

上部構造の拘束を考慮した高架単線桁橋の耐震解析

京大工学部 正員 後藤尚男
大林組 正員 喜多村匡

京大工学部 正員 亀田弘行

1. まえがき 過去の地震において多くの橋梁が被害を受けており、その中でも、支梁の被害は目立っている。隣接橋脚には異なる地震荷重が作用するが、この場合には上部構造の拘束によって付加的な地震力が支梁に作用することや、橋脚に耐震上好ましくないトルクが発生するなどを考えらる。本報告は、このような点に関する基礎的な検討として、静的な解析を行なったものである。

2. 力学モデル 1スパン単線桁橋を、図-1の単版(上部構造が単桁)橋軸方向のモデルM、図-2の単版橋軸直角方向のモデルT、図-3の複版(上部構造が2連の並列桁)のモデルWで表わした。モデルT・Wでは、隣接橋脚の相対運動によって上部構造に生じた回転変形が、支梁を介して橋脚・基礎に伝達される。また、モデルL・Tでは、可動支梁移動制限装置の動きを考慮に入れた。さらに、両橋脚位置での地盤の相対変位を表わすため、可動支梁側の地盤も1つの節点とした。以上より、自由度はモデルMが12、モデルTが22、モデルWが46となる。また、表1~3に解析に用いたエレメントのばね定数ならびに剛性値を示した。なお、支間長は22.4cm、橋脚天端までの高さは9.913cm)である。

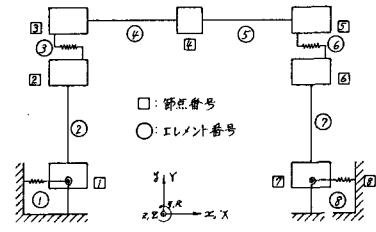


図-1 モデルM

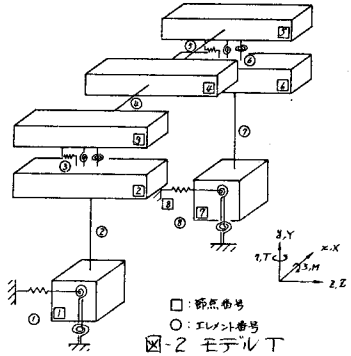


図-2 モデルT

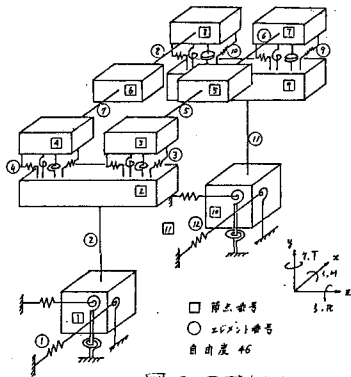


図-3 モデルW

3. 地震荷重 地震荷重として慣性力と地盤の相対変位を与えた。慣性力としては図-4のように、道路橋示方書に従う一様な震度分布

表-1 基礎杭のばね定数

$k_x^s \cdot k^s$ (t/cm)	$k_y^s \cdot k^s$ (t/cm)	k_r^s (t-cm/rad)
6.753×10^8	1.475×10^8	6.610×10^7

表-2 1個の支梁のばね定数

K_1^s, K_2^s (t/cm)	K^s (t/cm)	K^s (t/cm)
1956, 3.420×10^8	3.420×10^8	1.710×10^8

*可動支梁の移動制限装置が働く前のばね定数が K_1^s 、働いた後は固定支梁のばね定数が K_2^s となる。

表-3 エレメントの剛性値

モデル	エレメント番号	曲げ剛性 EI (cm ⁴)	せん断剛性 GI (cm ⁴)	EA (t)	エレメント長 l (cm)
L, T	2, 7	8.105×10^7 (2桁目)	2.927×10^9	/	761.3 (剛性値を含む)
		1.004×10^8 (x1桁目)			
W	2, 11	8.105×10^7 (2桁目)	2.927×10^9	/	761.3 (剛性値を含む)
		1.004×10^8 (x1桁目)			
W	5, 6, 7, 8	6.187×10^7 (3桁目)	2.711×10^9	7.462×10^8	1120

GOTO HISAO, KAMEDA HIROYUKI, KITAMURA TADASHI

うA荷重と、高さ方向に震度分布を変化させるB荷重を用い、さらに地震動の位相差を考慮して、隣接橋脚に対して橋軸直角方向に同じ向きに作用する場合と、逆向きに作用する場合の2通り、おおよそこれらと重ね合わせる橋軸方向の静的荷重を決定した。また、地盤の相対変位はプロトタイプとその地盤資料より1.291(cm)とした。

4. 計算結果 ここでは単版の場合のみ報告する。(複版の場合も定性的には同じ傾向を示す。)図-5は橋軸直角方向のA荷重下での各節点の変位を表わし、図-6は同荷重下での各エレメントに作用する地震力を表わす。(一部B荷重、橋軸方向)図-5では、同じ向きと逆向きに慣性力を作用させた場合の変形が典型的に現われている。

図-6(a)に見られるように、同方向載荷の場合には、ねじりモーメントや橋軸方向支反力は非常に小さく、橋軸方向と同直角方向の荷重の効果を合成することはない。従って、道路橋示方書のとおりといえる。一方、逆方向載荷の場合には、橋脚の橋軸直角方向の相対変位により桁が水平面内で回転し、この拘束により図-6(b)に見られるようにかなり大きな橋軸方向支反力が発生している。これを橋軸方向地震荷重によるものと合成すると相当大きくなる。同じ原因により橋脚にねじりモーメントが発生し、橋脚や基礎杭に付加的なせん断力を発生させることにもなる。また、逆方向載荷では、桁のねじり拘束により、支承にかなり大きな鉛直反力も発生している。

現在動的応答解析もあわせて実施中である。その結果と合わせて総合的判断を行う予定である。

〈参考文献〉 1)日本国有鉄道：宮城県沖地震対策会議報告書，昭54.4，pp.36-146.

2)日本道路協会：宮城県沖地震による道路橋の被害ならびに支保部の耐震性に関する調査報告書(案)，第3章，昭55.3.

3)日本道路協会：道路橋示方書-解説の耐震設計編，昭55.5.

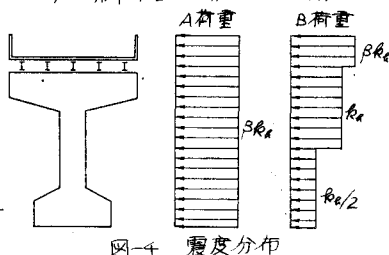


図-4 震度分布

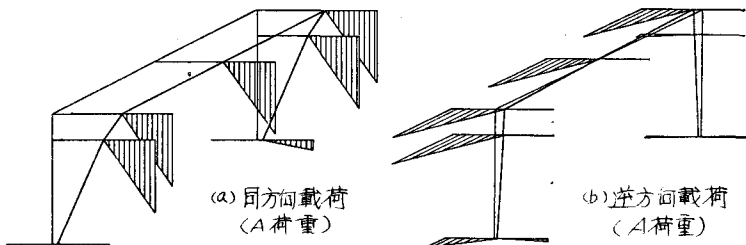


図-5 節点変位および回転角

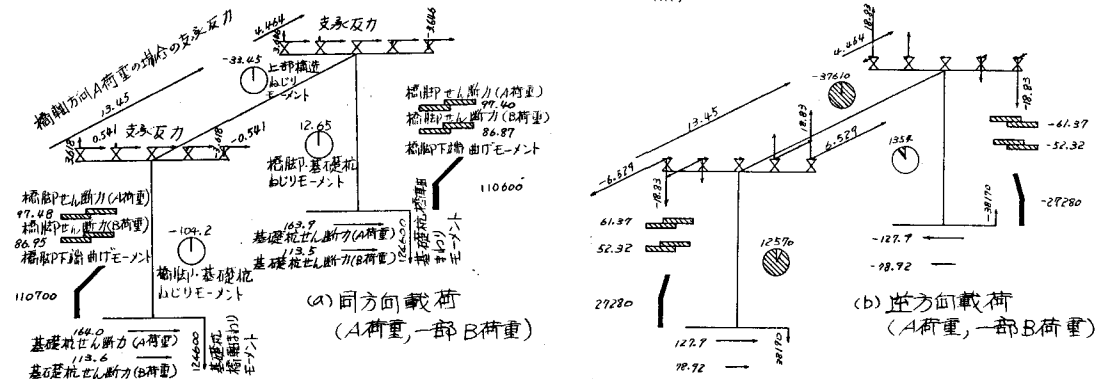


図-6 各エレメントに作用する地震力