

V-486

RCラーメン構造物の地震時挙動に及ぼす地盤特性の影響

○ 東北大学 学生員 砂金 伸治
東北大学 学生員 浅井 聡史
JR東日本 正会員 滝沢 聡
建設省土木研究所 正会員 鈴木 基行

1. はじめに

地盤と構造物の動的相互作用が研究対象となつて久しいが、いまだに構造物の耐震設計の際に地盤や基礎の影響が無視されることが少なくない。本研究ではRC2層ラーメン構造物と地盤との動的相互作用を分割法を用いて解析を行った。すなわち、まず地盤が地震動を受けた時の応答解析を行い、それをスウェイバネ、ロッキングバネ等といったシステムを介して構造物がいかなる挙動を示すかを解析し、これらを基に構造物の振動特性に及ぼす地盤の影響を検討した。

2. 解析モデルおよび解析手法

ここでは時刻歴応答解析を行った。この解析を簡単に行うために地震波の周波数に依存しない機械的な地盤バネをもつスウェイ・ロッキングバネモデル（以下SRモデルと略、図-1参照）を用いて解析を行った。なお、各地盤バネ定数については表-1¹⁾のように定めた。また解析対象ラーメンは図-2に示すような東北新幹線標準設計に基づいたラーメンとし、これを集中質量法

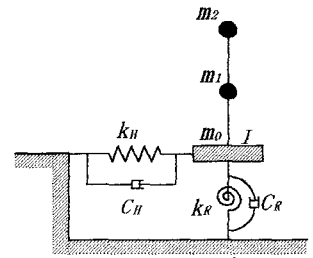


図-1 SRモデル

を用いたマトリックス法でもって2質点系に縮約した。解析に当たっては中層ばりの曲げモーメントと曲率の関係を図-3に示すような関係で変化させたものを用いたが、ここではNo.1とNo.5のRCラーメン構造物を取り上げた。なお構造物の柱の剛性は一定とした。上部構造のみの固有周期と上部構造とSRモデルと一体化させた場合の固有周期を表-2に示す。

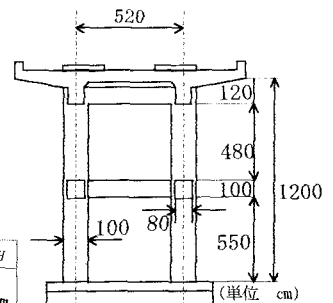


図-2 解析対象ラーメン

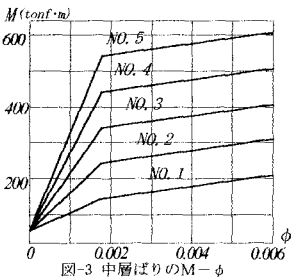


図-3 中層ばりのM-φ

表-1 地盤バネ定数			
回転バネ k_R	水平バネ k_H	回転減衰 C_R	水平減衰 C_H
3.41×10^6 tf・m	5.34×10^5 tf/m	3.86×10^4 tf・m・s	2.55×10^3 tf・s/m

表-2 固有周期			
モード	1次	2次	
周期	0.3988	0.0602	
上部構造のみ		SRモデル	
1次	0.4540	0.0738	0.0686
2次			0.0420
3次			
4次			

上部構造のみ

SRモデル (単位 秒)

3. 解析結果

①ホワイトノイズによる地盤固定モデルとSRモデルの比較

過去の強震記録を用いると正確な地盤の影響が検討できにくくなるため、卓越振動数をもたない模擬地震波としてホワイトノイズを用いて地盤固定モデルとSRモデルとの比較を行った。これらの結果を図3-1から図3-4に示す。この結果を見ると天端

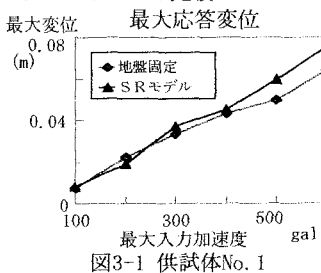


図3-1 供試体No.1

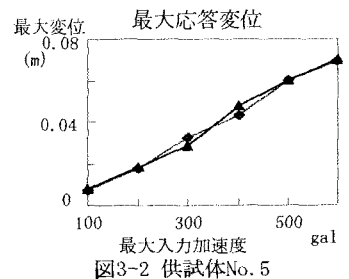


図3-2 供試体No.5

の最大応答変位、中層ばりの塑性率とも地盤固定モデルよりもSRモデルの方が下回っている。これは動的相互作用の効果である応答の低減の結果であると考えられる。しかし中層梁の損傷がかなり大きくなるラーメン供試体No.1については応答は増加してする現象を示している（図3-1、図3-3）。特に最大応答変位はかなり上回ってしまう。これは2層ラーメン橋脚の構造が

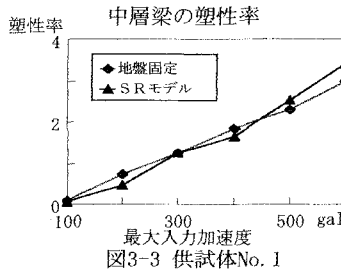


図3-3 供試体No. 1

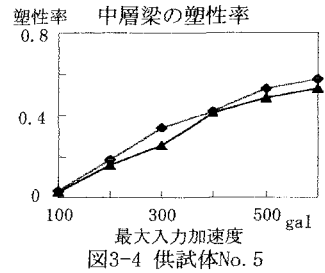


図3-4 供試体No. 5

長大であることを考えると注目すべきことであると思われる。動的相互作用の効果は、地盤と構造物の固有周期の大小が大きく影響すると思われるため今後も詳細な検討が必要であろう。

②表層地盤の応答に対する影響

次にSRモデル

表3-1 地盤サンプル1

層	土質	層厚	密度	S波速度	減衰率
1	表土	3	1.4	100	0.05
2	砂礫	4	1.9	200	0.02
3	砂礫	23	1.9	300	0.02
4	凝灰質砂岩	∞	2.0	600	0.02

表3-2 地盤サンプル2

層	土質	層厚	密度	S波速度	減衰率
1	表土	7	1.4	100	0.05
2	砂礫	2	1.9	200	0.02
3	砂質シルト	6	1.4	100	0.05
4	粘土シルト	10	1.9	200	0.02
5	砂礫	35	1.9	300	0.02
6	凝灰質砂岩	∞	2.0	600	0.02

に入力する地震波としてホワイトノイズを表3-1,2に示す地盤サンプルを通して求めた波

（単位 層厚：m 密度：t/m³ S波速度：m/s）

を入力させた。すなわち、これらのサンプルを波動方程式で定量化し周波数応答関数を求め、これとホワイトノイズをかけ合わせた波を入力した。なおこれらの地盤はどちらも仙台市東部のもので耐震工学的分類上第3種地盤に属するものである。解析結果を図4-1,2に示した。これを見るとどちらの供試体においても地

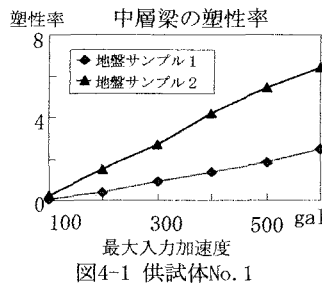


図4-1 供試体No. 1

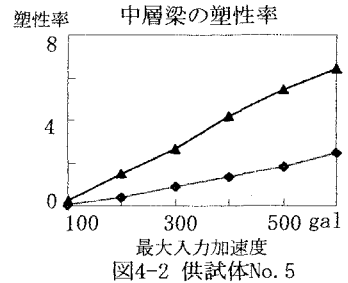


図4-2 供試体No. 5

盤サンプル2のほうが地盤サンプル1に比べて応答値がかなり上回っていることが分かる。すなわち地盤分類法では同種に属する地盤であっても表層地盤の違いによって応答差が顕著に表れている。

4. 課題

従来の研究によると構造物と地盤とを同一の系で考慮することで断面を減少させることができる場合があると言われてきた。しかしモデルの固有振動数と地震波の卓越振動数とがほぼ同一の範囲にあるとむしろ危険性がある場合も生じることが分かった。またその危険度にもバラツキが生じること分かった。その意味でもさまざまなモデルの構築や、周波数応答解析による研究、また地盤バネ定数を地震波の振動数に依存するもので解析を行う必要があると思われる。また表層地盤の影響に関しては、今回は基礎の寸法・形状、また基礎のおかれている深さを一定として解析を行ったが、それらを変化させての解析、また地盤サンプルの拡大、そしてその場合に基づいた地盤分類の再考などを含めて合理的な耐震設計法の一助として研究継続の必要があると思われる。

<参考文献>1)土木学会 「地盤と構造物の動的相互作用」小委員会報告書、1992年 2)柴田 明德；最新 耐震構造解析、森北出版、1981年