

# 国道を跨ぐ既設鋼方杖ラーメン橋の地震時応答特性を考慮した耐震補強設計

四国建設コンサルタント 法人会員 ○野町 哲平  
高木 昌也 伊東 輝博 中平 直樹

## 1. はじめに

緊急輸送道路を跨ぐ橋梁は、落橋すると緊急輸送道路を遮断し、災害時の救急救命活動や復旧支援活動の大きな妨げとなる。このため、大規模地震に対して所定の耐震性能を満足するように、耐震補強対策を実施することが求められる。

本稿は、国道を跨ぐ既設鋼方杖ラーメン橋の耐震補強設計事例を報告するとともに、上部工耐震性能に対する考察や、支承部の補強対策に付随して必要となる橋台補強対策の検討フローを提案するものである。

### 1. 1 橋梁概要

当該橋梁は1972年（昭和47年）に架橋され、現行の耐震基準を満足していない。また、方杖ラーメン橋であり、地震時に複雑な振動や挙動を示す特殊橋梁に該当する。本耐震補強設計では、このような特殊橋梁に対して、地震時の応答特性を的確に把握したうえで、適切な耐震補強対策を計画することが課題であった。

## 2. 耐震補強概要

現行の耐震基準に基づき、上部工部材の現況耐震性能照査や支承部補強対策について検討を実施したところ、以下の結果となった。

### 2. 1 上部工部材の現況耐震性能照査

複雑な振動や軸力変動など、地震時の応答特性を的確に把握するために、ファイバー要素による3次元解析モデルを構築し、時刻歴応答解析により上部工部材の現況耐震性能照査を実施した。その結果、地震時応答値が許容値内に収まっており耐震性能を満足することを確認した(表-2)。

既設橋の現況耐震性能照査は地震時応答値が許容値を超過するケースが多いが、当該橋梁は下記の要因により許容値内に収まったものと考察する。

- ①当該橋梁は橋長26mで、全重量が100t程度と方杖ラーメン橋としては比較的橋梁規模が小さい。
- ②一般的に方杖ラーメン橋は両端橋台が可動支承であるが、当該橋梁は片側橋台が固定支承:Fである(図-1)。このため、地震時慣性力のほとんどが橋台に分担され、方杖部材の負担が大きく軽減された。

上記②については、両端橋台が可動条件の一般的な方杖ラーメン橋モデルにて検証を実施した。その結果、方杖部材の地震時応答値が許容値を超過したことから②の推察が妥当と確認できた(表-3)。

表-1 橋梁諸元

橋長	26.00m	上部工形式	鋼方杖式ラーメン橋
支間長	6.30m+12.80m+6.30m	下部工形式	重力式橋台
幅員構成	4.00m	基礎工形式	直接基礎
竣工年	1972年(S47年)-50年経過	支承形式	固定・可動(タイプA)
適用示方書	S39年 鋼道路橋設計示方書	交差物件	国道55号線



写真-1 橋梁全景

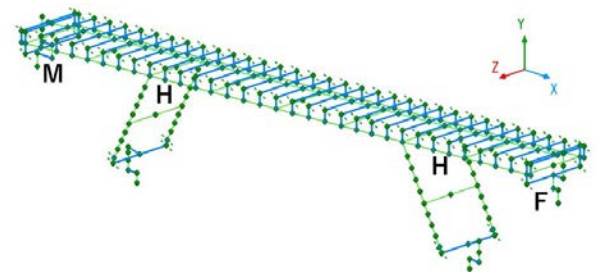


図-1 解析モデル

表-2 耐震性能照査結果(現況)

部材名	地震後の修復性					
	橋軸方向			直角方向		
	最大応答 ひずみ $\epsilon$ / 降伏 ひずみ $\epsilon_y$	判定	最大応答 ひずみ $\epsilon$ / 降伏 ひずみ $\epsilon_y$	判定		
主桁	0.33 < 2.00	OK	0.29 < 2.00	OK		
方杖	0.41 < 2.00	OK	0.44 < 2.00	OK		

表-3 耐震性能照査結果(支承条件変更)

両端橋台可動条件 ※直角方向は上表と同じ

部材名	地震後の修復性	
	橋軸方向	
	最大応答 ひずみ $\epsilon$ / 降伏 ひずみ $\epsilon_y$	判定
主桁	1.74 < 2.00	OK
方杖	5.57 > 2.00	NG

## 2. 2 支承部補強対策

既設構造を確認した結果、現況支承は線支承(旧呼称:タイプA 支承に該当)で、レベル2地震動に対応した構造になっておらず、支承部補強対策の実施が必要であった。補強対策については、下記①～③を検討した。

- ①レベル2地震動に対応した支承に取り替える。
- ②レベル2地震時の水平力に抵抗する構造を新設する。
- ③支承条件(固定・可動)の変更や全体系補強を行い現況支承で性能を満足するように地震時水平力を低減する。

検討の結果、経済性、維持管理性等に優れる、対策②(水平力分担構造の設置)を選定した。水平力分担構造は、経済性や維持管理性等を考慮のうえ工法比較を行い、鋼製ストッパータイプを採用した。また、橋台の桁受けスペースが狭いため、鋼製ブラケットを橋台前面に設け、その上部に設置する計画とした(写真-2)。



写真-2 水平力分担構造の設置状況

## 3. 支承部補強対策の課題と解決策

### 3. 1 既設橋台の安定性能照査

当該橋梁は方杖ラーメン橋であるため比較的橋台規模が小さく、水平力分担構造からの荷重が作用した際の橋台の安定性能が危惧された。そこで、水平力分担構造の設計水平力(時刻歴応答解析により得られた地震応答値)を用いて橋台の安定性能照査を実施したところ、転倒および滑動の制限値を満足しない結果であった(表-4)。

表-4 橋台の安定性能照査結果(現況)

偏心量eB (m)			滑動安全率		
計算値	制限値	判定	計算値	制限値	判定
2.445	>1.345	NG	0.161	<1.200	NG

表-5 橋台の安定性能照査結果(対策後)

偏心量eB (m)			滑動安全率		
計算値	制限値	判定	計算値	制限値	判定
1.658	≤2.000	OK	1.290	≥1.200	OK

### 3. 2 既設橋台の安定性能を満足させるための対策

橋台の安定性能を満足させるための補強対策について下記条件を整理のうえ検討した。

- ・橋台背面側および前面側の施工スペースが確保可能か(橋台背面の掘削とコンクリート増設, 前面からのアンカー施工等を考慮)
- ・通行規制(全面通行止めや片側交互通行)が可能か
- ・通行規制が片側交互通行となる場合、反復施工が可能か

検討の結果、橋台背面に施工スペースが確保可能で、現況交通量がわずかで通行止めが可能なることから、橋台背面を掘削し、コンクリートを増設する対策を選定した(図-2)。対策後の安定性能照査結果を、表-5に示す。

## 4. おわりに

### 4. 1 上部工部材の耐震性能について

H8年以前の道路橋示方書等により設計・施工が行われた既設橋梁であっても、橋梁規模や支承の固定・可動条件によっては現行基準による耐震性能を満足する場合がある。鋼方杖ラーメン橋の耐震性能照査結果の一例として、本稿が参考になればと考える。

### 4. 2 既設橋台の安定性能について

小規模な既設橋台に支承部補強構造を設ける場合、その作用荷重に対して橋台の安定性能を満足しないケースが多い。この場合の橋台補強対策の選定にあたり、支承部補強対策を含めて図-3のフローを作成した。類似ケースにおける対策選定の一助となれば幸いである。

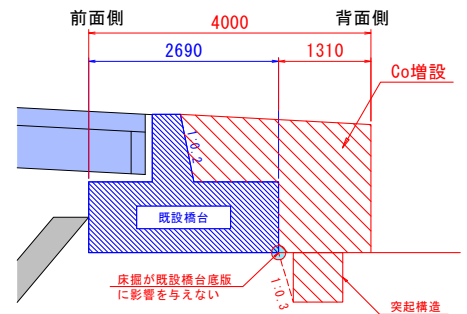


図-2 橋台補強対策図

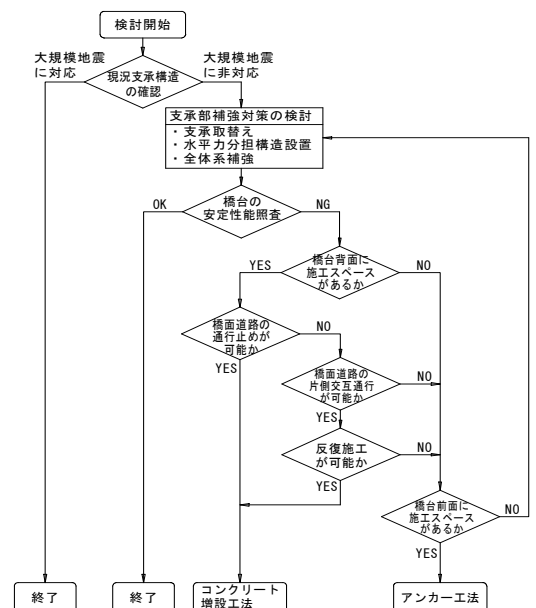


図-3 支承部補強に伴う橋台補強対策の検討フロー