

揚圧的な衝撃波圧を受ける水平 RC 版の挙動

早稲田大学理工学部

学生員 伊藤 公一

早稲田大学理工学部

フェロー 清宮 理

国土交通省港湾技術研究所 正会員 下迫 健一郎

東亜建設工業株式会社 正会員 大木 泰憲

1.はじめに

衝撃的な波圧は、波面と構造物の衝突によって発生するものであり、海の構造物にとって非常に危険な波圧である。例えば、強大な衝撃砕波圧によるケーソン壁の破壊事例は少なくなく、また栈橋上部工が衝撃的な揚圧力によって破壊することもある。しかしこの衝撃波圧は各種の条件下で性状が異なり、かつ非常に短い時間で作用するため現象の把握が困難である。本研究は、大規模水路によって波による衝撃力の基本的なデータを得ることを目的としており、反射壁前面に単純な鉄筋コンクリート製(RC)の版を置き、重複波の波面の衝突による衝撃揚圧力を作用させている。実験では、衝撃波圧の波圧特性や RC 部材の動的応答特性の基本的な事項を検討している。写真 1 は実験の様子を示すもので、実規模の RC 部材に衝撃的な揚圧力が作用し、沖側に衝撃波による飛沫が上がっている。

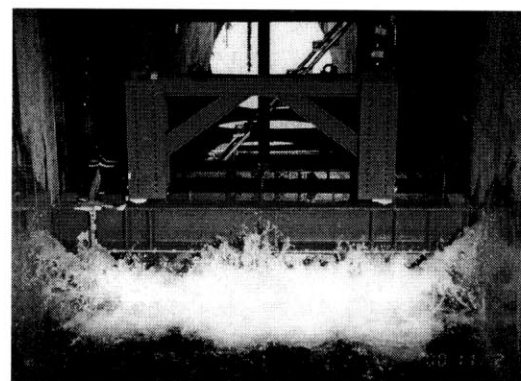


写真 1 RC 版に作用する波

2.RC 版衝撃波圧応答実験

2.1 実験方法

全長 184m、内幅 3.5m、深さ 12m の大規模水深水路内に、造波機から 120m 地点に反射壁を設置して重複波を発生させ、反射壁の直前に設置した実規模の水平版に約一分間衝撃揚圧力を作用させた。水深は 5m で、実験波は規則波（波高 75cm、周期 3s）であり、水面と RC 版のクリアランスは 30cm とした。

図 1 に示すように実験体は厚さ $d=20\text{cm}$ 、幅 $L_w=40\text{cm}$ 、長さ $L_B=280\text{cm}$ （固定部を含め 342cm）の RC 部材であり、部材の内部には D13 鉄筋を上下それぞれ 3 本・計 6 本、D10 鉄筋を上下それぞれ 4 本・計 8 本を 10cm 間隔で入れている。また、コンクリートの圧縮強度は設計値として 24N/mm^2 と定めた。計測地点は図 2（表示単位は mm）に示したように、波圧計 20 箇所、コンクリート表面歪みゲージ 5 箇所、鉄筋歪みゲージ 15 箇所、加速度計 3 箇所である。

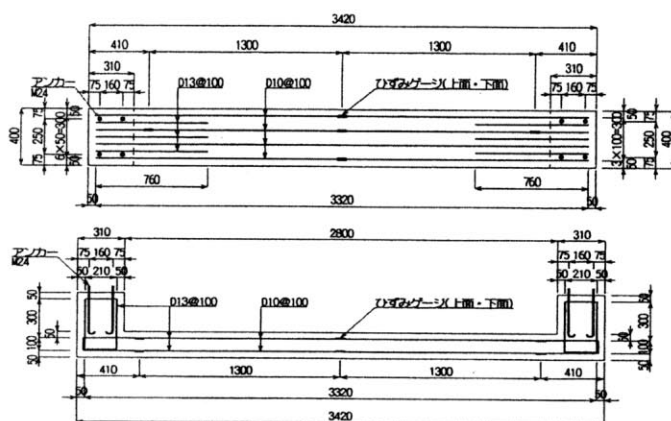


図 1 実験体の上面図と断面図

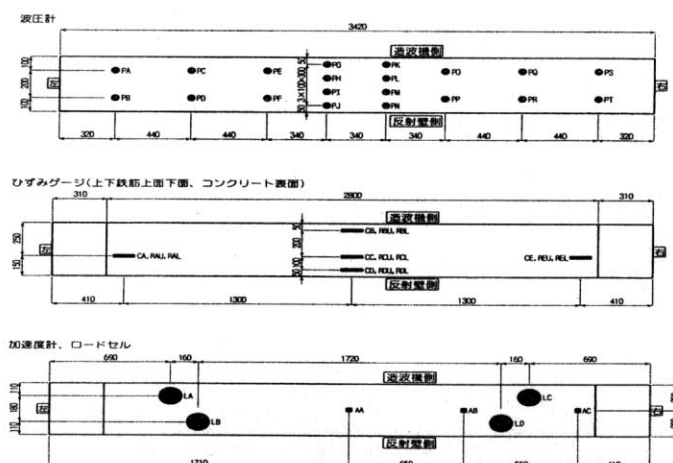


図 2 各計測機器の計測地点

キーワード： 衝撃波圧、波圧実験、RC 版

連絡先：〒169 - 8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 16F-01 TEL&FAX03-5286-3852

2.2 実験結果

約一分間重複波を作用させた結果、波面と構造物の衝突によって13回もの衝撃波圧が発生した。そこで今回は開始から38.2(s)~38.8(s)の0.6秒間に発生した衝撃波圧に注目してみる。ただし、生データはノイズがのっていたので、高周波成分(約75Hz以上)と低周波成分(約0.1Hz以下)をカットしてノイズを削除した。

図3および図5に示すように、波は初めにRC版の中央部から衝突し、造波機側・反射壁側、左右方向に移行している。版全体に伝わるのは0.04(s)とかなり短い時間ではあるが、同時には波が版に衝突しなかった。衝撃波の継続時間は0.09(s)であり、このピークには位相のずれがあり、一番立ち上がりの鋭いものでは、立ち上がり時間は0.008(s)であった。

図4に示した20点の波圧計の合力のピーク値は $T=38.49(s)$ のとき3.37(tf)である。この合力では各位置での衝撃波のピークは隠れ、重複波の合計となっている。RC版のコンクリート表面の歪みは、引張側を正、圧縮側を負として計測した。

図6に示したようにコンクリート表面の中央部と端部では符号が逆転しており、中央部では引張力が、端部では圧縮力が作用している。また、ピーク値の差はあるものの時間成分では同一挙動をしている。コンクリート内部に取り付けられた鉄筋の歪みも同様な挙動を示した。

図7に示した加速度は上向きを正とし、これもまた時間成分では同一挙動をしており、版の中央部から離れる程ピーク値が小さくなっている。

各計測機器のピーク値を表1に示す。

表1 ピーク値

3.まとめ

波の移行状況や衝撃波の立ち上がり開始時間の各点間の異なりから判断すると、RC版には三角形分布の形状をした波圧が作用していた。歪みの波形や加速度の波形は、個々の波圧の波形

よりも波圧の合力波と対応した波形となっていた。つまり、版は衝撃波圧のピーク成分には応答していなかった。

参考文献：高橋重雄他 衝撃波力によるRC版の破壊のメカニズムに関する基礎実験，海岸工学論文集 Vol.46, pp.811-815, 1999

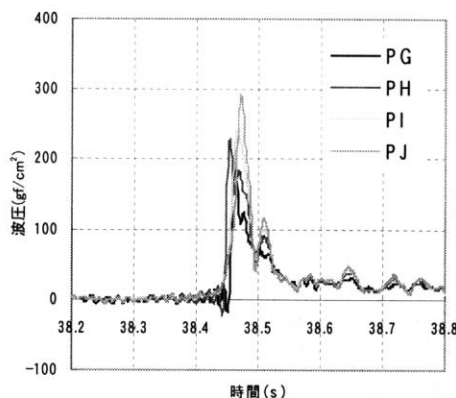


図3 波圧の分布状況

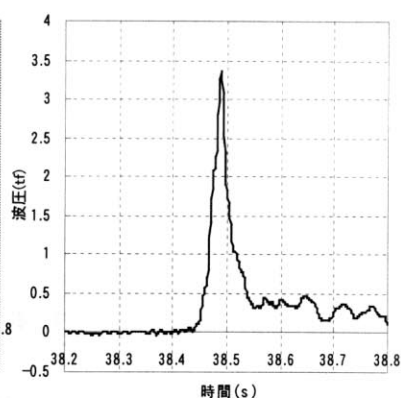


図4 波圧計の合力

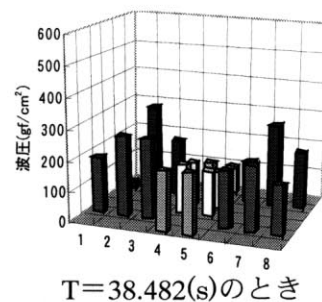
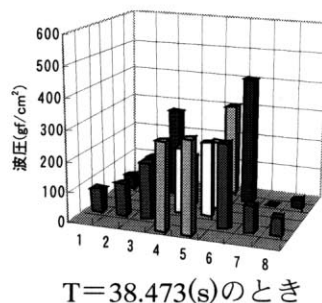
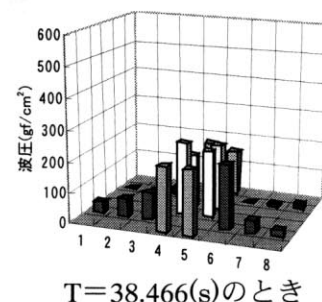


図5 波圧の移行の様子

	ピーク値
波圧	200~530(gf/cm ²)
コンクリート表面の歪み	-27~-35($\mu\epsilon$), 30~36($\mu\epsilon$)
コンクリート内部の鉄筋歪み	-16~-23($\mu\epsilon$), 15~19($\mu\epsilon$)
加速度	0.3~0.5(G)

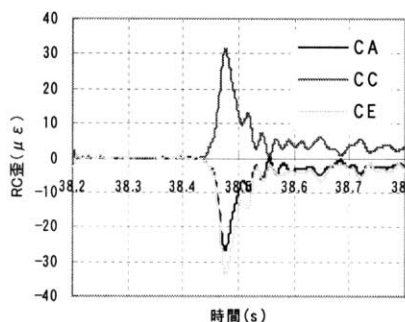


図6 RC歪みの分布

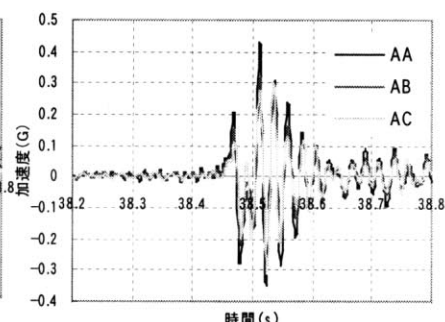


図7 加速度の分布