

既設短支間橋梁のノージョイント化に関する考察

東北学院大学工学部 学生員 ○赤間 匠
東北学院大学工学部 正 員 中沢正利
陸奥テックコンサルタント 正 員 高橋明彦

1. まえがき

日本国内の道路橋は平成24年3月時点で約69万9千橋(橋長2m以上)が存在し、そのうちの78%は橋長15m以下の橋梁である。これら短支間の橋梁を管理している市町村が抱える橋梁損傷の多くは交通量の多さに起因した損傷ではなく、伸縮装置から支承部周辺への漏水に起因する損傷が多く確認されている。図-1には、伸縮装置からの漏水によると思われる桁端部の腐食状況の例を示した。

これまでに、伸縮装置の非排水化を図り、支承部周辺の劣化損傷を防止する伸縮装置の更新を定期的に行っているが、10～15年程度しか非排水機能が保持されないという問題がある。これを受けて、伸縮装置からの漏水等は避けられないことから、抜本的な構造の改良による維持管理費用の低減策を考える必要性も指摘されている。

新設橋梁であれば、剛結構造を採用することで伸縮装置および支承を廃止し、維持管理費用の削減を図った構造が採用されつつある。そこで、遊間異常が確認されている場合でも桁本体には異常がないので、既設橋に対して剛結構造への移行によるノージョイント化を図れないかという点について考察した。



図-1 伸縮装置からの漏水による桁端部の腐食

2. 剛結構造への移行によるノージョイント化

剛結構造によるノージョイント化とは、伸縮装置および支承をなくしてしまい、主桁と橋脚・橋台を鉄筋コンクリートで一体化することである。図-2には伸縮装置を持つ従来の単純桁構造を示し、図-3にはそれを改良した剛結構造の例を示している。このように剛結構造の橋と単純橋を比較したとき、剛結構造の特徴をまとめると以下になる。

- 伸縮装置をなくすことによる維持管理コストの削減

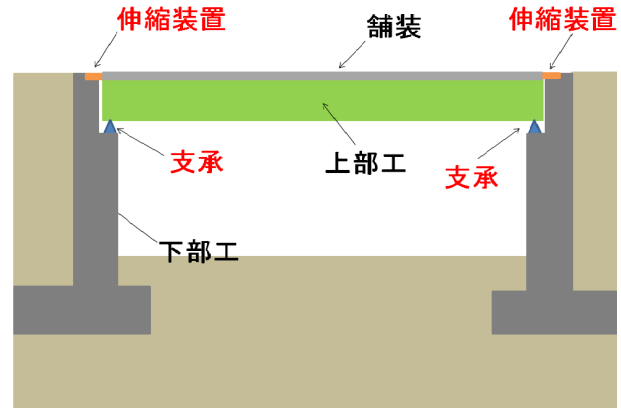


図-2 単純桁構造

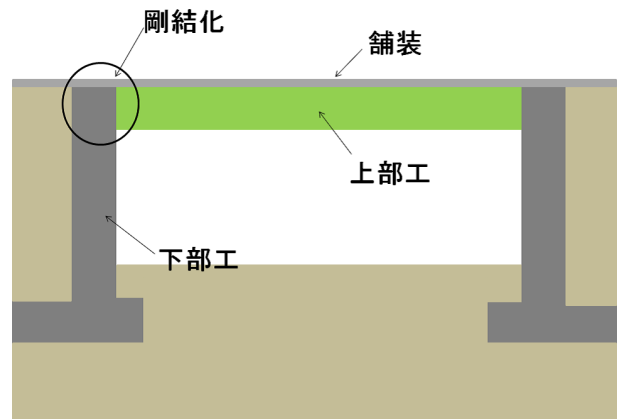


図-3 剛結構造

- 主桁と橋脚が剛結されているため耐震性に優れる
- コストの割高な支承が不要になることより建設コストが安く済む
- 伸縮部がなくなることにより振動・騒音を軽減できる

3. 温度応力を受ける剛結構造のつりあい

まず、仮定した桁長での鋼桁・コンクリート床版三次元構造のFEMソリッドモデルを作成し、両端完全固定状態で死荷重、活荷重および温度変化をすべて考慮した場合の応力状態を把握した。このとき、鋼桁の端部において比較的大きな局所応力が発生することが判明し、剛結構造を両端完全固定状態という境界条件のみによって仮定しただけでは温度変化による拘束応力の影響を考慮できないことが分かった。

表-1 力のつりあい系 (対象橋種 H-BB 橋梁: 橋長 20m 設定)

摩擦係数	橋台 構造高	受働土圧 +フーチング下 摩擦抵抗力 (KN)	温度応力 の合力 (KN)
0.5 (粘性土想定)	5m	6331.55	36513.79
	7m	13142.09	
	9m	22475.66	
0.6 (砂地盤想定)	5m	6517.86	
	7m	14270.33	
	9m	22619.25	
0.7 (岩地盤想定)	5m	6704.17	
	7m	14884.72	
	9m	22483.90	

全体系の力のつりあいを把握する必要がある。ここでは、地盤ケース・橋台構造別の温度応力と土圧荷重・フーチング底版摩擦係数別の力のつりあい状態を把握する。その時の力のつりあいの状態をまとめたのが表-1である。これらの各種ケースについて FEM モデルを構築し、周辺地盤条件および橋台構造別に、力のつりあい条件を照査した。橋梁上部工の温度応力による合力は、支持地盤の土圧より遥かに大きいということが分かる。

温度応力と土圧に関しての状態を調べることから、奥行きを 1 とする (平面ひずみ状態の) 二次元モデルを設定する。そして、実際は鋼桁・鉄筋コンクリート・コンクリート舗装からできている上部工を二次元モデルでは鉄筋コンクリート部材のみで換算し、桁高は 4.25m と算定した。

また、温度応力と土圧による下部工の移動を分かりやすくするために、橋脚部分である鉄筋コンクリートのヤング率を $3.35 \times 10^6 [\text{N/mm}^2]$ の剛体と仮定した。さらに、フーチングの支持地盤との摩擦の関係により、上載荷重による底面摩擦力が一定の値を超えたときに下部工が移動するものとする。二次元モデルでは下部工の端部要素の応力が一定の値を超えると降伏するという形で表現されている。

土圧については、N 値を 15 回と仮定し、橋台の高さなどから順次算出したものを土圧の値とする。温度が上がってからは上部工が膨張し土圧を押し返すので受働土圧とし、温度が下がるときは上部工が収縮するので主働土圧とする。橋台の軸力は上部工桁端部から 10m の死荷重、下部工の重量、下部工に乗る土の重量の合計の値であり、それに伴いフーチングの底面に摩擦力が発生する。このときの摩擦係数は、支持地盤の種類によって変化する。

図-4 は 0 秒のときの二次元モデルの状態である。温度は解析時刻 1s ごとに 1°C 上昇して 40°C まで上昇させ、温度応力が作用すると共に受働土圧が作用している。 40°C からは温度を反転させ、3s 後は 37°C に温度が下がるので土圧は主働土圧に変化する。そのとき、フーチングは温度応力・土圧・下部工の摩擦力の関係から水平移動しており、温度応力によ

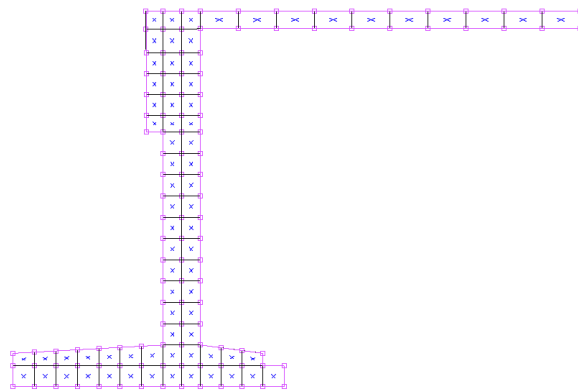


図-4 剛結構造の力のつりあい (温度変化 0°C の初期状態)

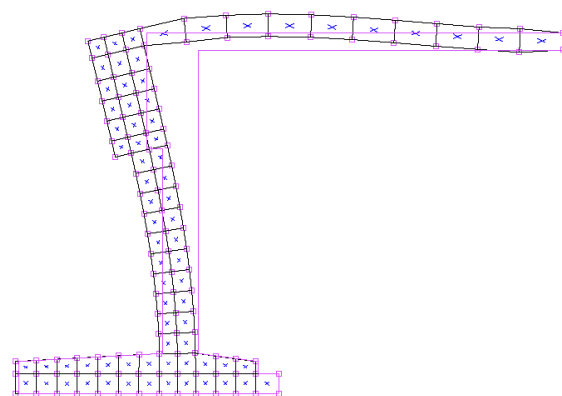


図-5 剛結構造の力のつりあい (フーチングが水平移動した後)

る上部工の軸力は解放されていることになる。図-5 は 43 秒のときの二次元モデルの状態である (二次元モデルの倍率を 500 に設定している)。その後は、温度応力が下がるので、フーチングは徐々に元の位置に戻る。

4. まとめ

- (1) 鋼桁・コンクリート床版三次元構造の FEM ソリッドモデルを作成し、両端完全固定状態で死荷重、活荷重および温度変化をすべて考慮した場合の応力発生状況を把握した。このとき、鋼桁の端部において大きな局所応力が発生することが判明し、剛結構造を両端完全固定状態という境界条件のみによって仮定しただけでは、温度変化による拘束応力の影響を正確に把握できないことが分かった。
- (2) 短支間桁橋の剛結構造 FEM モデルと土圧の表計算より、橋の上部工の温度応力は、支持地盤の土圧より遥かに大きいということが示された。よって、温度応力の発生に伴って橋台が水平移動し、つまり温度応力は解放されている可能性が高いということが把握できた。