

I - 646

P C 超多径間連続免震橋梁の支承水平剛性と固有周期設定の検討

（大仁高架2号橋）

静岡県 沼津土木事務所

渡邊高行

静岡県 沼津土木事務所

正員 ○ 原 広司

開発コンサルタント(株)

正員 松野則行

1. まえがき

超多径間連続橋梁のような桁長の長い橋では温度変化を受けた場合、桁端部においてはその伸縮量はかなり大きな値となり、多点固定化を図る場合には温度変化で生ずる水平力は下部工の安定を支配するレベルとなる。計画橋は桁長725mの29径間連続P C 中空床版橋（図-1 参照）として諸構造検討を進めているが、免震支承を用いる事により、温度変化水平力をコントロールし、地震時の水平力を分散し、ノージョイント化による道路サービス水準を向上させ、付加価値の高い道路を提供しようとするものである。こ

の計画で問題となる温度水平力と地震時の水平力のバランスについて、使用免震支承のせん断剛性に着目し、計画される下部工が温度変化の水平力で形状決定されないようなせん断剛性についてパラメータスタディーを行った結果を報告する。

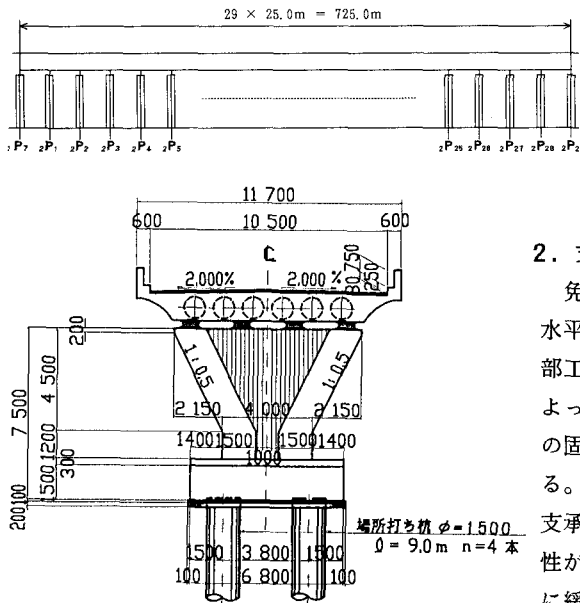


図-1 大仁高架2号橋概略図

2. 支承の水平剛性と固有周期の関係

免震支承を用いた橋梁の1次振動モードは上部工の水平移動のモードであり、このモードの固有周期は上部工を支える下部工、支承の水平剛性にて決定される。よって、下部工の剛性が固定されるものとすれば、この固有周期は支承の水平剛性と関係付けられる事となる。検討に使用した免震支承はL R Bであるが、この支承の水平剛性は変位依存性があり、単純に変形と剛性が関係付けられない。一方、温度変化等による非常に緩速な変形では支承の水平剛性は構成するゴムの水平剛性のみであることが諸実験で確認された。

そこで、本検討では免震設計で考慮される保有水平耐力地震時（ L_2 レベル）の1次水平振動固有周期をパラメーターとして各状態の作用水平力に対するシミュレーションを行った。

3. 検討内容

パラメーター解析における固有周期の範囲については下記に示す二つの条件を満足する事としている。

- ① 上部構造と下部構造の連成振動をさけ、免震装置に変位を集中させるため、免震装置を用いた場合の橋の固有周期を免震装置を使用しない時の固有周期の1.5倍以上とする。
- ② 免震装置の設計変位は、上部構造の変位を過大にしないため、保有水平耐力地震（ L_2 レベル）において支承の設計変位 $U_{B2} < 30\text{cm}$ を目標とする。

4. 検討結果

橋脚天端に作用する温度水平力 (H_t) と震度法 (L_1 レベル) 地震水平力 (H_a) および保有水平耐力地震 (L_2 レベル) における支承の設計変位 (U_{B2}) を橋の固有周期別に図-1, 図-2に示す。

温度変化時の杭の許容支持力に対し、地震時の許容支持力は約1.5倍である。そこで橋脚に作用する地震水平力と温度水平力の比率 α を1.5倍に設定すれば、温度変化時には死荷重反力に加え、活荷重反力が作用しているため鉛直荷重が増加し温度変化時に下部工形状が決定される可能性が高い。

仮に、下部工に作用する活荷重反力が全作用反力に対し約20%としたときには、比率 α を20%割増して考える必要がある。これらのことから温度変化時に下部工形状が決定されない水平力の値は地震時水平力の1/1.8程度が必要となる。本シミュレーションにおける最適な橋の固有は $T_{L2} = 1.3$ 秒であった。

免震装置を使用しない場合の橋の固有周期に対し、免震装置を用いた場合の橋の固有周期の倍率も、 $T_{L2} = 1.3$ 秒以上では L_1 レベルでも1.5倍以上を確保でき、問題となる支承設計変位からも $T_{L2} = 1.3$ 秒程度が条件を満たす周期であるといえる。

これらのことから、本橋の支承剛性は L_2 レベルにおいて周期が1.3秒程度になるように設定することが望ましいとの結論になった。

その周期における免震設計結果の一部を表-1に示す。

5. あとがき

超多径間連続橋では、温度変化による不静定力を減少させ、地震時の力で下部工形状および部材断面が決定されるように導くことが、構造物全体からみて安全性の高い設計になる。本橋における試算ではLRBの場合ではあるが、下部工形状が地震時に決定され、かつ L_2 レベルでの相対変形が過大とならない固有周期が設定可能となった。またこれらの固有周期設定の目標には各荷重時における鉛直反力比も考慮すればよりの確なものとなることが判明した。最後に、本検討にあたりご指導、ご助言をいただいた『大仁高架橋検討委員会』の関係各位の方々に紙上をお借りして深謝申し上げます。

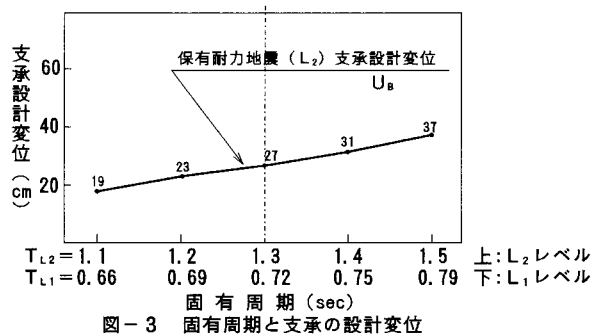
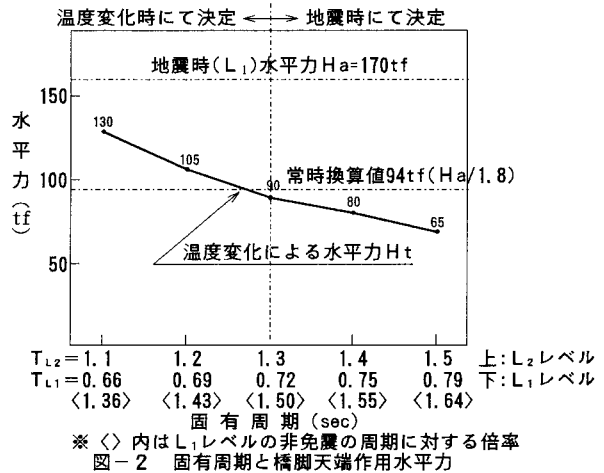


表-1 免震設計結果

橋 脚 位 置			端部橋脚	中央部橋脚
支承ゴム形状	平 面 形 状	A × B (cm)	58 × 53	68 × 68
	ゴムの 総 厚	Σ t (cm)	13.0	13.0
常時(+温度)	支 承 水 平 変 位	U_o (cm)	5.9	5.4
	支 承 の 水 平 せん断力	F_s (tf)	63.5	87.3
	支 承 の 有 効 設 計 変 位	$U_{a.}$ (cm)	2.0	1.6
震度法地震 (L_1)	橋 の 固 有 周 期	T (sec)	0.725	
	地 震 水 平 力	F (tf)	113	170
	支 承 の 有 効 設 計 変 位	$U_{a.}$ (cm)	20.1	18.9
保有水平耐力地震 (L_2)	橋 の 固 有 周 期	T (sec)	1.317	
	橋の有効等価減衰定数	h_e	0.133	
	地 震 水 平 力	F (tf)	324	459