

低反力型ケーソン構造の地震時挙動に与える位相差の影響

大林組技術研究所 正会員 松田 隆
大林組 六倉 知広

1. まえがき

低反力型ケーソンとは、従来岸壁等に用いられているケーソンに比べ薄い壁厚で構成されるもので、軽量構造のため設置圧は小さくなる。そのため、軟弱地盤上に設置する場合、支持力不足を解消するための地盤改良が低減できるメリットはあるものの、水平力に対する摩擦抵抗が小さくなる。このとき、地震時のすべり安定性に関しては、水平支持力が低下と作用慣性力の低減を定量的に検討する必要がある。本研究では、低反力型ケーソンを海上空港に適用する場合を想定し、長大構造に対する実体波の位相差¹⁾の影響を把握した。本報告は、連設形式の低反力ケーソンの地震応答解析結果を述べる。

2. 地震応答解析モデル

図-1に、水深17mのN値2の粘性土地盤上に設置されることを想定した低反力型ケーソンの断面を示す。各ケーソンは30m長のPC製の床版で連結されるが、ケーソン側壁の耐荷力特性を考慮して、床版の軸剛性の20%までを負担する構造とした。地盤改良は改良率20%のサンドコンパクションパイルを基本とした。

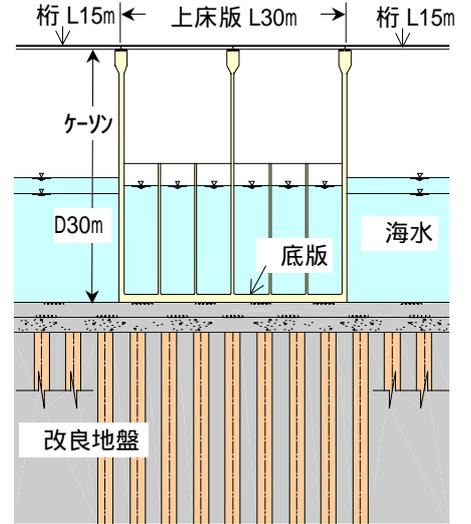


図-1 低反力ケーソン断面構成

地震応答解析モデルは、ケーソンと桁をはり要素で、周辺海水を質点で、地盤をばね要素で構成される。ここでは、10連モデルを基本とし、地盤改良率、連設数、桁接合剛性をパラメータとした。図-2に解析モデルを示す。地盤ばねは、地震時の等価剛性を用いた3次元FEM解析により算定した。

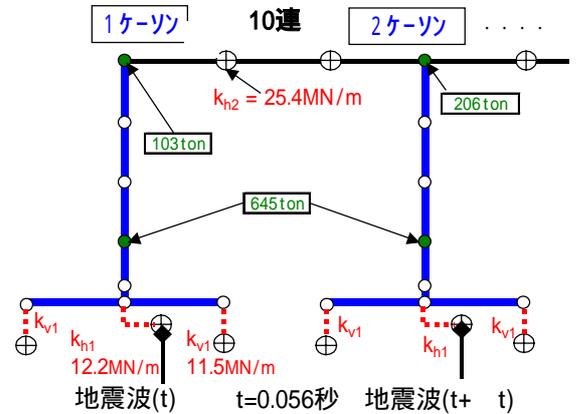


図-2 解析モデル

入力地震動はレベル2(工学的基盤GL-60m位置最大加速度280Gal,同海底面390Gal,図-3参照)を想定し、基盤のS波伝播速度による位相差を考慮した。ここでは、800m/secの伝播速度(ケーソン間の位相差は0.056秒)を基本とし、450~2400m/secの範囲で伝播速度の影響を検討した。図-4に工学的基盤に対する海底面の強震時の伝達関数を

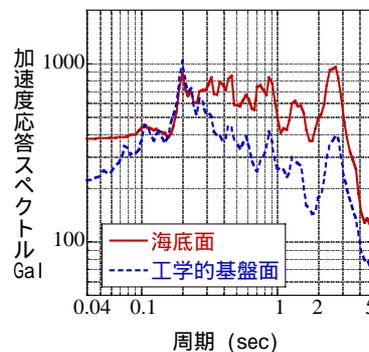


図-3 入力地震動特性

すなわち表層の共振振動数を示す。0.4Hz, 1.2Hzにピークがあり、後述するケーソンの固有振動数からは離れている。

3. 位相差入力解析結果

図-5に単設ケーソンに対する加速度と変位の最大応答比を示す。最初に地震動が作用する1番ケーソンの応答が小さくなり、加速度に関しては最低で単設の場合の50%

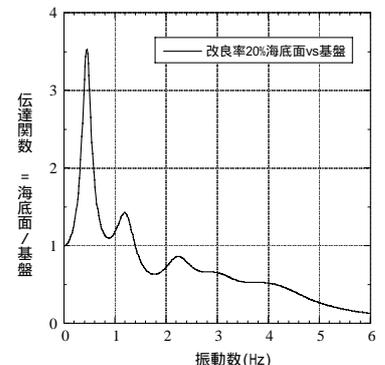


図-4 地盤の伝達関数

キーワード 低反力ケーソン, 海上空港, 耐震設計, 位相差入力, 地震応答解析

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組技術研究所 TEL0424-95-0954

程度の応答になっている．頂部変位は，最大で単設の90％程度で，その低下割合は加速度に比べ小さい．さらに，底版の変位の低下率も小さいが，単設の応答よりは小さい．図-6に各ケースの伝達関数を示す．1番ケースでは1次ピーク振動数は単設の場合の1.54Hzと同様で

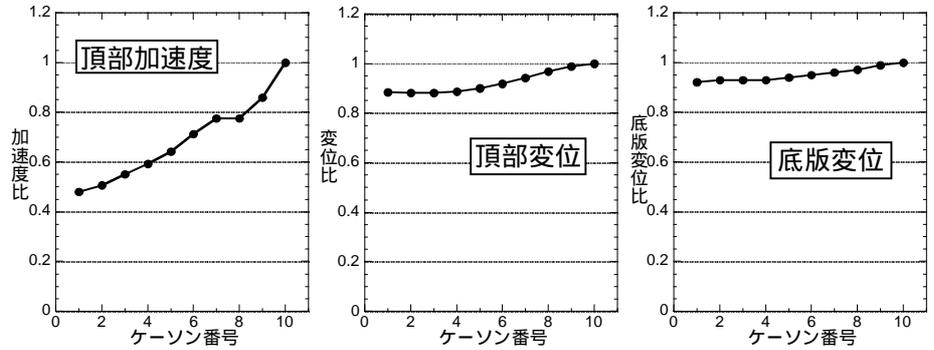


図-5 単設の応答に対する倍率

あるが，多くの振動数領域で単設の場合より振幅が小さくなっている．5番ケースではピーク振動数がほぼ3Hzと単設の倍振動数となり，10番ケースでもこのピーク振動数が保たれつつ，低振動数領域での振幅が小さくなる．このため，入力地震動の振動成分が異なっても加速度の低減効果は得られると考えられる．図-7からは，桁間ばねが強くなるに従い，単設の加速度応答に比べ連設ケースの加速度応答が小さくなるのが分かる．図-8に示す地盤改良による地盤剛性の影響では，20%改良の加速度応答が小さくなる(1~7番ケース)．これは，地盤改良が無い場合、連結の効果は小さいが低い地盤剛性のため加速度応答倍率は小さくなっているのに対して，70%改良の場合，連結の効果は大きい加速度応答倍率は大きくなるためである．図-9からは，連設数が多くなるに従い，頂部の応答加速度が低下することがわかる．図-10からは，工学的基盤のS波速度が大きくなり位相差が小さく(1500,2250mm/sec)なると，応答加速度は単設の場合に近づき大きくなる．これに対して，通常設計で設定する工学的基盤としてのS波速度450m/sec程度で位相差が生じるような場合，連結の効果は大きくなる．以上の検討の結果，L2地震動で地震の発生方向すなわち，地震動の伝播方向が特定できるような場合，各構造物を連結することで，応答が低減できることが分かった．

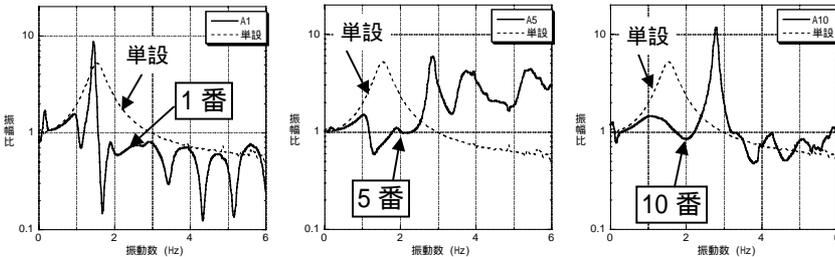


図-6 頂部の底版に対する伝達関数

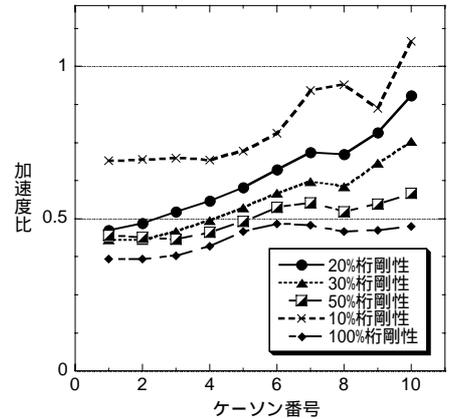


図-7 桁間ばね剛性の影響

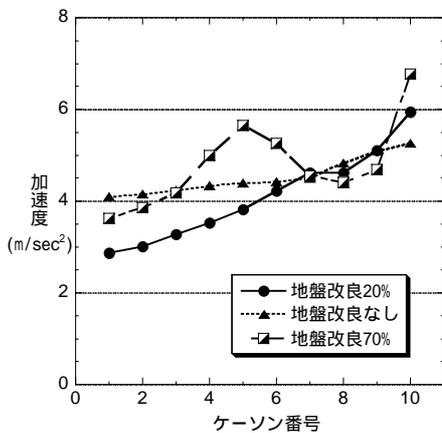


図-8 地盤改良剛性の影響

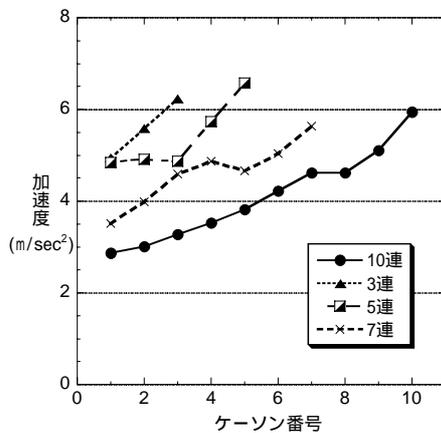


図-9 連結数の影響

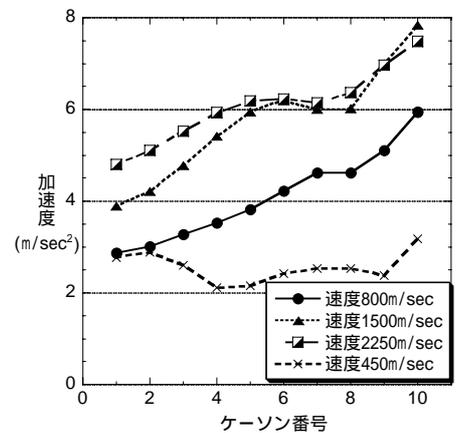


図-10 基盤S波速度の影響

参考文献 1)岡井他:地上式LNG貯槽の多点強震観測記録の分析とその考察,p178,土論集No.675,2001.4