

長岡技術科学大学大学院 学生員 横井 光浩
長岡技術科学大学工学部 正会員 島居 邦夫

§1. まえがき

現在、我が国に存在する単純支持のアレートガーダーは、原則として一端ピン他端スライドの支持型式が採用され、支承及び伸縮継手はこの条件を満足するように製作施工されている。この支承及び伸縮継手は、メンテナンスフリーを原則とする土木構造物中において、いわば機械部品と称してよいほど、そのメンテナンスに費やす労力は大きい。また、可動支承部においては伸縮継手のすき間からの雨水の侵入により、可動支承が錆び付きその機能を十分にはたしていない場合もみうけられる。このように、支承や伸縮継手は橋梁における大きな弱点となっているのが現状である。

以上のようなことから、先の研究¹⁾においては単純支持のアレートガーダーから可動支承を取り去り、両端ピン支持にした場合の検討を行なった。そこで、本研究では、更に伸縮継手をも取り去って、桁を橋台に埋込んだ場合について検討を行なった。この検討にあたっては、上、下部構造、地盤の相互作用を考慮に入れた。

§2. 解析モデルと解析仮定

解析の対象としては、図-1(a)に示すような対称構造を考える。桁の両端は橋台に埋込まれているものとし、橋台は桁に比べて剛性が大きいので、ここでは剛体と考える。また、橋台背面上はバネ定数 K_H なるバネで置き換えられるものとし、このバネは引張には抵抗しないものとする。基礎底面の水平方向変位に関する抵抗力は、バネ定数 K_R なる水平方向バネで置き換え、橋台の回転抵抗カに関してはフーチング底面の中立軸に関する回転バネ K_R で考慮する。また、床版打設後に桁を橋台に埋込むという手順を考え、死荷重の影響は除去する。従って、荷重としては、温度荷重と活荷重を考える。全体構造をモデル化したものが、図-1(b)である。

§3. 解析手法

上部構造の支持型式を埋込みにした場合、桁の温度変化によって桁端部には軸力及び付加モーメントが働く。この影響を調べるために、まず、地盤のバネ定数 K_H , K_R を用いて橋台頂部で評価した水平及び回転バネ K_H , K_R を求める。カの釣り合いを考えることにより、橋台背面で剝離が無い時の K_H , K_R は次式ようになる。

$$\left. \begin{aligned} K_H &= N / \Delta_0 = 1 / [2_1 + 2_2 (M / N)] \\ K_R &= M / \theta = 1 / [2_3 (N / M) + 2_4] \end{aligned} \right\} \text{---- (1)}$$

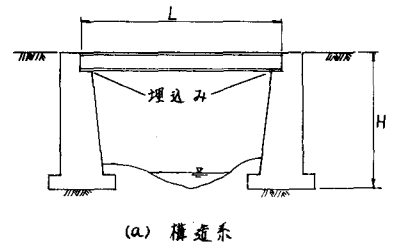
ここで

$$[2] = \begin{bmatrix} 2_1 & 2_2 \\ 2_3 & 2_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} lH + K_H & -\frac{1}{2}lH^2 - K_H H \\ \text{sym} & \frac{1}{3}lH^3 + K_H H^2 + K_R \end{bmatrix}^{-1}$$

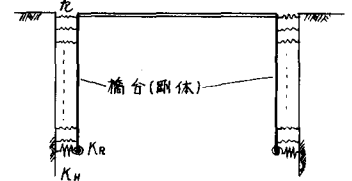
N : 軸力

M : 付加モーメント

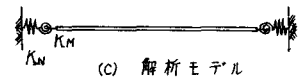
Δ_0 : 橋台頂部での水平変位



(a) 構造系



(b) 全体モデル



(c) 解析モデル

図-1 全体構造系と解析モデル

表-1 入力データ

支間長 L (m)	9	12	15	18	21	24	27	30	33
橋台高 H (m)	4	6	8	10	12	14	16	18	
N-値 Ns	5	10	20	30	40	50	∞		

θ: 橋台の回転角

の式を用いることにより、橋台頂部で評価したバネ定数 K_N , K_M が求まる。これを用いて図-1(c)のような構造系を考慮し全体解析を行なってやればよい。

§4. 数値計算

橋台に桁を埋込んだ時の、桁の応力状態を調べるため、若干の数値計算を行なった。ここで、 $N_s = \infty$ というのは橋台が完全に固定された場合に相当する。表-1に入力データを示す。

図-2は、 N -値をパラメータとした時の、支間と軸力の関係を示す図である。温度変化としては、 $\pm 30^\circ\text{C}$ を考えている。この図から、 30°C の温度上昇と活荷重が働く場合、軸力は支間長に比例して増加し、また、 30°C の温度低下が生じる場合は、軸力は支間長の2乗に比例して増加する傾向にあることがわかる。その軸力の値については、温度低下が生じる場合が橋台背面土が引張に抵抗しないことから温度上昇が生じる場合に比べてかなり小さくなっている。

桁端部に作用する付加モーメントと橋台高の関係を示したものが図-3である。これより、 30°C の温度上昇が生じる場合、桁端部には、橋台を固定 ($N_s = \infty$) した時に生じる固定端モーメントよりも大きな付加モーメントが作用していることがわかる。この付加モーメントは、桁に対しては荷重により生じる応力を減少させる方向に働くため有利といえるが、橋台に対しては問題がある。

桁に 30°C の温度上昇と活荷重が作用する場合と、 30°C の温度低下が生じる場合の、単純支持梁と両端埋込み支持梁との応力を調べ、前者に対する後者の増減率を表わしたのが図-4である。 30°C の温度上昇と、活荷重が作用する場合、上フランジでは支間長が短く、 N -値が小さいものほど応力減少率が大きく、下フランジでは支間長が長く、 N -値が大きいものほど応力減少率が大きくなっている。また、その値については、下フランジで最高40%もの応力減少となっている。 30°C の温度低下が生じる場合については、桁端部に作用する付加モーメントが、桁の応力を増大させる方向に働くため、桁に対し悪影響を及ぼすことが懸念されたが、応力増加は数パーセントの値にとどまり、桁に対してはさほど悪影響は及ぼさないことがわかった。

§5. あとがき

解析結果より、両端埋込み支持型式は、桁に対しては不利な条件を与えないことがわかった。しかし、橋台に関しては、その頂部に大きな付加モーメントが作用するため、実際にこの支持型式を用いる場合には桁と橋台との接合部の補強等の対策が必要とならう。

§6. 参考文献

1) 佐藤 和義; 両端をヒンジ支持にした橋梁の静的および動的特性に関する研究

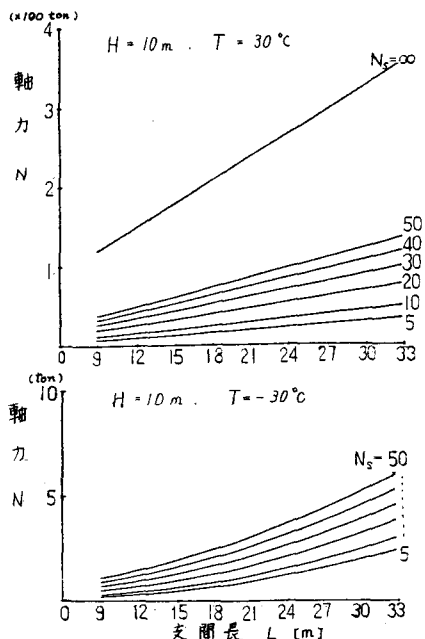


図-2 軸力と支間長の関係

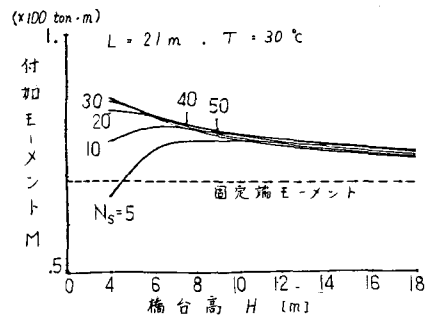


図-3 モーメントと橋台高の関係

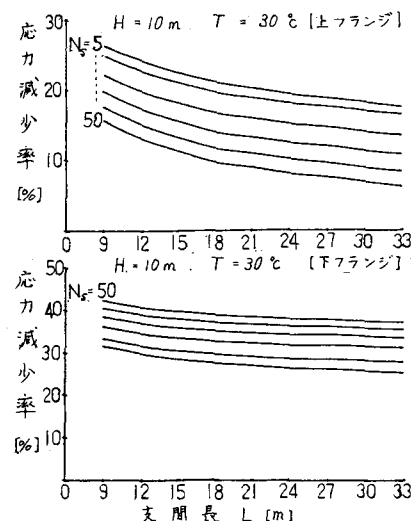


図-4 桁の応力減少率