

地震応答解析による免震基礎の適用性に関する検討

Feasibility Study on Base Isolation of a Foundation through Response Analysis.

東野成哉* 村山八洲雄**
Higashino Seiya* Murayama Yasuo**

1. はじめに

橋梁に免震施工を施すと慣性力を低減することができ、合理的な設計が可能である。しかしながら、基礎への適用例はない。そこで本研究では、基礎に免震材を組み込んだとして地震応答解析を行い、免震基礎の適用性を絶対加速度、最大変位、残留変位から検討する。また、免震基礎を用いることによる上部工の慣性力低減についても検討する。

2. 解析条件

解析では、Fig.1のような N 値50の砂質土を支持地盤とする浅いケーソンを対象とした。支持地盤上部の土層は、簡単のため軟弱地盤とし地盤反力は無いものとした。このケーソンに、上部構造物の重量を質球として各々の重心位置に付加し、剛な梁でつなぎ、全体を剛体に置換したものを解析モデルとした。

地盤バネは水平、鉛直共に、1次剛性 k_1 を地盤反力係数から決定される地盤バネ値とし、2次剛性 k_2 をゼロとしたFig.2のようなバイリニアモデルを採用した。実地盤の水平、鉛直各降伏耐力は、道路橋示方書より求めた水平せん断抵抗力、極限支持力度とした。応答値は、実地盤条件では降伏しなかったため、その復元力を1割ずつ減らしたものを免震材の降伏耐力のパラメータとした。この時の最大復元力の値は極限支持力のおよそ2割に相当している。

入力地震動としては、道路橋示方書の地震時保有水平耐力法において規定されている種地盤用のタイプの3波を用いた。減衰は、構造物・地盤系に対して減衰定数換算で10%の速度比例型減衰とした。

3. 考察

Fig.3に、水平変位 - 時間関係の一例を示した。図より、免震材の耐力比が6割でも最大変位に対して比較的大きな残留変位が生じているのがわかる。

Fig.4は、免震材の降伏耐力と解析モデルとした置換剛体の重心位置の最大絶対加速度を示したものである。図より、免震材の降伏耐力を下げると絶対加速度が小さくなっていることが分る。このことから、免震材を用いることにより慣性力が確実に低減できるといえる。なお、結果が直線的にならないのは、減衰力の影響と考えられる。

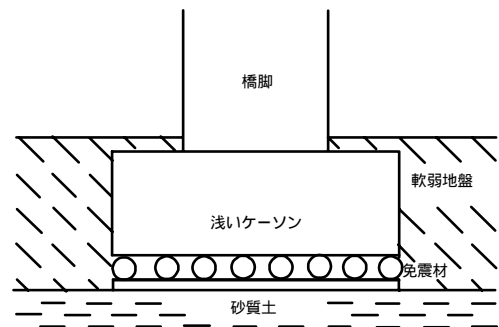


Fig.1 解析対象ケーソン基礎

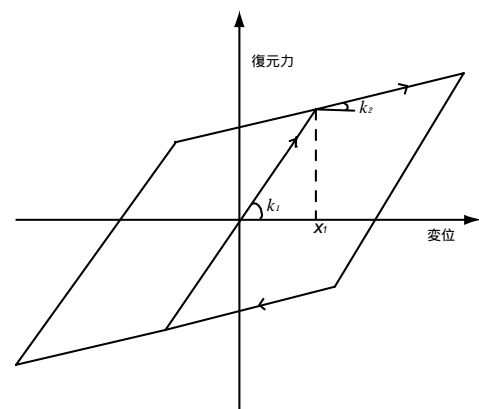


Fig.2 地盤バネのモデル化

*株式会社 三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc

**岡山大学環境理工学部 Faculty of Environmental Science & Technology, Okayama University

キーワード：免震，橋梁基礎，非線形応答解析

Fig.5 は、免震材の降伏耐力 - 最大変位の絶対値関係を示したものである。図より、免震材の降伏耐力が実地盤の最大復元力の4割よりも小さくなると、最大変位が急激に大きくなっている。このことから、基礎に実地盤の最大復元力の4割程度で降伏するような免震材を組み込むと、最大変位による被害が発生しにくい設計が可能であると考えられる。

なお、図は省略するが、残留変位については地震波の種類によって結果が大きく異なった。よって、残留変位は免震材の降伏耐力の大小によらず、地震波の種類に影響されると考えられる。

前述の3要素で、基礎自体の免震性を検討したので、次に、上部工の慣性力低減の可能性を検討する。Fig.6 は、免震材の降伏耐力と上部工位置での最大絶対加速度との関係を示したものである。図より、降伏耐力が実地盤の最大復元力の6割程度までは、最大絶対加速度が変化しないかわずかながら増加している。これは、水平加速度が最大値に達した時でも速度が0にならず、減衰力による反力が存在することで1次振動のロッキング中心が浅くなったためだと考えられる。これより、上部工の慣性力低減には、免震材の降伏耐力をある程度小さくとる必要があるといえる。

4. まとめ

免震基礎を有するモデルの有効性について検討を行った。置換剛体という条件付きではあるが、免震材の降伏耐力の採り方によって、有利な設計が可能であることがわかった。しかしながら、上部工の慣性力を低減させるには、最大変位の増加をある程度許容しなければならないため、最大変位の許容値の決定が今後の課題となる。ただし、今回の検討では減衰が大きく解析結果に影響したため、減衰に関してはより適切な評価が必要であると考えられる。

参考文献

山野，河野，池田，畑山：免震基礎構造を有した中規模PC斜張橋の地震応答特性，土木学会第57回年次学術講演会，pp. 917 - 918，(2002)

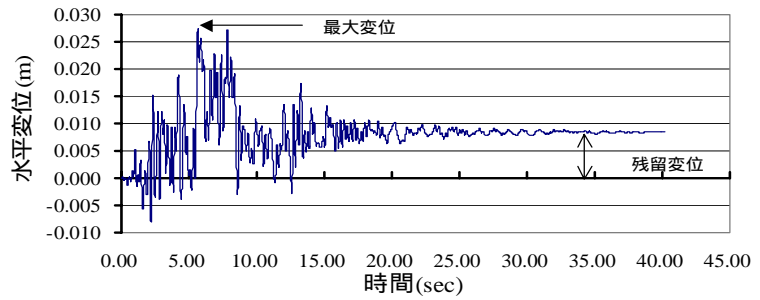


Fig.3 水平変位時刻歴波形の一例
(地盤バネ減衰 $h=0.1$ ，地震動タイプ 1，免震材の降伏耐力実地盤の6割)

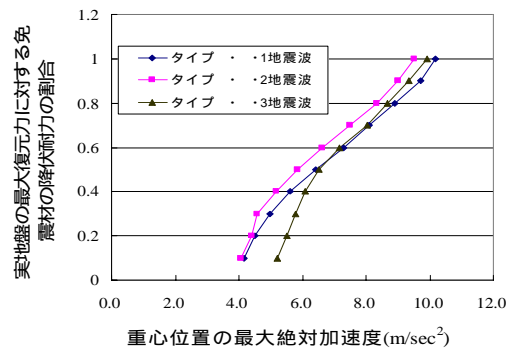


Fig.4 重心の最大絶対加速度

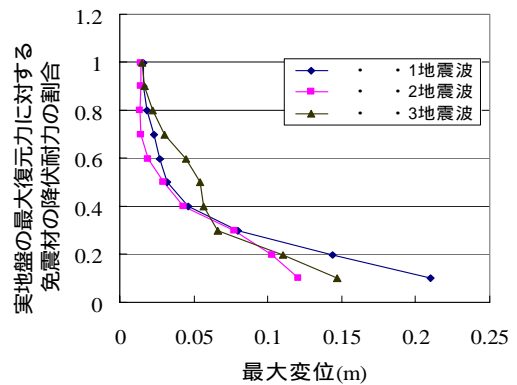


Fig.5 最大変位

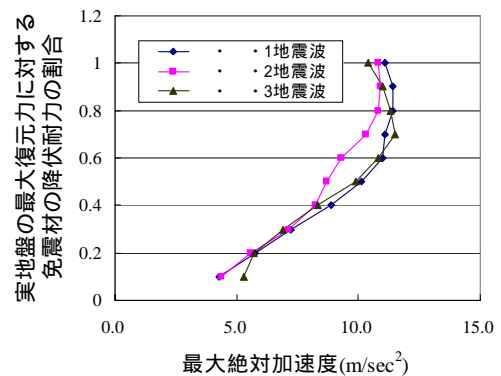


Fig.6 上部工位置の最大絶対加速度