

長岡技術科学大学大学院	学生員	佐藤 和義
長岡技術科学大学工学部	正会員	鳥居 邦夫
長岡技術科学大学工学部	正会員	小長井 一男

§ 1. まえがき

近年、橋梁の耐震設計に対する関心が高ま、ている。また、地震応答に関する調査・研究等も数多く行なわれ、設計法として確立しつつある。1978年の宮城県沖地震においては、橋梁の被害が支承部に集中していたと報告されている¹⁾。支承部破壊の原因としては、①支承部に設計値を越える力が作用②可動支承においてスライド量不足による各個撃破 等が考えられる。これらのことと地震時応答との関連で定量的に把握するのは容易でない。一方、実際の橋梁において、可動支承がサビついてスライドしなくな、ているにもかかわらず、使用に耐えている例が見受けられる。可動支承がその機能を果たさないという条件のもとで、上・下部構造及び地盤を包括する全体系について温度応力や荷重の影響を評価した報告は見受けられない。

そこで本研究においては、上・下部構造及び地盤の相互作用を考慮した上で、両端ヒンジ形式橋における軸力の影響を評価しようとするものである。

§ 2. 解析仮定と解析モデル

静的解析を行なうにあたり、Fig. 1に示すような構造系を考える。両端ヒンジ形式の梁では、スパンが長くなるにつれて、温度応力の影響が大きくなる。そこで対象スパンは30m程度までとした。この場合、下部構造形式としては、橋脚より橋台が一般的であるから、橋台を想定した。橋脚をモデルとした解析例は見受けられるが橋台については見られない。地盤による支持状態は、Fig. 2のような線形バネで置換し、橋台を剛体2自由度モデルとした。橋台背面のバネが等分布強度であるというのは検討の余地があるが、析に対しては安全側の仮定となる。また、床版打設前は支承がスライド可能であり、打設後に両端ヒンジ形式になると仮定する。従って、荷重としては活荷重のみを考えればよい。

§ 3. 解析手順

上部構造の支持条件を両端ヒンジと考えた場合、ヒンジ部に水平力が作用する。この水平力が析下端に偏心軸力として作用するため析の中立軸回りに付加モーメントが生じる。付加モーメントの大きさは、析高に影響されるが、一般の橋梁設計において析高は経済的な値を取るよう制約される。このような断面諸量を現実的なものとするため、最初に上部構造の概略設計を行なう。

次に、橋台背面の反力分布が台形であると仮定し、橋台上端と下端における水平変位 Δ_1 と Δ_2 の関係を求める。下部構造における釣合方程式から次式が得られる。

$$\Delta_1 = \frac{6 \cdot K_R / H^2 - R \cdot H}{2 \cdot R \cdot H + 6 \cdot K_H + 6 \cdot K_R / H^2} \Delta_2 \quad \dots (1)$$

式(1)の分子の正負を見れば背面における剥離の有無を知ることができる。剥離が生じていると判定された場合は、反力分布を三角形で仮定した式を用いて軸力を再計算しなければならない。支承部の水平変位 Δ_1 と軸力 N の関係は、一般に次式のように表わされる。

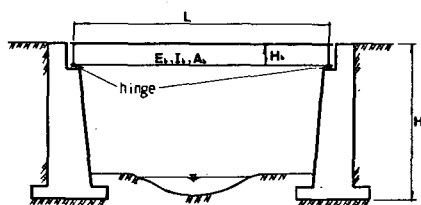


Fig.1 構造系

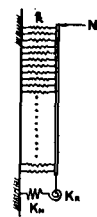


Fig.2 支持条件

$$N = K_0 \cdot \Delta.$$

ここで K_0 は、i) 背面反力分布が台形である場合

$$K_0 = \frac{(R \cdot H)^2 + 4 \cdot R \cdot K_H \cdot H + 12 \cdot K_R \cdot (R \cdot H + K_H) / H^2}{4 \cdot (R \cdot H + 3 \cdot K_H + 3 \cdot K_R / H^2)} \dots (2)$$

ii) 背面反力分布が三角形である場合

$$K_0 = \frac{R \cdot H}{2 \cdot \beta} + (1 - \beta) \cdot K_H \dots (3)$$

β : バネ定数に関する三次式を解いて得られる無次元量

更に、橋台先端と桁端における水平変位の適合条件を用いて、軸力は次式から求められる。

$$N = (\delta_p + \delta_r) \cdot K \dots (4)$$

ここで、 δ_p, δ_r : 活荷重と温度応力により単純梁で生じる桁端の水平変位量。また、 K は次式で与えられる。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_0} + \frac{H^2 \cdot L}{8 E_s I_s} + \frac{L}{E_s A_s} \dots (5)$$

このようにして得られた軸力をもとに桁の応力を再計算する。

§ 4. 数値計算

橋台に支持された両端ヒンジ梁の応力状態を検討するため、若干の数値計算を行なった。Fig. 3 は地盤の N 値をパラメーターにとり、桁に入る軸力とスパン長との関係を示したものである。Fig. 3 (a) は、30℃の温度上昇と活荷重の作用と考慮した場合であり、Fig. 3 (b) は、30℃の温度低下のみを考えた場合である。スパン 9 m と 21 m の間が不連続なのは、経済桁高とするため鋼種を SS 41 から SM 50 に変えたことによる。いずれの場合もスパン長及び地盤剛性に比例して、作用する軸力が大きくなる。しかし、温度低下によつて桁が収縮する場合は、橋台背面が抵抗しないため軸圧縮状態に比べて軸力がかなり小さい。

二種類の荷重条件のもとで、単純梁と両端ヒンジ梁における応力比を求め前者に対する後者の増減率を示したのが Fig. 4 である。上フランジでは荷重状態・スパン長・地盤剛性にかかわらずほとんど変化しない。一方、下フランジでは、温度上昇と活荷重の作用によつて桁の伸びが拘束される場合の応力低下は著しい。しかし、温度低下による応力の上昇はわずかである。

§ 5. あとがき

解析結果より、両端ヒンジ形式は上部構造にとつて応力的に有利な状態を与えると結論づけられる。これは、実際の橋梁で可動支承が働かなくなつていても、橋本体が壊れないでいるという事実と反しない。下部構造に作用する付加的曲げモーメントの影響や系の動的特性について検討する必要があるが、これらは今後の課題とした。

§ 6. 参考文献 : 1) 一條, 安國他: シューの破壊試験報告, 第35回年次講演概要集

2) 日本道路協会: 道路橋示方書 I ~ IV

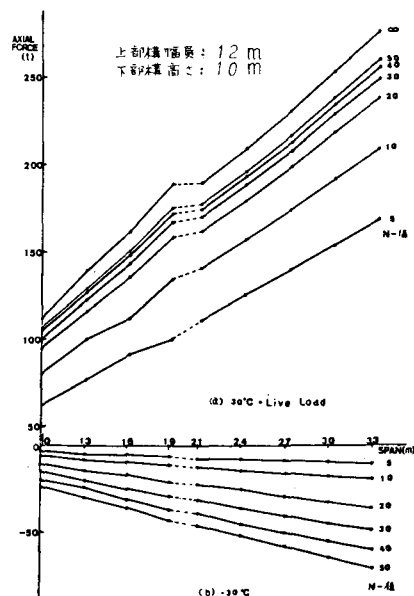


Fig. 3

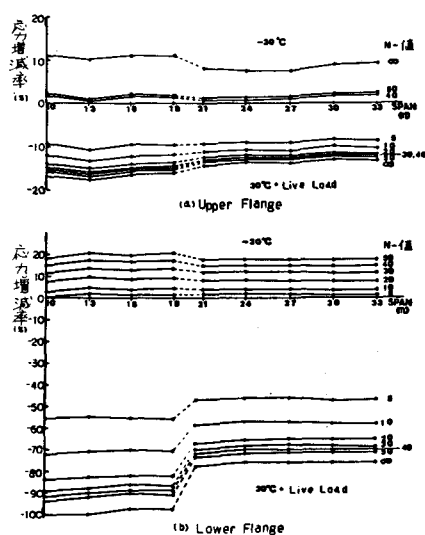


Fig. 4 Stress increase and decrease