

I-B 392

ゆるい砂地盤に建設されたケーソン式護岸の地震時挙動に関する模型振動実験

電力中央研究所 正会員 栃木 均  
 東京電力 正会員 藤谷昌弘

1. はじめに

防波堤や護岸の建設においては基礎となる海底地盤が軟弱な場合もあり、大地震時には、海底地盤の変形や液状化などにより天端高の減少や水平変位などが問題となる。この場合、実設計においては主として滑り安定解析など地盤の強度に着目した検討が行われており、これらの検討の他、地震時挙動を設計に反映させる目的で、堤体や地盤の変形形状や変形の大きさについての検討が必要とされている。本研究では、海底が岩盤である場合の検討<sup>1)</sup>に引き続き、海底地盤の表層にゆるい砂層がある場合についての振動台による模型実験を実施した。液状化などにより海底砂層に変形が生じた場合の防波護岸の地震時挙動について検討した例について報告する。

2. 実験方法

模型は幾何縮尺を1/50とし、Clough-Pritzの相似則を考慮して形状、寸法を定めた。原型とした断面は、水平震度 $K_H=0.2$ 、沖波波高10mとして現行の手法に基づく試設計算により定めた。図1に模型の概要を示す。実験の基本条件として、海底地盤の表層に厚さ10mのゆるい砂層がある場合を想定した。海底砂層および背後地盤の埋立は、標準砂である岐阜砂を用いてゆる詰め状態に作成した。砂層の上には実際の捨石<sup>2)</sup>と相似粒度の碎石によりマウンドを形成し、ケーソンを据付けた。消波ブロックは、実物と相似形の0.6kg/1個のモルタル模型を用い、砂層の上に厚さ2cmのグラベルマットを敷き、1:2の勾配で乱積みにした。完成した模型の相対密度は、海底砂層：55%、捨石マウンド：90%、背後地盤：41%であり、消波ブロックの空隙率は46%である。計測項目は、ケーソンの加速度、変位、海底砂層と背後地盤の加速度、間隙水圧、沈下、ケーソンの壁面に作用する土圧、動水圧、消波ブロック圧である。加振は、主として正弦波により行い、共振点付近（28Hz、25波）で加振をした後、振動数を5Hzとし、200gal、400galと加速度を大きくして模型の動的な変形状態を調べた。

3. 実験結果

図2に、海底砂層と背後地盤の過剰間隙水圧を示す。入力波は、5Hz、400galの正弦波10波であり、最大過剰間隙水圧の分布と共に各点の時刻歴を有効上載圧で除して示した。同図で、マウンド直下の砂層では、

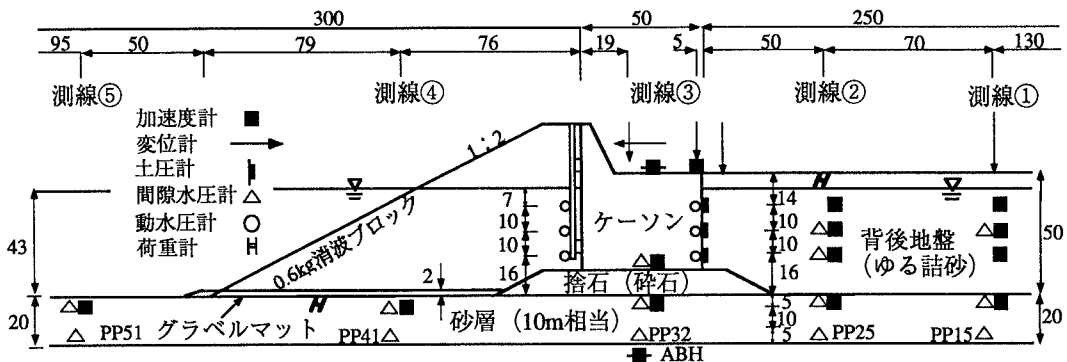
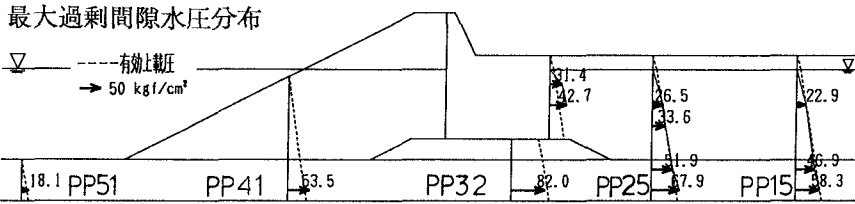


図1 実験模型の概要（幾何縮尺1/50、奥行き1m、寸法の単位はcm）



ケーソンの上載圧の影響により他の領域よりも拘束圧が大きくなっている。過剰間隙水圧の最大値は、背後地盤から海底砂層の深部に至るまで全領域で上昇し有効上載圧付近まで達しているが、マウンド直下（PP32）や消波ブロックの下（PP41）では過剰間隙水圧の消散が著しく速いことが示されている。これは、捨石やグラベルマットの透水性が高いためであり、ゆるい砂層がある場合でも捨石マウンドや消波ブロックの下などの地盤は液状化しにくい領域となることを示している。図3では加振後の変形状態を示した。マウンド直下の砂層では繰返しせん断による塑性変形が生じ、その影響でケーソンに水平変位と沈下が生じている。背後地盤では液状化による沈下が全領域に及んでいる。消波ブロックについては加振ごとの変位を示したが、底部のブロックが砂層に沈み込んだため、斜面に沿って変位し天端高が減少する挙動が示されている。

図4では、ケーソンに作用する力として、慣性力、土圧、消波ブロック圧、海側および陸側の動水圧を求め、それらの大小関係を比較した。背後地盤に液状化が生じた場合、土圧に代わって動水圧が、慣性力に次いで大きくなり、それらに抵抗する力として消波ブロックの圧力が高まる挙動が示されている。

【参考文献】1) 栃木 均：防波護岸の模型振動実験とその数値シミュレーション，第9回日本地震工学シンポジウム，1994。2) 荘司喜博：大型三軸圧縮試験による捨石材のせん断特性に関する考察，港湾技研報告，第22巻，第4号，1983。

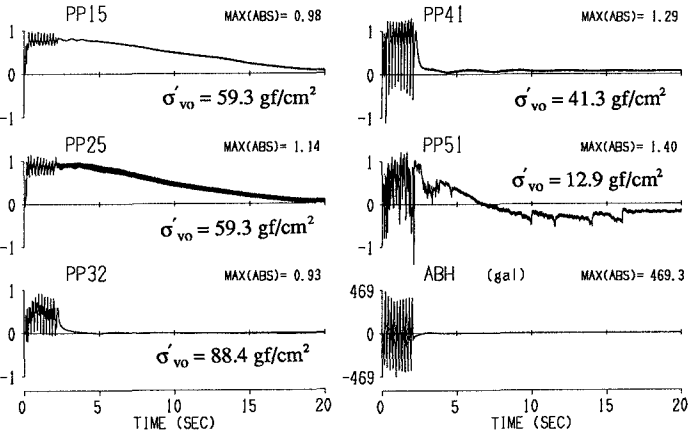


図2 海底砂層の過剰間隙水圧（5Hz,400gal,10波）

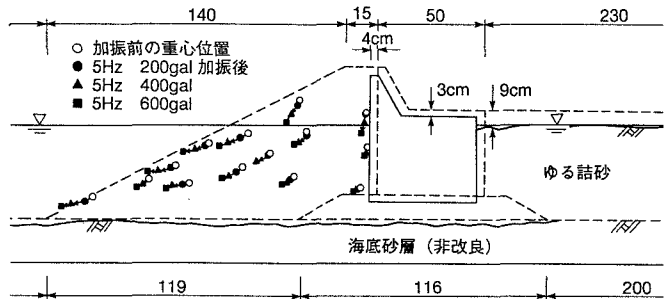


図3 加振後の変形形状

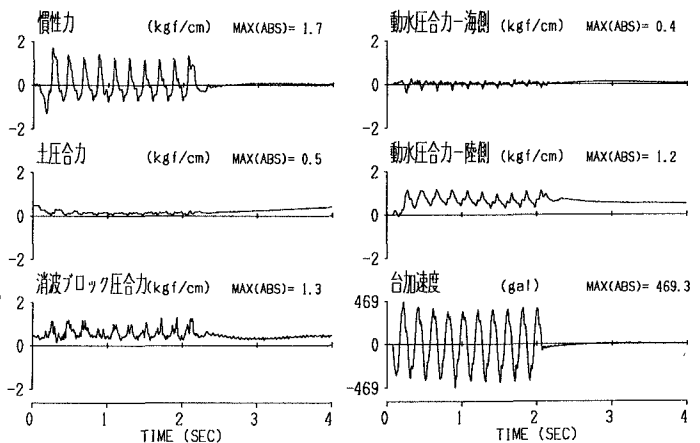


図4 ケーソンに作用する力の比較（5Hz,400gal,10波）