

日本道路公団 小川 健 大阪大学 工学部 正員 松井 繁之
日本道路公団 西尾 宗雄 (株)フジエンジニアリング 正員 薄井 王尚

1. はじめに

損傷の生じた橋梁の補修方法を検討する上で、その損傷の発生原因を正確に把握しておくことが重要であることは言うまでもない。しかしながら、損傷が単独の要因によって生じていることはきわめて希で、通常は幾つかの要因が複合された状態で現れてくる。また、損傷は徐々に進行するため軽微な段階ではその原因を把握することより、第3者に対して危害を加えないよう、その損傷箇所を何らかの方法で覆ってしまうことが通例である。しかし、このような補修が適当であるか否かは、その後の損傷の進展を確認するか、補強効果の確認のための大がかりな測定を実施しなければ判断ができないのがこれまでの状況であった。ところが、最近になってコンピュータの発達により、事前にその補強効果の予測を行い、またより最適な補強方向の検討、問題点の抽出を行うといった手法が検討されるようになってきた。本報告は、図-1に示したような橋梁（床版に損傷を受けている。また、中間橋脚がロッキング橋脚で、横方向剛性が比較的小さい）の補強方法の検討にあたって、このような手法を取り入れて補強案について検討を実施したものである。

2. 解析モデル

補強方法の検討にあたっては、現状の橋梁の状態を正確に表現可能な解析モデルの設定が重要である。今回の補強方法の検討にあたっての解析モデルには、図-2に示したような全体の構造をほぼシェル要素と梁要素で表現した有限要素法モデルを使用した。モデルの規模及び使用要素を表-1に示す。解析モデルの精度の検証にあたっては、橋梁に試験車両を載荷して得られた変位・応力と解析結果を比較した。その結果、解析モデルでは、現状の変位・応力状態をかなり表現できているものと思われる。解析結果と測定結果を比較したものを表-2に示す。

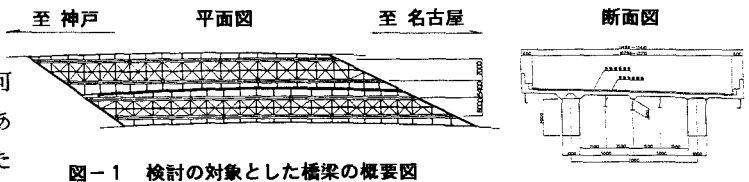


図-1 検討の対象とした橋梁の概要図

表-1 解析モデルの仕様

モデル規模	
節点数	971点
要素数	1892要素

使用要素の種類

主桁、横桁	シェル要素
主桁、横桁(ワング)	梁要素
床版、嵩橋、地覆	シェル要素
橋脚、橋趾	トラス要素

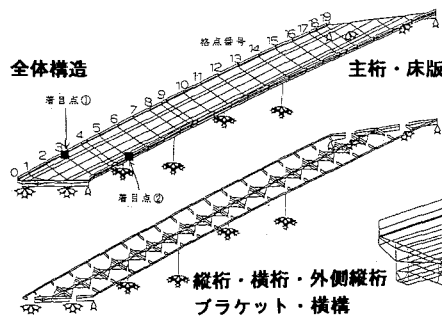


図-2 解析モデル

表-2 解析結果と測定結果の比較

	測定方向	着目点①		着目点②	
		測定結果	解析結果	測定結果	解析結果
たわみ (mm)	鉛直方向	-3.64	-3.21	-0.40	-0.80
	水平方向	-0.70	-0.28	-0.30	-0.15
応力 (kg/cm ²)	橋軸方向	88	87	11	15

3. 補強構造の検討

検討の対象となった橋梁に発生している床版損傷の程度および将来的に生じると予想される問題については、別途詳細な調査を実施し、検討を行った。その結果を整理すると次のようになる。①設計上は非合成桁橋として扱われているが、現状では床版・主構がほぼ合成された状態にあり、その合成作用によって比較的剛性の小さい主構に替わって床版が鉛直・橋軸直角方向の変形を抑えている傾向がうかがえる。そのため、今後床版への応力分担によりずれ止め（スラブアンカー）が切れる可能性があること、また、主桁作用により床版に生じる引張応力によって新たなひびわれが発生する等の問題が考えられる。従って、補強構造とし

ては、a)現状の合成效果を維持させる（箱桁上面のジベル追加、横桁上の床版打ち下ろし等）、b)本来の非合成桁状態であっても問題となるような変形が抑えられるような構造とする（横桁補強、横構補強等）、c)下部工の補強によって変形を抑える、等が検討された。また、②床版には、床版が主構に作用する応力を分担したために生じた橋軸直角方向のひびわれが数多く認められ、更に一部のひびわれには漏水・遊離石灰が伴っている。そのため、床版の耐荷力の向上のための補強が必要である。補強構造としては、a)損傷床版の打ち換え b)床版増厚 c)鋼板接着 d)補強鋼板の設置等が検討された。

4. 解析結果

想定される様々な補強構造を検討し、その幾つかについて補強構造モデルとして部材断面の増強、追加等の作業を行い、補強効果の比較を行った。補強効果の解析を実施した構造モデルを表-3に、補強モデルの概要を図-3に示す。また、補強構造の効果について、その変形の低減効果を比較したものを図-4に示す。比較する上で、その変形の低減効果を比較したものを図-4に示す。比較する上で、その変形の低減効果を比較したものを図-4に示す。比較する上で、その変形の低減効果を比較したものを図-4に示す。

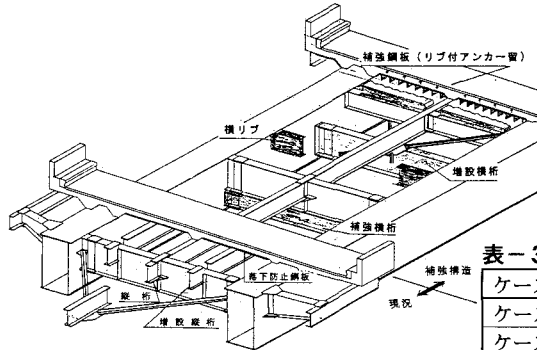


図-3 補強構造の概念図

表-3 補強工法の一覧

ケース0	設計モデル
ケース1	横桁補強
ケース2	横桁追加
ケース3	横リブ追加
ケース4	横構追加

荷重の載荷とした。その結果、鉛直方向のたわみについてはどの補強方法を実施しても極端には小さくならないが、横桁・横構を補強することにより荷重分配効果が高くなり、主桁のたわみ差が縮まることにより、床版に作用している付加応力は低減されるものと予想される。次に、斜橋特有の問題である橋軸直角方向の変位については、横桁を補強することによってかなりの程度小さくなることがわかった。また、横構の補強を実施した場合は、変形全体としては小さくなるが、橋軸直角方向の変形モードが大きく変化することがわかった。

5. まとめ

今回の解析は、本橋の補強構造を検討するにあたって、事前にその効果について把握するために実施したものである。従来の補修・補強は、部分的な部材の補強にとどまっている場合が多く、またその設計にあたっては補強された部材の安全性を評価したに過ぎないものが多く見受けられた。今回実施した解析は、その基本とした解析モデルや補強構造の取り扱い等、更に改良を加えていかなければならない点があると考えられるが、今後の補修・補強工事の実施にあたってはこのような事前の検討が益々重要になっていくものと考えられる。本橋についてはこのような解析を更に詳細に実施し、より効果の高い補強を実施したいと考えている。今回の報告は「名神高速道路橋梁老朽化検討委員会」の中で検討された事項の一部を紹介したもので、委員の先生方の御協力があつたことを記し、関係各位に深謝する次第です。

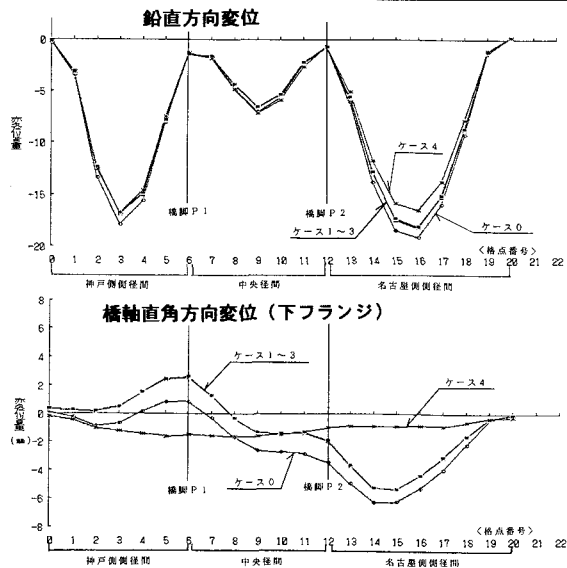


図-4 補強効果（変形の低減の状況）