

I - B 209 軟弱地盤上橋梁の動的応答解析の検討

北見工業大学 学生員 星 和則 開発工営社 正 員 青地知也
 島田建設 正 員 斎藤隆行 北見工業大学 フェロー 大島俊之
 北見工業大学 正 員 山崎智之

1. 研究目的

軟弱地盤における地盤・構造物の動的相互作用問題に関する研究は各方面でなされており、多くの解析手法や実験が行われている。しかし、軟弱地盤における橋梁構造物—基礎—地盤との動的相互作用問題に関する耐震安定性は全体系の応答変位が大きくなることから、さらに研究の必要な分野であり、これからの成果が期待されている。そこで本研究では深さ方向の軟弱地盤の特性を考慮し、基礎部の水平地盤バネを複数個有するモデルと深さ方向に地盤バネの変化を考慮せず1つの地盤バネで代表させたモデルを作成し、これら2つのモデルの地震時動的応答解析を行い、解析結果を比較することによって軟弱地盤と構造物の動的相互作用問題の検討を目的とする。ここではその第一歩として基礎と地盤の相互作用のモデル化の相違について検討した結果を示す。今後はこれらの結果を応答変位の大きい軟弱地盤のケースに適用する予定である。

2. 解析方法

橋梁の解析モデルは北海道北見市の幹線道路 3.3.8号夕陽ヶ丘通に現在施工されている野付牛高架橋である。本橋は免震橋であり、支承部に鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)を採用し、橋梁全体の長周期化をはかっている。この橋を平面骨組要素でモデル化し、仮想軟弱地盤の深さ方向における地盤特性を考慮するために地盤バネを複数個設けたモデルをモデルA、地盤バネを深さ方向に考慮せず、1つの地盤バネで代表させたモデルをモデルBとした。このモデルAとモデルBの平面要素モデルを図-1に示すが、左右対称にモデル化を行ったためここでは左半分のみを示す。この両モデルは比較するために同じ解析手法、入力地震波等を用いる。両解析モデルにおいて、橋脚要素は橋脚断面の曲げモーメント-曲率関係をモデル化して非線形性を考慮している。これら2つのモデルに対して運動方程式を組み、各節点に入力地震波による慣性力を作用させ、Wilsonの θ 法($\theta=1.4$)を用いて逐次積分し、動的応答解析を行った。入力地震波は図-2に示すタイプII-III種地盤の1を用いた。解析時間は25秒間としている。仮想軟弱地盤の特性は標準貫入試験から得られるN値から計算し、これを地盤バネに反映させている。これらの地盤バネは線形要素であり、各地盤バネの水平地盤バネ係数は表-1となっている。

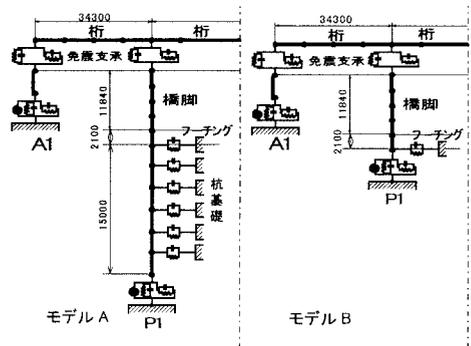


図-1 解析モデルA及び解析モデルB (Unit:mm)

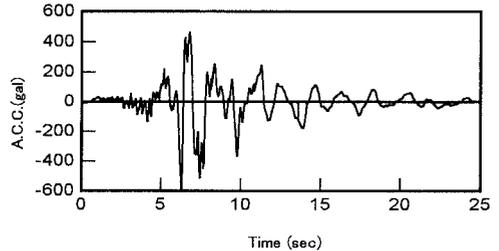


図-2 入力地震波(タイプII-III種地盤1)

表-1 仮想軟弱地盤諸元

層番号	層厚(m)	N値	水平バネ係数(kgf/cm)	
モデルA	1	3.00	1	2.296×10^5
	2	3.00	2	4.075×10^5
	3	3.00	3	5.700×10^5
	4	3.00	4	7.233×10^5
	5	3.00	50	5.849×10^6
モデルB	15.00	12	1.795×10^6	

キーワード：地盤・構造物の動的相互作用問題、軟弱地盤、地盤バネ、地震時動的応答解析

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL 0157-26-9476 FAX 0157-23-9408

3. 解析結果

図-3 は入力地震波タイプⅡ-Ⅲ種地盤の 1 を入力したときの P1 橋脚直上の桁部、節点 5 における橋軸方向の時刻歴応答変位を示しており、図-4 は P1 橋脚上端部、節点 6 の橋軸方向の時刻歴応答変位を示している。P2 橋脚は P1 橋脚とほぼ同じ挙動を呈しているため、ここでは省略する。節点 5 と節点 6 の間には免震支承があり、このため桁部の水平変位は橋脚上端部よりかなり大きな変位となっており、橋の固有周期はモデル A で 1.238 秒、モデル B で 1.221 秒と長周期化されている。節点 5 におけるモデル A とモデル B の水平変位に大きな違いは見られないが、節点 6 においてモデル B の水平変位が小さくなっており、特に水平変位が山になっている点において顕著である。図-5 はモデル A, B の P1 橋脚基部、要素 9 における曲げモーメント-曲率曲線で、双方の橋脚とも塑性化しており、大きな違いは見られない。

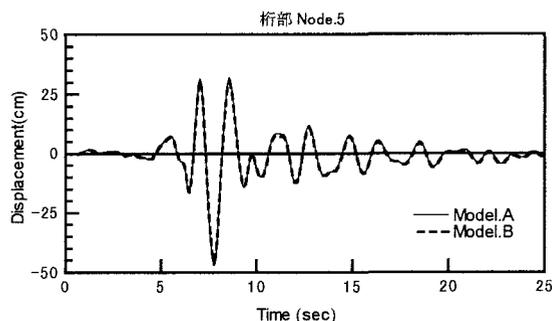


図-3 節点 5 の時刻歴応答水平変位

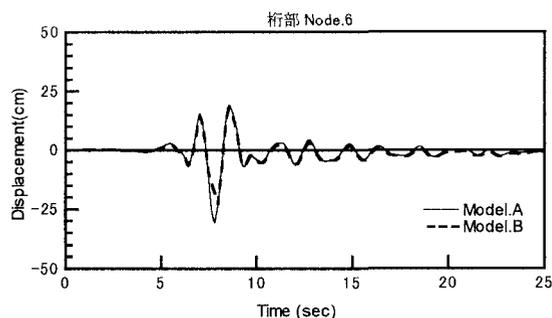


図-4 節点 6 の時刻歴応答水平変位

4. まとめ

本研究の対象となった橋梁では深さ方向の地盤バネの分布を考慮することで、橋脚上端部の最大橋軸方向水平変位が大きくなる傾向が見られた。これはモデル A の方が軟弱地盤の影響を受けやすく、その結果であると考えられる。しかしながらモデル化の違いによる大きな変化はみられず、今回の解析では 1 つの地盤バネでほぼ代表できることが確かめられた。

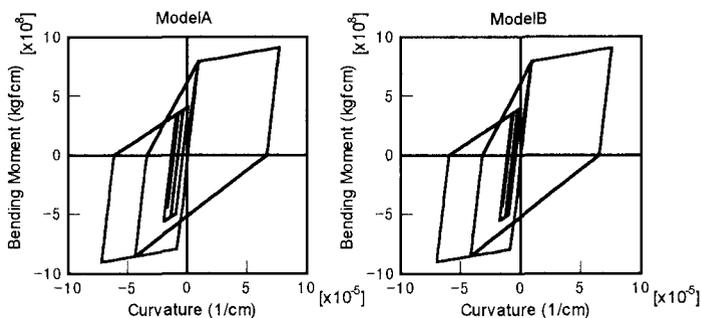


図-5 両モデルの橋脚基部曲げモーメント-曲率曲線

このような結果になった原因として以下のことが考えられる。

- ①解析方法が各質点に慣性力を作用させるので地盤の影響が少ない。
- ②地盤バネを線形要素としてモデル化したこと。
- ③免震支承の作用が橋梁全体の挙動に対し支配的になっていること。
- ④基礎地盤の特質（土質や変形性能など）が不十分である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（IV下部構造編）、平成 8 年 12 月
- 2) 日本道路協会：道路橋の耐震設計に関する資料、平成 9 年 3 月
- 3) 青地知也、今井 彰、松井義孝：軟弱地盤を有する橋梁の地震時保有耐力法と動的相互作用に関する一検討、土木学会第 53 回年次学術講演会概要集、第 1 部（B）、pp. 180—181