

復建調査設計 (株) 正会員 ○天満 真士
 復建調査設計 (株) 正会員 岩崎 信正
 大阪工業大学工学部 正会員 栗田 章光

1. はじめに

ポータルラーメン橋(Portal Rigid-Frame (独:Rahmen) Bridge, 以下, PRB) は, 支承工および伸縮装置がない橋台を有する単径間の橋梁形式である. また, 同様の形式にインテグラルアバット橋 (Integral Abutment Bridges, 以下, IAB) があり, 相違点は前者が剛な基礎 (直接基礎もしくは剛性の高い杭) を有するのに対し, 後者は柔な基礎 (剛性の低い単列杭) を有することである. これらの形式は, 支承工および伸縮装置を有する通常の橋梁と異なり, 上部構造と橋台の接合部 (隅角部) には, 設計, 施工および維持管理において支配的となる負曲げモーメントが発生する. さらに, この負曲げモーメントは, 橋台に作用する土圧および温度荷重の影響を受ける. したがって, 本文では PRB の隅角部に生じる負曲げモーメントに着目し, 活荷重, 土圧および温度荷重の影響度についてパラメータ解析により検討した結果を報告する.

2. 解析の対象橋梁と荷重条件

解析の対象橋梁は, わが国で施工された鋼桁を有する代表的な PRB(IAB)とし, 小支間かつ狭幅員の 2 主桁 PRB(A 橋), 特殊車両 (902kN ダンプ) が載荷される広幅員の多主桁 IAB(B 橋), および大支間の 2 主桁 PRB(C 橋)の 3 橋とする. これら 3 橋の上部構造の断面形状を図-2.1 に, 橋梁諸元を表-2.1 に, それぞれ示す.

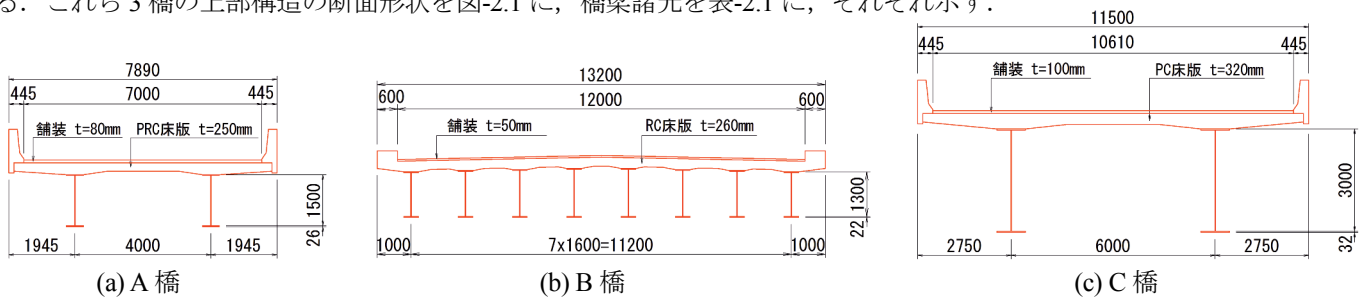


図-2.1 対象橋梁の断面形状

解析は, 表-2.2 に示すように, ラーメン公式¹⁾により 3 種類の荷重を載荷した状態で隅角部に生じる負曲げモーメントを算出する. 荷重ケースは, 活荷重, 土圧および温度荷重とし, 解析モデルは, 橋台下端をピン支点とした PRB モデルとする. なお, 合成桁における死荷重は, 主桁自重等の「前死荷重」と橋面工等の「後死荷重」に分けて載荷され, 主桁完成後に隅角部を剛結する一般的な架設手順では, 「前死荷重」による負曲げモーメントは生じないことから, 本解析では, 死荷重は解析対象としない. B 橋の設計活荷重は, 特殊荷重 (902kN ダンプのレーン載荷) であるが, 本解析では荷重による影響度の把握を目的とするため便宜的に B 活荷重 (満載) を載荷する. 標準温度は, 鋼桁のため 20°Cとし, 温度変化量は 30°Cとする. なお, B 橋の基礎形式は, 単列小径鋼管杭のため IAB に分類されるが, 本解析では PRB モデルとした.

表-2.1 橋梁諸元

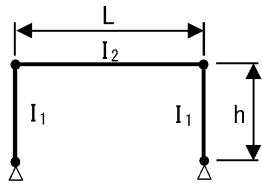
	A 橋	B 橋	C 橋
構造形式	PRB	IAB	PRB
活荷重	B活荷重	特殊荷重	B活荷重
支間長(m)	22.8	28.3	45.0
有効幅員(m)	7.00	12.00	10.61
橋台高(m)	9.0~10.0	8.8	10.0~12.0
堅壁厚(m)	2.0	1.5	2.0
基礎形式	単列深礎杭 φ 2.5m×2本	単列鋼管杭 φ 0.8m×5本	直接基礎

表-2.2 荷重図およびモーメント図

	活荷重	土圧	温度
荷重図			
モーメント図			

3. 剛比と条件

PRB の剛比は、図-3.1 および式(3-1)に示すように、上下部構造の剛度と支間長および橋台高で表される。



$$k = \frac{E_S I_2}{E_C I_1} \cdot \frac{h}{L} \quad \dots \text{式(3-1)}$$

ここに、 k ：剛比、 I_1 ：橋台壁の断面 2 次モーメント、 I_2 ：上部構造の断面 2 次モーメント、 E_C ：橋台のヤング係数、 E_S ：上部構造のヤング係数、 L ：支間長、 h ：橋台高である。

図-3.1 剛比概念図

上部構造の剛度算出に際し、地覆、壁高欄、舗装は橋面荷重として重量のみ考慮し、剛度は無視する。剛比は、支間長 L を固定し、橋台高を $H=12.0\text{m} \sim 4.0\text{m}$ まで 2.0m 毎に 5 ケース設定し算出した。なお、橋台厚は、隅角部の桁の埋め込み長さ等で決定されるため、橋台高さに関係なく一定値とした。また、橋台のウィングは剛度算出には考慮しない。橋台高を変化させた時の各橋の剛比を図-3.2 に示す。

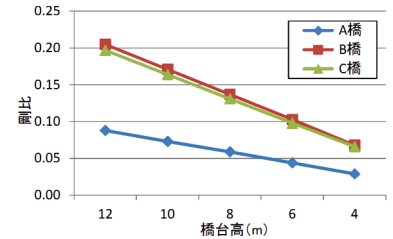


図-3.2 剛比と橋台高の関係

この関係図から各橋梁とも橋台高が低くなると剛比は小さくなる。また、特殊荷重で設計された B 橋の支間長 28.3m は、A 橋の支間長 22.8m に対し約 1.25 倍であるが、剛比は約 2 倍となっている。さらに、B 橋の支間長 28.3m は C 橋の支間長 45.0m に対し約 0.63 倍であるが、C 橋より大きな上部工剛度を有していることがわかる。

4. パラメータ解析結果と考察

図-4.1 に荷重ケース毎の負曲げモーメント値と各橋梁の長さ比 (L/h) および剛比の関係図を示す。

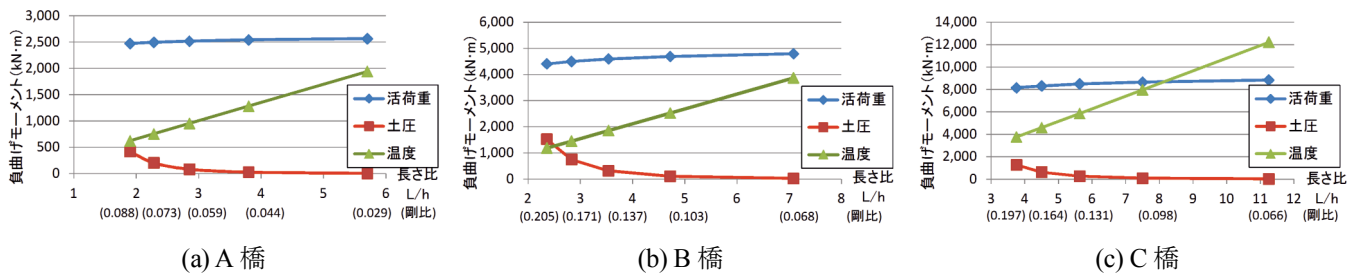


図-4.1 負曲げモーメントと剛比の関係

活荷重による負曲げモーメントは、A 橋では $2470\text{kNm} \sim 2564\text{kNm}$ 、B 橋では $4407\text{kNm} \sim 4792\text{kNm}$ 、C 橋では $8145\text{kNm} \sim 8828\text{kNm}$ と最小値に対し最大値が約 $104\% \sim 109\%$ と長さ比 (剛比) に対する感度は鈍い。土圧による負曲げモーメントは、A 橋では $419\text{kNm} \sim 5\text{kNm}$ 、B 橋では $1522\text{kNm} \sim 20\text{kNm}$ 、C 橋では $1278\text{kNm} \sim 17\text{kNm}$ と長さ比が大きくなる (橋台高が低く) となると極端に小さくなる。一方、温度荷重による負曲げモーメントは、A 橋では $623\text{kNm} \sim 1941\text{kNm}$ 、B 橋では $1186\text{kNm} \sim 3870\text{kNm}$ 、C 橋では $3753\text{kNm} \sim 12202\text{kNm}$ と最小値に対し最大値が約 $310\% \sim 330\%$ となり長さ比 (剛比) に対して敏感である。また、長さ比が大きくなると温度荷重による負曲げモーメントの割合が大きくなり、C 橋のように支間が長くなると活荷重を上回る負曲げモーメント値となる。

5. 結論

活荷重、土圧および温度荷重が負曲げモーメントに与える影響について解析した結果、得られた結論は以下のとおりである。

- (1) 活荷重による負曲げモーメントは、支間長に依存し、長さ比 (剛比) の影響をあまり受けない。
- (2) 土圧の影響は、長さ比が 5 程度以上では、活荷重と温度荷重に対する負曲げモーメント値の比率が 1%以下となるため無視できる。
- (3) 温度荷重による負曲げモーメントは、支間が長く上部構造の剛度が大きい、もしくは橋台高が低い橋梁では大きくなる。したがって、寒冷地等の温度変化が大きい場合は、負曲げモーメントに与える影響が大きくなる。

最後に、今後の課題は、基礎をバネモデルとする IAB の力学特性、ウィングの有無と剛比の関係、および死荷重が大きいコンクリート桁を用いた PRB での力学特性などを把握する必要がある。

【参考文献】 1)土木学会編：構造力学公式集，(株)技報堂，1986