

大阪大学工学部 正 員 ○後野 正雄
大阪大学工学部 正 員 榎木 亨
兵庫県 土木部 正 員 吉村 文章

1. まえがき : 棧橋床版に働く波による揚圧力についてはすでに伊藤ら、谷本らを始めとするいくつかの研究がある。これらの研究では床版模型としてリブのない平板模型を用いたものがほとんどである。また永井ら、谷本らの研究により、棧橋床版に働く揚圧力に対しては、床版と波との間に閉じ込められる空気が非常に重要な影響を示すことが指摘されている。一方現地の棧橋においては床版下面に杭との接合、あるいは床版の補強のためにリブ(桁)が設計され、このリブ(桁)の存在によって床版下面に空気が閉じ込められやすくなっている。従ってこのリブの存在によって床版に作用する揚圧力の特性がいかに変化するかを調べる必要があるとあり、本研究はこのリブの有無による揚圧力特性の変化を実験的に明らかにしようとしたものである。

2. 実験方法 : 実験は大阪大学既存の1.5m幅2次元大型水槽を、1.0m幅、0.5m幅の2つの水路に分割し広い水路内に床版模型を設置し、他方は入射波の計測用とした。床版模型は図1に示すように80cm×74cmの2つのスパンから成り、スパン間および岸壁と床版との間には10mmの目地が設けられている。また床版模型と水槽側壁との間は空気が逃げないように埋め込み、2次元性を保つようにした。また図中に示したリブの寸法・配置、ならびに床版の寸法は既存の棧橋を参考に縮尺1/20で作製したものである。揚圧力の計測は空中での固有振動数4kHz受圧面積0.16cm²の埋め込み式波圧計6個、固有振動数10kHz受圧面積0.28cm²の貼付け型波圧計2個をリブで囲まれたブロックの中央に設置した。以後波圧計は沖側より測点No.1~8として表わす。また床版下の水深は1:3.5のマウンド形状を有している。実験で用いた波は波形勾配 $\frac{1}{L} \approx 0.025, 0.050, 0.075$ の3種類、棧橋長 $L(=150\text{cm})$ と波長の比 $\frac{L}{\lambda} \approx 0.37, 0.74$ の2種類とし、静水面と棧橋床版との距離(クリアランス)Dは水深 H を変化させることによって種々の値を与えた。これは実験装置の都合上 $D+H = \text{一定}$ となるためである。

3. 波圧の空間分布 : 図2、図3はそれぞれリブ付床版模型、平板模型に働く揚圧力の空間分布を示したものであって、縦軸に入射波高 H で無次元化した波圧を、横軸は岸壁前面から波圧計までの距離 X を棧橋先端での波長 L で除したものである。両図ともクリアランス8cm、入射波高10.2cm、周期1.16secのほぼ同一の条件による結果であり、図中の記号□は規則波30波による平均値、◇はそのうちの最大値を示している。床版に作用する揚圧力はリブ付、平板にかかわらず衝撃的な特性を示し、碎波波力と同様に規則波実験においても一波ごとに異なる揚圧力を示すことから平均値および最大値を示したものである。両図ともに $X/L=0$ 、および0.4でピークが表われており、これは床版下で形成される重複波の腹の位置に相当している。他の実験ケースにおいてもピークの

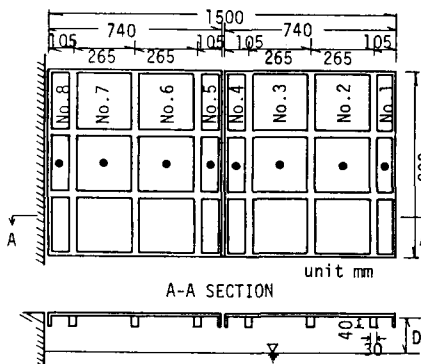


図-1 床版模型

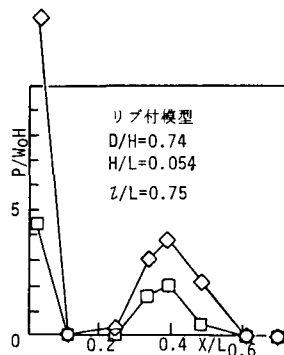


図-2 空間分布(リブ付)

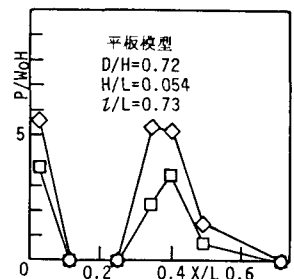


図-3 空間分布(平板)

位置と重複波の腹の位置は対応しており、揚圧力の空間分布の形状に関してはリブによる影響は見られなかった。

4. クリアランスに伴う変化 : 揚圧力の絶対値に対するリブの効果を知るために無次元クリアランス D/H に伴う無次元揚圧力の変化を示したのが図4, 5および図6, 7である。図4, 5は $z/L=0.74$, $H/L=0.050$ のケース、図6, 7は $z/L=0.37$, $H/L=0.025$ のケースを示し、図4, 6はリブ付模型、図5, 7は平板模型の結果を表わしている。図中に示した測点 No. 4, 5, 8は本実験で比較的大きな波圧を示した測点であり、図中の結果は30波の平均値である。

(i) $z/L=0.74$ の場合 : $z/L=0.74$ の場合は図2, 3に見られるように重複波の腹が測点 No. 4, 5にも現われるので図4, 5の No. 4, 5, 8に注目すると無次元揚圧力の概略的な傾向はリブ付、平板ともに D/H が $0.5 \sim 0.8$ でピークを持つ山形の変化を示している。しかし No. 4, 5ではリブ付模型における最大値が平板模型におけるそれを上まわっており、リブを設置した場合の方が平板の場合より危険側となることわかる。また $D/H=1.2$ 付近においても、平板模型では揚圧力が作用していないのに対しリブ付模型では測点 No. 4で $2\pi\phi H$ もの揚圧力が生じており、リブを設けることによって潮位のより低い状態でも揚圧力が作用しうることわかる。

(ii) $z/L=0.37$ の場合 : 図6, 7は $z/L=0.37$ の場合の結果であり、このケースは測点 No. 8でのみ強大な揚圧力を示すことから、No. 8の結果について考察する。無次元揚圧力の概略的な傾向は図6のリブ付模型では $D/H=0.9$ 付近にピークを持つ山形の変化を示しているが、図7の平板模型では D/H が小さくなるにつれて揚圧力は大きくなっており、室田あるいは合田らの研究結果と同じ傾向を示している。両図を比較して明らかに床版下面のリブが揚圧力に与える影響としては $D/H > 0.6$ においてリブ付模型に作用する揚圧力が平板の場合より大きいこと、およびリブ付模型の最大値と平板模型の最大値とが同程度の絶対値を示していることである。 D/H の小さな領域においてリブ付模型の揚圧力が平板模型のそれより小さな値を示しているのはリブによって波が衰減し、床版下での重複波の形成が妨げられて床版に接触する際の水面上昇速度が小さくなっていること、およびリブによる空気の閉じ込めによるものと考えられよう。逆に D/H の大きな領域でリブ付模型の方が揚圧力が大きくなる原因としては流体の水平方向運動がリブによって妨げられ、リブで囲まれたブロック内に水塊が閉じ込められることにより、付加質量の時間増分が大きくなったためと筆者らは考えているが、現段階では明確な結論は得られていない。

5. あとがき : 栈橋床版下面に設置されたりブによって空気が閉じ込められ、平板に比して揚圧力は小さくなると考えられがちであるが、本実験ではむしろ逆の結果が得られている。今後この原因を明らかにし揚圧力低減化工法を求めるための基礎資料としていく所存である。

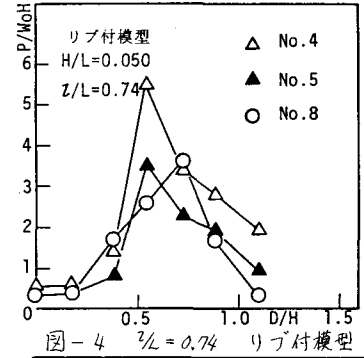


図-4 $z/L=0.74$ リブ付模型

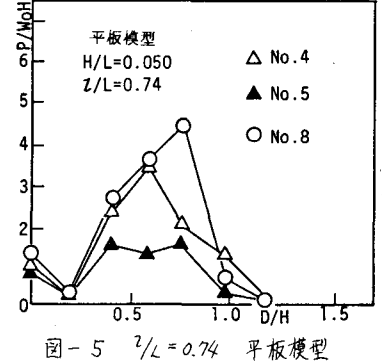


図-5 $z/L=0.74$ 平板模型

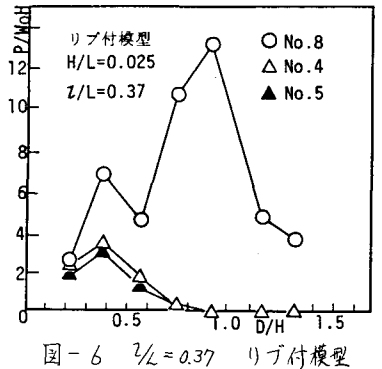


図-6 $z/L=0.37$ リブ付模型

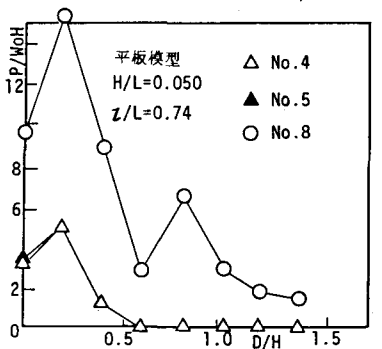


図-7 $z/L=0.37$ 平板模型