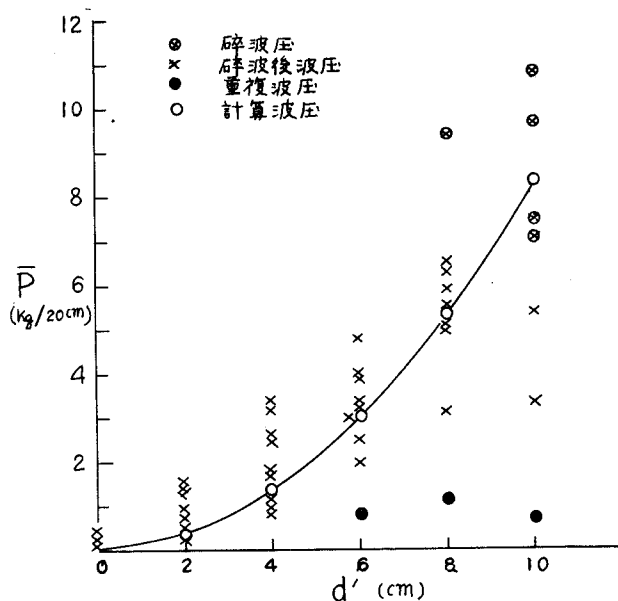


図-4 平均全波力と堤脚水深との関係