

I-365

鋼橋脚の設計断面力におよぼす地盤バネ定数の影響

首都高速道路公団 ○正員 相川 智彦
 首都高速道路公団 正員 小島 宏

1. はじめに

首都高速道路の高速大宮線は、新大宮バイパス上で高架橋であり、5径間連続の鋼橋脚、横梁、主桁が剛結の連続箱桁形式が標準である。従来、剛結構造の5径間連続鋼箱桁の設計にあたっては、基礎の条件を固定として構造解析を行っていた。しかし、基礎として杭が採用されており、地盤のバネの影響を考慮した構造解析を行うことによって、より現実的でしかも合理的な設計を行うことができる。一方、基礎をバネに置き換える時においても地盤の不確定要素を考慮しておく必要がある。よって、本検討ではバネ値の構造物に与える影響を定量的に把握して、過大にならない範囲内で構造物の安全性を確保しようとするものである。

2. 検討概要

解析モデルは、代表的な工区を簡略化したもので、図-1に示すような標準断面である。解析は、日本電子計算(JIP)の立体格子解析プログラムを使用し、上部工・橋脚一体のモデルにて構造解析を行う。骨組は5径間連続(50m スパン)の主桁4本と橋脚間に設けられる横梁および横桁で構成されており、図-2に示すとおりである。

荷重の組み合わせは、温度変化の影響にだけ着目し、脚基部断面力の比較を行った。温度変化時の地盤のバネ定数は、道路橋示方書による常時における地盤の変形係数 E_0 を1倍、5倍、10倍、Fixにした4ケースについて検討した。表-1にP1のバネ値を示す。

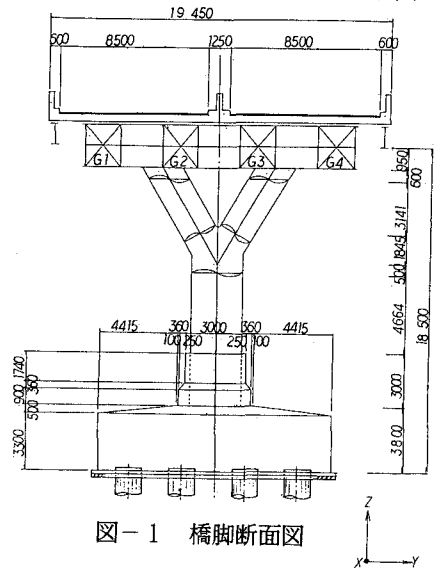


図-1 橋脚断面図

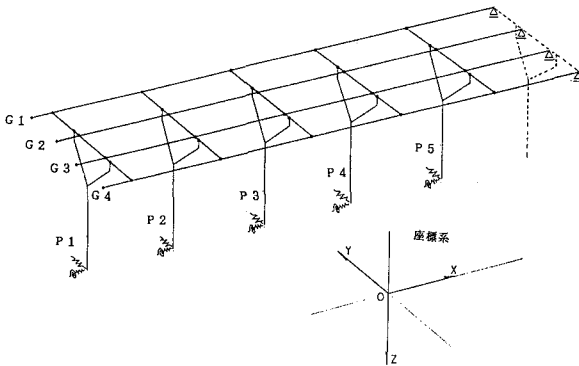


図-2 立体フレーム概略図

表-1 バネ値 (P1)

E ₀	x 軸方向			Y 軸方向			Z 軸方向
	K _x	K _{xx}	K _{xxx}	K _y	K _{yy}	K _{yyy}	K
1倍	7.564 x10 ⁸	1.631 x10 ⁸	-3.287 x10 ⁸	7.564 x10 ⁸	1.030 x10 ⁸	6.287 x10 ⁸	FIX
5倍	2.862 x10 ⁸	1.647 x10 ⁸	-7.984 x10 ⁸	2.862 x10 ⁸	1.046 x10 ⁸	7.984 x10 ⁸	FIX
10倍	5.075 x10 ⁸	1.656 x10 ⁸	-1.170 x10 ⁸	5.075 x10 ⁸	1.055 x10 ⁸	1.170 x10 ⁸	FIX
FIX	FIX	FIX	FIX	FIX	FIX	FIX	FIX

3. 解析結果および考察

各バネ条件における橋脚下端の断面力は、図-3、4、5に示すとおりである。また、図-6にP1橋脚のバネ値と曲げモーメントの関係を示す。この結果から以下のことが明らかとなった。

- 1) 端支点のP1、P5橋脚にはせん断力、曲げモーメントが集中する。

K_x、K_y、K_z : 基礎のx、y、z方向のバネ定数 (tf/m)
 K_{xx}、K_{yy}、K_{zz} : 基礎のy、x軸まわりの回転バネ定数 (tf・m)
 K_{xxx}、K_{yyy} : 基礎のx、y軸方向の変位とy、x軸まわりの回転に対する連成バネ定数 (tf)

- 2) P1とP5、P2とP4橋脚の断面力差は、橋脚の剛性の違いによって生じるものである。
- 3) 基礎のバネの変化による橋脚下端の曲げモーメントは、 E_0 とFixとではかなりの差が生じる。その差は、各橋脚によっても異なるが20~30%である。
- 4) 橋脚下端の曲げモーメントは、基礎のバネ E_0 に対して $5E_0$ は15%増加するが、 $10E_0$ になると増加の割合は少なくなり、 $5E_0$ に対して3%程度の増加にとどまる。

従来の設計法では、立体解析を行う際には橋脚下端を固定としており、端橋脚の部材断面は、温度変化によって決定されている。しかし、実際には基礎のバネによって橋脚下端の断面力は低減される。このため、立体解析に基礎のバネを考慮することによって、より経済的で合理的な設計を行うことができる。また、本工区においては、地盤の不確定な要因があることから、温度変化時の基礎のバネとして、常時のK値を適用すると逆に危険側の設計を行うことになりかねない。今回の解析結果からわかるように、基礎のバネの変化によって橋脚下端の断面力が大きく異なることが、このことを示唆していると言える。従って、設計における現実的な対応を図るためには、温度変化時の基礎のバネとしてどの程度考えるかが重要な要素となる。

4. おわりに

橋脚、横梁、主桁が剛構造の橋梁は公団でもあまり一般的ではないため、これまで設計計算を行う場合の基礎バネの取扱いについてあまり明確な方針がなく、他の設計事例でも脚基部を固定としている場合が多く見受けられた。今回行った比較検討で、地盤の不確定な要因を考慮して、部材の安全性を図ることと、基礎のバネが $10E_0$ までは、橋脚下端の曲げモーメントの増加は大きい、それよりバネを大きくしてもその増加の割合は小さくなる傾向にあることより、高速大宮線の今後の設計に当たっては、温度変化時に10倍の E_0 から求めたバネ値を用いる様に、設計要領(案)の中で提案している。

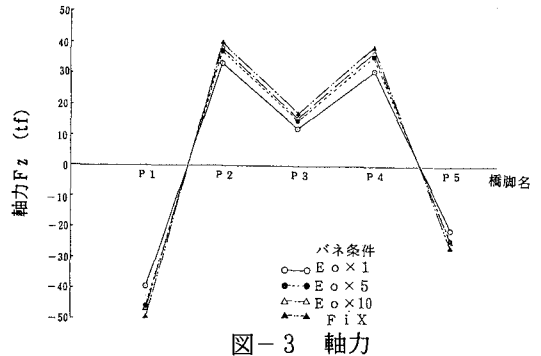


図-3 軸力

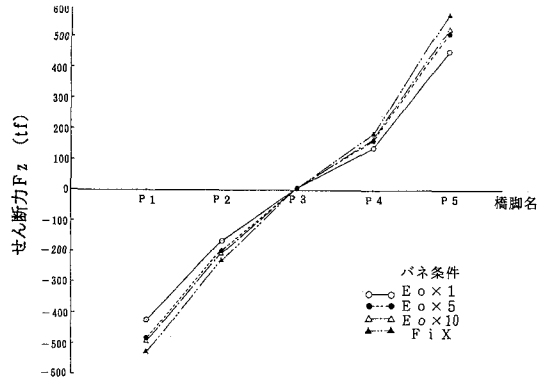


図-4 せん断力

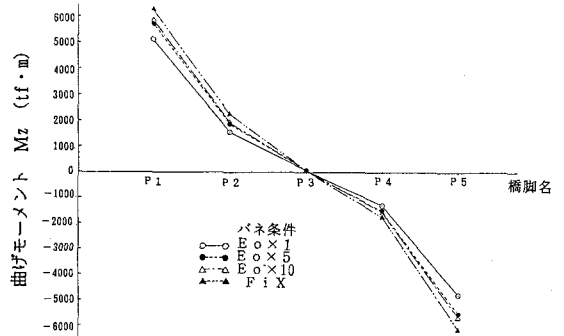


図-5 曲げモーメント

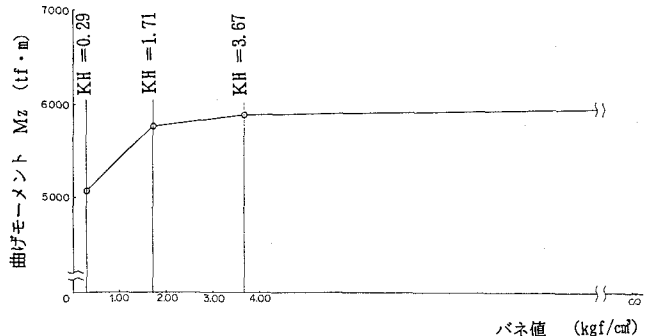


図-6 バネ値と曲げモーメント