3径間連続鋼斜張橋における各部材の限界状態に関する一考察

正会員	○石橋	健作
	和崎	宏一
	加藤	喜則
	宮崎	重行
	正会員	正会員 〇石橋和崎加藤宮崎

1. はじめに

試設計の対象とする長大斜張橋(以下、本橋という。)は、名 古屋港の金城ふ頭と潮見ふ頭に跨る橋長1,170m、中央径間590m の3径間連続鋼斜張橋であり、1989年12月の基礎工施工着手か ら主桁の閉合までに約7年を要して建設されている。(表-1)本 橋を含む名港トリトン全線が1998年に供用開始となり、輸出量 日本一である名古屋港への物流を含む国内有数の動脈として定 着している。また、災害時には緊急交通路としての機能も期待さ れている。東海地域においては、今後30年間で東海・東南海・ 南海地震の発生確率が極めて高いことから、災害時の信頼性確保 が重要課題となっている。しかしながら、本橋の設計基準は古く、 部材補強が困難となる場合が多くあると想定されるため、各部材 の限界状態をどのように設定して行くかが重要な課題であると 考え、事前検討を行った結果について報告する。

2. 耐震補強対策検討

耐震補強工法は、構造特性や架橋状況(海上)を踏まえ て、橋梁全体系による補強(免震・制震)を基本とした。 補強対策検討結果を表-2に示すが、本橋に配置可能な免震 支承と粘性ダンパーによる補強を実施した場合において も、主塔部や主桁部で塑性化(局部座屈)が生じているこ とが確認できた。

3. 全体系部分 FEM 解析

補強対策後の地震により塑性化すると予想されている 主塔部や主桁部の損傷を詳細に把握する目的で、全体系部 分 FEM シェルモデルを用いた解析を実施する。

3.1 FEM 解析概要及び損傷状態の評価

全体系ファイバーモデルにて塑性化が大きい部位を着 目部位として部分 FEM シェルモデルを作成し、全体系ファ イバーモデルに組込み、時刻歴応答解析を実施する。図-1 に主塔 FEM 解析モデル図を示す。また、損傷状態の評価は、 断面構成部材の時刻歴面外変位と応力コンター図により、 局部座屈の確認、耐荷力に関する検証を行う。

キーワード 耐震補強,特殊橋梁,局部座屈,耐荷力 連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 1-8-11 DP スクエア錦 8F 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社

表-1 試設計橋梁の構造諸元及び設計

項目	諸元
路線名	伊勢湾岸道路
橋格	第1種 第1級(高速自動車国道)
完成年次	平成10年3月(1998年3月)
橋長	1, 170. 000 m
支間割	290.000 m+590.000 m+290.000 m
上部工形式	3径間連続鋼斜張橋(鋼床版)
下部工形式	P2,P3 P3 P4,P3 精脚:ニューマチックケーソン基礎 P1,P4 精脚:RC中空壁式橋脚(場所打ち杭基礎)
有効幅員	15.000 m + 15.000 m
斜角	90° 00′ 00″
横断勾配	2.000%
設計荷重	TT-43, TL-20
交差物件	名古屋港:主航路、副航路
適用示方書	道路橋示方書(平成2年)

表-2 補強対策検討結果



TEL052-212-4520

4. FEM 解析結果及び補強方針の策定

主塔基部の面外変形量は FLG、WEB ともに 300mm を超えて おり、残留面外変形量も 250mm 程度と予想できる。初期不整 (W/150) より大きい面外変形が生じている。したがって、 主塔基部の補強には、座屈を抑制して耐震性を確保すること が重要であることが確認できた。当該箇所は、現状として添 接箇所で部材補強が困難なため、添接板を当て板と考えて、 その効果の確認を行った。その結果を図-2 に示すが、座屈変 形が多少抑制されることが確認できた。

5. まとめ

5.1 損傷シナリオによる限界状態の設定

現状として制限値を超過している部材の範囲は広く、免震 化・制震化に伴う剛性増加により、地震応答が大きくなり、 さらに補強を行うような繰り返しとなることから、全ての箇 所に対して現行基準を満足させる補強が難しくなることが想 定される。現在の道路橋の耐震設計では考慮する地震動に対 して、地震動のレベルに応じた要求性能の目標を定め、材料 の塑性化や変形を考慮し、崩壊の危険性までを照査し、復旧 性を踏まえて耐震性能を決定している。また、部材を構成す る鋼板は、局部座屈が降伏点まで生じないような厚さを基本 とされ、部材の形状に依存する全体座屈を考慮したものでは ない。したがって、当該橋梁においても、FEM モデルによる 解析後に、連続してプッシュオーバー解析等により残存耐力 を把握し、橋梁全体系の耐荷性や安定性を把握することで、 崩壊の危険性のない程度まで許容した設計を行うことを提案 して行きたいと考える。

5.2 プッシュオーバー解析による残存耐力

地震応答解析後の残留状態からプッシュオ ーバー解析を実施し、その残存耐荷力の確認 を把握する。図-3に主塔頂部における水平変 位と主塔基部の軸力の関係を示す。解析は、 約0.37Gで発散して解析が終了した。主塔基 部の面外変形から地震応答解析後(地震後) においても、同程度の耐力を有していると想 定される。



図-1 主塔 FEM 解析モデルイメージ図





6. おわりに

斜張橋のような特殊橋梁においては、本橋のように補強が困難となる場合が多くあると考えられる。このような場合にどのように耐震性能を設定して行くものかが重要になると考えられる。したがって、既設橋梁の耐 震性能を理解した上で、損傷シナリオを設定していくことが重要であると考える。

参考文献

1)公益社団法人 日本道路協会:道路橋示方書·同解説 V耐震設計編 平成24年3月