

国内最大級の制震ダンパーを用いた名港西大橋（上り線）の耐震補強工事

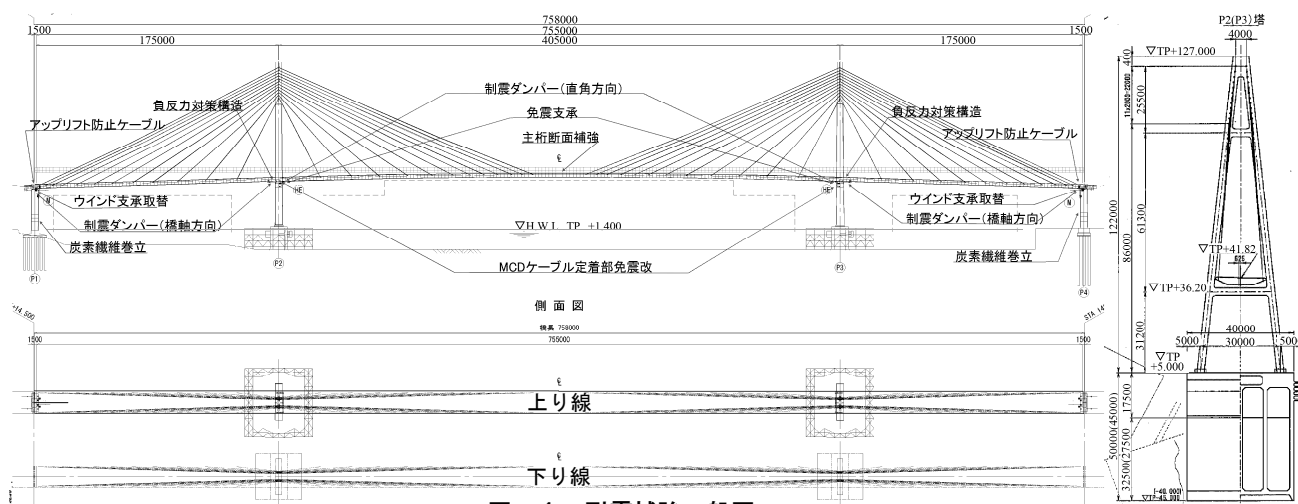
中日本高速道路㈱ 正会員 ○山本 大貴
 中日本高速道路㈱ 正会員 安藤 博文
 瀧上工業㈱ 正会員 上田 博士
 瀧上工業㈱ 畑中 栄太

1. はじめに

名港西大橋（上り線）は、1985年に建設された橋長758m（175m+405m+175m）の3径間連続鋼斜張橋であり、1998年に完成した名港中央大橋、名港東大橋、名港西大橋（下り線）とともに「名港トリトン」を構成する1橋である。供用開始より30年が経過していることから耐震補強を行う必要があったが、平成24年道路橋示方書に規定する地震動及び東海・東南海地震動により耐震性能照査を行った結果、制限値を満足しない部位が多く存在する結果となった。本工事では橋梁本体構造の補強量を少なくしたい意向から制震ダンパーと免震ゴム支承による耐震補強を採用した。主塔部で上下部構造を弾性的に支持する既設の弾性拘束ケーブル（Meiko-Cable-Damper System、以下、MCD）の機能を免震支承に代替する構造変更を伴う工種があり、供用中の構造物の安定性を確保しながらMCDのプレストレスを解放する必要があったため、施工に際しては温度変化、張力解放による主塔および主桁の挙動を確認しながら施工管理を行った。

2. 耐震補強のコンセプト

耐震性能の照査に用いた地震動として、平成24年道路橋示方書「耐震設計編」（以下、H24道示）に規定される地震動に加え、東海・東南海地震の連動を考慮した東海地域で想定される最大規模の地震波を入力地震動とし、サイト特性を考慮した長周期地震動予測を行った。地震時のエネルギー吸収を図ることで、主桁・主塔の補強量を最小化するとともに、地震時変位を抑制する検討を重ねた結果、使用する制震ダンパーは国内で前例の無い規模となった。図－1に耐震補強一般図を、表－1に耐震補強の主要数量を示す。



図－1 耐震補強一般図

3. 現場施工の課題と対策

(1) 最大規模の制震ダンパーの設置

本橋の耐震補強の最大の特徴は地震時変位を抑制するために両端橋脚に設置した制震ダンパーの規模にある。定格荷重2000kN、そのストローク±650mmは国内最大規模となった。このため速度依存性を有するシリンダー型粘性ダンパーに対する性能検証試験を実施し、その結果を解析にフィードバックした。地震時には粘性帯がオリフィスを通り地震動を吸収し揺れを軽減させるとともに、衝撃力は熱量に変換されてエネルギーを吸収する。制震ダンパーの長さは5.3mにも及ぶため、足場を吊架台と兼用して一括で吊り上げる方法を採用した（図－2参照）。

表－1 耐震補強主要数量

耐震補強項目	数量	内容
制震ダンパー	16	P1～P4 各4基
免震支承	4	P2, P3 各2基
MCDケーブル定着部免震改造	2	P2, P3 各1箇所
ウインド支承改良	2	P1, P4 各1基
アップリフト防止ケーブル	4	P1, P4 各2本
負反力対策構造	4	P2, P3 各2箇所
主桁断面補強	15	中央径間部 鋼重(t)
炭素繊維巻き立て	2	P1, P4 各1箇所

(2) MCD ケーブル定着部免震改良

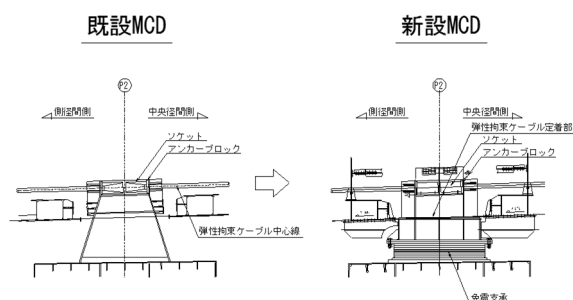
主塔部で上下部構造を弾力的に支持している既設 MCD の構造変更内容を図一 3 に示す。水平梁上の既設架台を撤去し、新設の架台と免震支承を施工する。MCD は主桁（上部構造）と主塔（下部構造）を橋軸方向に連結（ばね連結）するケーブルで、大規模なゴム支承が普及する以前に考えられた分散支承のような挙動を期待したデバイスである。その機能は a) 温度変化による水平力を両主塔に分散し主塔に作用する水平力を緩和する機能 b) 主ケーブルによる主桁軸力アンバランスを補正する機能を備えているものである。改良にあたって一時的に MCD のプレストレスを解放する必要から、機能が一時的に失われる状態が発生し、主桁と主塔がずれて主桁全体が移動してしまう可能性があった。供用中の主桁安全性を確保するために、温度変化移動量の挙動計測と施工前の形状確認を行い、常時設計荷重の 1/2 程度の安定性を確保する施工計画とした。具体的には①P2,P3 主塔の同時施工は行わない、② 2 本 1 組の MCD のプレストレス除荷は交互に行い主桁にねじれを発生させないなどである。MCD 改良前に左右の支承取替を先行させることで水平力を主塔に分散できるようにした。さらに橋軸方向安定性の施工時評価基準を定める必要から、「主桁と主塔の相対変位量」、「主桁全体移動量」、主ケーブルの張力に影響する「主塔の傾き」について検討した。各施工ステップでの計画値は「耐震補強デバイスの置換えに着目した方法」と「3 次元フレームモデルによる全体形状解析」の 2 種類の数値検証により算定した。解析モデルとの整合を確認した結果が概ね一致したことから、全体イメージの把握がしやすい 3 次元モデルの解析結果と各施工ステップ毎に形状を計測して比較確認し、安定性と健全性を確保した。図一 4 に 3 次元モデル解析変形図、表一 2 に数値検証結果の比較を示す。安定性確保の取り組みの結果、設計標準温度 (20℃) での形状を 5mm 以内の精度で把握できた。新設ダンパー、免震支承等の設置位置、補強前後の桁端部伸縮量等の出来形管理に分析結果を反映することが可能となった。他、工事完了後の主塔の傾きの平均値 (-12.2mm) は補強工事着手前 (-24.6mm) より既設橋完成時 (-8.3mm) に近づき、想定内の挙動であることを数値的に確認でき、主ケーブル張力のバランスも改善できた。

5. まとめ

斜張橋のように複雑な挙動を示す橋梁では、実橋の計測結果を分析し管理することが施工中の安定性と健全性確保、補強後の機能検証に有効と考える。供用中路線に安全を確保しながらの補修・補強工事は制約条件が厳しく、多くのアイデアを必要とする。今回の施工経験を今後の補修・補強工事にも活かしていく。



図一 2 ダンパー吊上状況



図一 3 既設 MCD と新設 MCD

