

I - B 260

地震観測によるケーソン式護岸の震動挙動－背後地盤がない場合

電 中 研 正 会 員 栃 木 均
東京電力 正 会 員 石 川 博 之
東京電力 正 会 員 武 田 智 吉

1. はじめに

建設地点の水深が大きい場合、防波護岸の構造形式はケーソン式護岸となることが多い。ケーソン式護岸は、海底に捨石を投入してマウンドを築き、その上にケーソンを据え付けて建設される。その地震時挙動の評価においては、1個当たり最大1tonもの巨大な捨石材を積み上げたマウンドの増幅特性について検討しておく必要がある。本研究では、常陸那珂港において建設中のケーソン式護岸を対象とした地震時挙動観測を行った。岩着と非岩着による2種の地盤上でのケーソン堤の震動挙動について検討した結果を報告する。

2. 地震観測の概要

地震観測は、水深約18mの地点に建設中のケーソン式護岸を対象とし、地盤条件を異にする岩着および非岩着の2測点で実施している。図1に観測の対象とした護岸の断面を示す。観測点1(岩着)は海底地盤の表面に岩盤(泥岩)が露出している地点であり、ケーソンおよび岩盤内(GL-31.2m)の地震計とケーソン壁面の動水圧計および土圧計による観測を行っている。観測点2(非岩着)は厚さ約3.5mの砂礫層で岩盤が被われている地点であり、ケーソンおよび岩盤内(GL-33m)の地震計と砂礫層における間隙水圧計による観測を行っている。

両測点とも同一寸法のケーソンが設置されており、背後地盤がない状態で観測を開始した。ケーソンの内部には、観測機器を備えた鋼製の計器ボックス(2.7m×4.0m×H2.5m)を埋設し、観測データを収録している。収録したデータは定期的な保守・点検時に回収する。1995年の観測開始からこれまでに、福島県沖の地震(1996.2.17, マグニチュード6.6)など、20の記録が得られた。図2には、地盤の柱状図とPS検層の結果を示す。

3. ケーソン堤の震動挙動に関する岩着と非岩着の比較

(1) 最大加速度の増幅特性

観測点1(岩着)および観測点2(非岩着)におけるEW方向(護岸の法線直角方向)の最大加速度分布を図3に示す。岩着での最大加速度分布は、地盤内での増幅は小さいが、ロッキング振動による増幅が大きく、非岩着に比べてケーソン上端の加速度が大きくなる傾向にある。岩着の場合には、地盤剛性に比べて捨石マウンドの剛性が小さいため、地表

キーワード：地震観測，ケーソン式護岸，捨石マウンド，伝達関数，ロッキング振動

〒270-1194 我孫子市 我孫子 1646 TEL 0471-82-1181 FAX 0471-84-2941

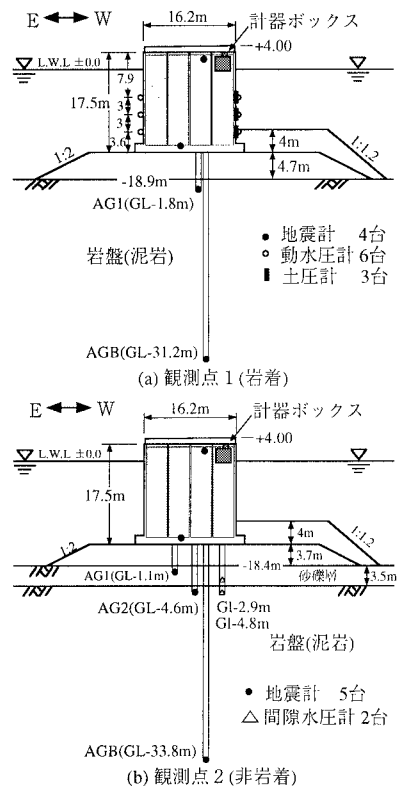


図1 計測器の配置

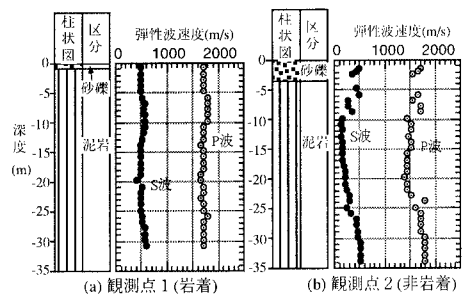


図2 地盤の弾性波速度

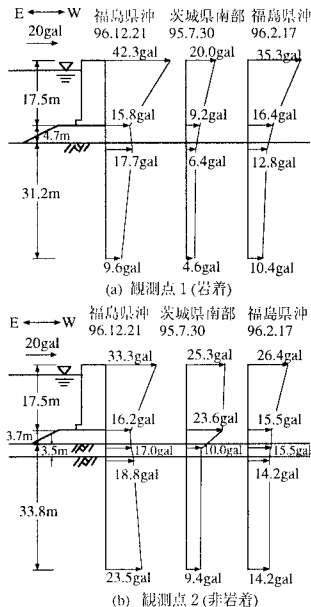


図3 観測波の最大加速度分布

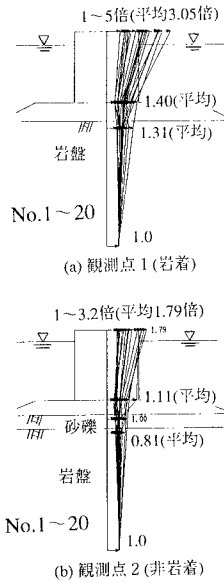


図4 最大加速度比

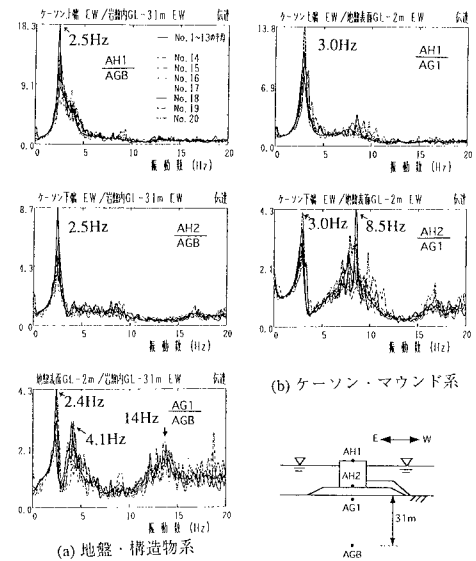


図5 観測で得られた伝達関数-観測点1(岩着)

から上のケーソン・マウンド系の震動が著しくなる。一方、非岩着では、地盤表面の加速度が岩着の場合よりも大きくなるが、ケーソン下端から上端にかけての増幅の度合いは、岩着の場合ほど著しくない。非岩着では地盤と捨石マウンドの剛性が接近しているため、ロッキングの中心が地盤の深い位置にあり、地盤・構造物全体系の震動が著しくなる。

図4では、基礎岩盤内の最大加速度に対する各測点の最大加速度比を全ての観測記録について示した。ケーソン上端における最大加速度比は岩着では1~5倍、非岩着では1~3.2倍の範囲にある。岩着の場合には非岩着の場合に比べて、ロッキング振動が著しくケーソン天端の増幅率が大きくなる。

(2) 周波数応答特性

観測点1(岩着)および観測点2(非岩着)におけるEW方向の伝達関数を図5、図6に示す。同図では、基礎岩盤内の加速度を基準とした場合を地盤・構造物系とし、地盤表面を基準にした場合をケーソン・マウンド系とした。観測記録による違いはなく、どの記録に関してもほぼ共通した伝達関数が得られている。岩着の場合、ケーソン・マウンド系の伝達関数

に、ロッキング振動による1次と2次のピークが明瞭に認められている。地盤・構造物系の伝達関数においては、地盤の1次と2次の固有振動数(4.1Hz および 14Hz 付近)よりも低い2.5Hz 付近でロッキング振動による上部構造の震動が著しいことが示されている。非岩着の場合、ケーソン・マウンド系におけるロッキング振動の影響は著しくない。地盤・構造物系においては、ケーソン上端から地盤表面に至るまで1.7Hz 付近のピークが卓越し、ケーソンと地盤とが同じ周期で震動する挙動が示されている。ピークの増幅率は岩着よりも小さい。

なお、本研究は電力9社と日本原子力発電(株)による電力共通研究の一部として実施したことを付記する。

【参考文献】1) 栃木、石川、武田：常陸那珂港におけるケーソン式護岸の地震時挙動観測，第10回日本地震工学シンポジウム，1998。

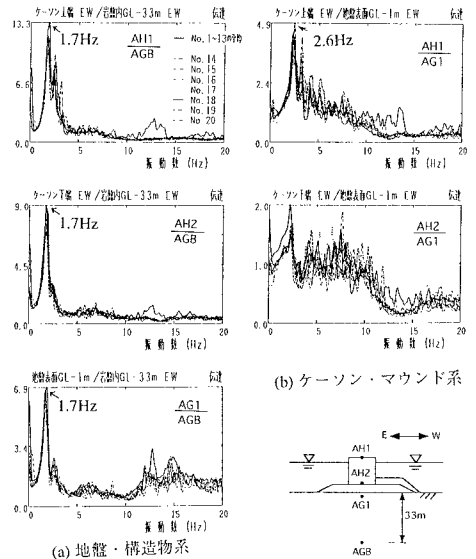


図6 観測で得られた伝達関数-観測点2(非岩着)