

I-233 周辺地盤を考慮した斜張橋基礎の地震応答解析

首都高速道路公団 正会員 〇和泉 公比古

〃 〃 秋元 泰輔

〃 〃 安孫子 敏雄

1. まえがき

最大支間が200mをこえる斜張橋を地盤の軟弱な地点に計画する際に、その基礎が地震によりどのような影響をうけるかということを検討することは重要なことである。近年、地震時の構造物の挙動を解析する場合には、動的な応答解析が行われているが、基礎の解析においては周辺地盤を考慮した地震応答解析も行われるようになってきた。¹⁾本研究は、首都高速葛飾江戸川線に計画されている最大支間220mのS字形曲線斜張橋の基礎の地震時の挙動を、周辺地盤を考慮した解析法により解析し、基礎構造物の動的挙動を把握するほか、周辺地盤の基礎への影響、解析モデルの地盤の影響範囲についての検討を行い、それらについて考察するものである。

2. 解析概要

基礎と地盤の多並列モデルによる応答解析の前に、入力地震動波形を得るため、地盤のみの応答解析を行った。対象地盤を図-1に示す。解析方法は重複反射理論を用い、地盤のせん断弾性係数 G 、減衰定数 h の非線形性を等価線形化法により考慮する方法を用いた。当該地区の G/G_0 - γ 、 h - γ 曲線を図-2に示す。入力地震動としては、八戸港(N-S)基礎入射波を用い、入力最大加速度は150galとした。

基礎と地盤の多並列モデルを図-3に示す。解析方法はモーダルアナリシスによる時刻歴応答解析とし、地震波は前述の地盤のみの応答解析により得られた当該地盤の基礎地震波を用いた。モデルに使用する地盤の水平バネ、せん断バネ、減衰定数の値は、地盤のみの応答解析の最終値から決定した。本解析においては、解析結果に大きな影響を及ぼすと思われる地盤バネの値を“上限”“中央”“下限”と変化させるほか、モデルに考慮する地盤範囲についても変化をさせ考察した。

3. 解析結果および考察

地盤のみの応答解析結果を図-4に示す。各ケースにおける解析結果の比較より、地震時の応答値に最も大きな影響を与える要因は、S波速度の変動、 G/G_0 - γ 曲線の変動であることがわかった。これらはいずれも地盤バネに関与するパラメーターである。最大せん断ひずみ γ_{max} 曲線は、七号地層においてほぼ一定で、下部有楽町層において著しく大きくなっている。これは、下部有楽町層が軟弱で地震の影響を受けやすいことを示している。各層ごとの最大せん断ひずみの最大値は下部有楽町層の下端で生じ、0.27%(ケース2)であった。地震時のせん断弾性係数は、七号地層で60%程度に、下部有楽町層で40%程度に低下した。

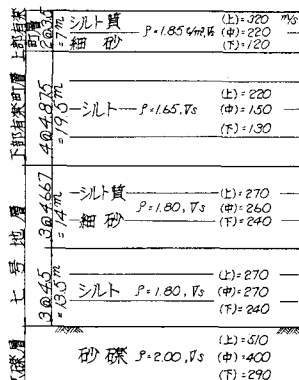


図-1 対象地盤

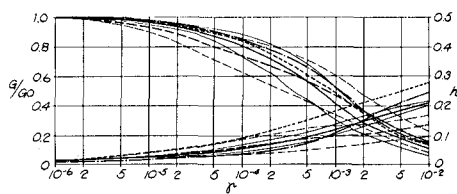


図-2 G/G_0 - γ , h - γ 曲線

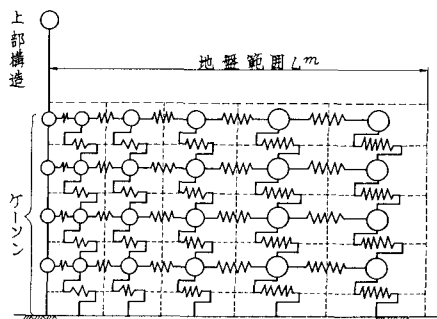


図-3 多並列モデル

基礎と地盤の多並列モデルによる応答解析結果を図-5に示す。解析モデルの地盤の範囲は、片側150 mとした。これは、多並列モデルの地盤範囲と固有周期、最大曲げモーメントの関係(図-6)から地盤範囲として片側150 m(ケーソン長の約5倍、ケーソン重量の約40倍)をとれば、それ以上範囲を広げても得られる結果に大差がないことによる。

ケーソンの最大変位は、天端で8.4~13.4 cmであり、修正震度法による設計の変位量が5.1 cmであることと比べるとかなり大きな値となっている。これは静的設計において、地盤はケーソンを支持するバネでしかなく、地震応答解析においては、地盤がケーソンに対しバネ作用をするほかに、地盤自体が慣性力をもって運動することによると思われる。また、ケーソンと周辺地盤の変位応答波形について、位相のずれはほとんどみられなかった。ケーソン天端の水平変位とケーソンから約130 m離れた地表面の水平変位の応答波形の比較を図-7に示す。この図からも、変位波形の位相のずれがほとんどないことがわかる。

最大曲げモーメントの分布形状は、静的設計の分布形状とよく類似しており、周辺地盤からの動的な影響がとくに現われている箇所はないようである。曲げモーメントの値は、地盤バネが“中央”の場合にはよく一致しているが、地盤バネが“下限”の場合、設計値の約2倍となった。最大せん断力についても同様であった。ただし、曲げモーメントは破壊抵抗曲げモーメント以下であり、最大せん断力は許容値を満足していた。最大水平地盤反力についても許容値を満足していた。

4. あとがき

基礎と地盤の多並列モデルを用いて、斜張橋基礎の地震時の挙動について解析した結果、以下の結論を得た。①多並列モデルの地盤範囲は、今回の解析においては基礎の片側150 mで十分と思われる。②ケーソンの変位波形は周辺地盤と同じような性状を示し、とくに、ケーソン天端の変位量と周辺地盤の変位量はほぼ等しく、位相差はみられなかった。③ケーソンの最大曲げモーメントの分布形状は、静的設計の分布形状と類似していた。

(参考文献)

- 1) 大塚、伊藤、荒神：周辺地盤を考慮した基礎構造物の地震応答特性、土木学会第34回年次学術講演会概要集

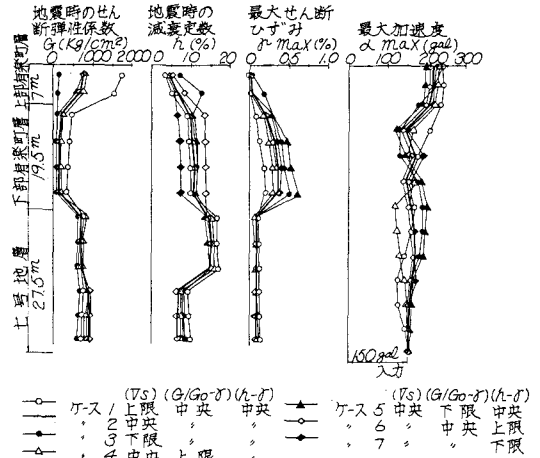


図-4 自然地盤の応答解析結果

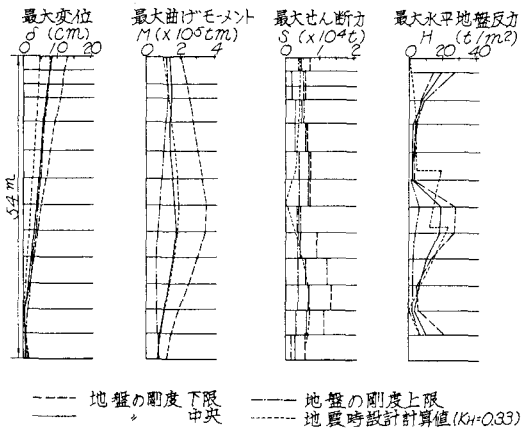


図-5 地盤-基礎連成系の応答解析結果

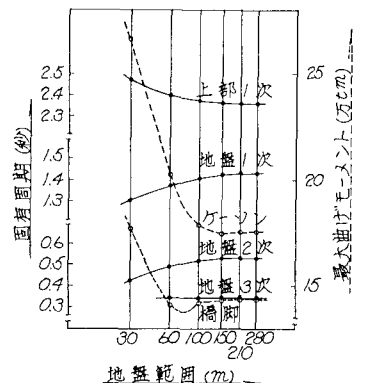


図-6 地盤範囲の影響

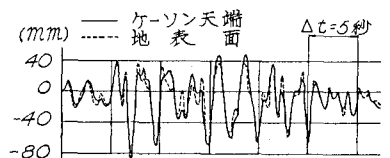


図-7 変位波形の比較