

I-5 隣接基礎の地震時相互作用に関する模型振動実験

建設省土木研究所 正員 萩原良二
建設省土木研究所 正員 ○小山達彦
建設省土木研究所 正員 吉田武史

1. 概要

大規模な道路橋の建設においては、交通量の将来推移、建設コスト、施工性などを考慮して、上下線を分離した二橋並列橋とする場合がある。このような場合基礎構造物が隣接して設置されるため、地震時には、並列した二橋が相互に干渉し合った応答振動を示すものと考えられる。その場合の隣接効果は、構造物の規模、地盤条件、隣接距離、振動方向、地盤と基礎の固有周期などによって異なるものと考えられる。本実験では、基礎構造物としてケーソン基礎を著し、地盤中に二つのケーソン基礎を隣接して、隣接距離、振動方向、地盤およびケーソンの固有周期と地震時の隣接効果の関係について調査した。

2. 模型

地盤模型は、 $4m \times 2m \times$ 高さ $0.8m$ のものをアクリルアマイド系フラウト剤で製作した。また、地盤周辺に機動材を入れることにより境界条件の影響を少なくした。

ケーソン模型は、 $0.2m \times 0.2m \times$ 高さ $0.3m$ 、重量 $7.9kg$ のものをアルミニウムで製作した。地盤中への根入れは $0.2m$ とし、付加質量として、ケーソン天端に鋼板($1.8kg$ /板)を設置した。

3. 振動実験

実験は、ケーソン基礎の隣接効果を調べるために、ケーソン1体だけを設置した場合と、2体を隣接して設置した場合について行った。ケーソンの並べ方は、振動方向と隣接効果の関係を調べるために、ケーソン2体を振動方向に並べた場合と、振動直角方向に並べた場合について考えた。とくに、振動方向にケーソン2体を隣接して並べた場合には隣接効果がより顕著に現れることが予想されたため、隣接距離をケーソンの幅($0.2m$)としたものを基本系として、隣接距離を $1/2$ および 1.5 倍とした3ケースを著えて、隣接距離と隣接効果の関係について検討した。また、一方のケーソン天端の付加質量を変化させて、地盤-ケーソン基礎系の固有周期と隣接効果の関係についても調査した。なお、振動台入力波はランダム波としている。

4. 実験結果

ケーソンが隣接することによる地盤げねの変化を調べるために、一方のケーソン(載荷ケーソン)に水平力を載荷し、載荷ケーソンおよびそれに隣接するケーソン(隣接ケーソン)の変位量を測定した結果を図-1に示す。ケーソンが単独にある場合に比べ、ケーソンが隣接した場合の載荷ケーソンの単位荷重当りの変位量は小さく、静的な地盤げねが硬くなっている。また、載荷ケーソンの変位に伴い隣接ケーソンも変位しており、このような傾向は一部を除いて隣接距離が小さくなるほど顕著になっている。

図-2に二つのケーソンが隣接する方向にランダム波を入力した時のケーソン天端の応答の伝達関数を示す。 $5.5Hz$ 付近に地盤の1次共振点があり、ケーソンの応答も地盤1次共振時の応答が支配的となっている。ケーソン独自の共振は、付加質量を4枚とした時に $10.5Hz$ 、8枚とした時に $8.5Hz$ 付近にある。しかしながら、ケーソンが比較的に深く地盤中に根入れされているため、ケーソン周辺地盤の拘束によってケーソン独自の共振は顕著には現れていない。

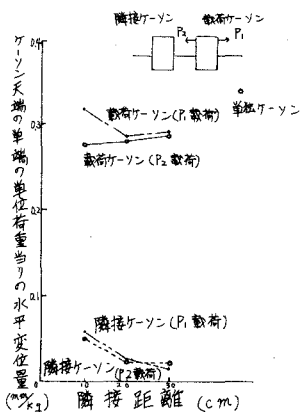


図-1 隣接距離と静的載荷によるゲルソン変位の関係

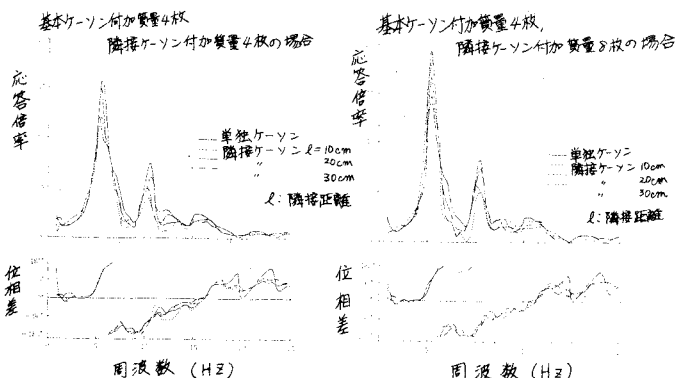


図-2 基本ゲルソン天端の伝達関数(隣接方向に振動入力した場合)

応答に関して最も支配的な地盤の1次共振時の隣接距離とゲルソン天端の応答倍率(応答加速度/入力加速度)の関係を見ると、2つの隣接するゲルソンの付加質量ともに4枚とした時は、ゲルソンが単独にある場合に比べて隣接した場合の応答が小さくなる傾向が見られる。この場合は2つのゲルソンが隣接することによって、お互いの振動を抑制する効果があるものと思われる。また、隣接距離が小さくなるほど応答が小さくなる傾向が見られる。一方、基本ゲルソンの付加質量を4枚、隣接ゲルソンの付加質量を8枚とした場合は、隣接効果によって基本ゲルソンの応答が大きくなる傾向が見られる。これは付加質量が増すことによって隣接ゲルソンの固有振動数が低振動数側に移り、地盤の共振振動数に近づくことによって地盤共振時の隣接ゲルソンの応答が増大し、それに伴って、基本ゲルソンの振動が増幅されるものと考えられる。

また、ゲルソンが隣接した場合の応答の変化は、振動方向が隣接方向の場合、直角方向の場合とも、前述したような傾向となっているが、その隣接効果は隣接方向に振動した場合の方が大きくなっていた。したがって、地震動の入力方向が隣接方向に近いほど構造物の隣接効果が大きくなるものと考えられる。

5. まとめ

構造物の隣接距離、振動方向、地盤と構造物の固有周期と地震時の構造物の隣接効果の関係について、同一規模の隣接基礎構造物(ゲルソン基礎)の模型振動実験によって以下のような結果が得られた。

- (1). 隣接距離が小さいほど隣接効果は大きくなる。本実験において構造物の隣接方向に振動を入力した場合、隣接距離がゲルソンの幅以下となった場合に隣接効果が顕著に現れた。
- (2). 隣接効果は、構造物の隣接方向に地震動が入力された場合に大きくなる。
- (3). 一方の構造物が地震時に隣接構造物に与える影響は、地盤および構造物の周期特性によって異なる。地盤と構造物が連成して共振するような場合、つまり地盤と構造物の固有周期が一致もしくは近似するような場合は、隣接構造物の応答を増大させる効果がある。その他の場合(地盤と構造物が連成して共振しないような場合)においては、一般に隣接構造物の応答を抑制する効果がある。

参考文献

- 1). 岩崎敏男、萩原良二、小山達彦：隣接構造物の振動特性に関する実験的研究，土木学会第37回年次学術講演概要集第1部，昭和57年10月
- 2). 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編，昭和55年5月