

小松川ジャンクション接続部における既設鋼製橋脚のアンカー部補強に関する構造検討

首都高速道路(株) 正会員 ○石田和久
(株)IHI インフラシステム 嵯峨山 剛

首都高速道路(株) 正会員 松原拓朗
首都高速道路(株) 正会員 伊原 茂
(株)IHI インフラシステム 北村耕一

1. はじめに

現在、首都高速道路では中央環状線の機能強化として、中央環状線（埼玉方向）と高速7号小松川線（千葉方向）を接続する小松川ジャンクション（以下、小松川JCT）の新設工事に着手している。図-1は中央環状線と小松川JCTの接続部における橋脚正面図・平面図を示す。中央環状線は、建設当時から小松川JCTの荷重を考慮して設計されており、昭和62年に供用している。その後、平成11年に復旧仕様に基づき、縦リブ補強及び中詰めコンクリート充填により鋼製橋脚の耐震補強を実施している。本工事では、この中央環状線に小松川JCTが剛構造で接続するため、レベル2地震時における構造全体系の照査をした結果、中央環状線の既設鋼製橋脚のアンカー耐力が橋脚基部耐力を下回り、また、引張側アンカーの軸方向応力度が降伏強度を超過することが判明した。そこで、本稿ではアンカー部の補強方法に関する解析的検討を行ったので、ここに報告する。

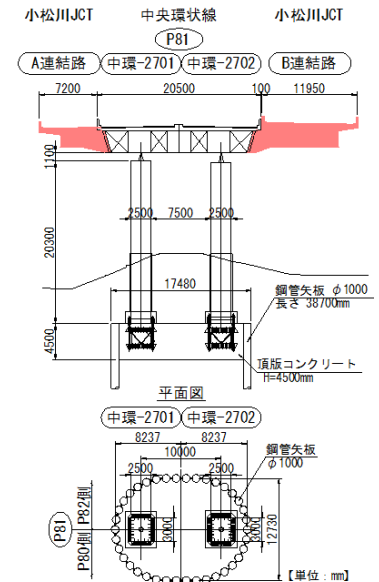


図-1 橋脚正面図・平面図

2. アンカー部補強工法

増設アンカー補強工法とは、図-2 (a) に示すとおり既設アンカーの外側にアンカーを増設して既設アンカーに作用する引張応力度の低減を図るものである。現場条件より、頂版コンクリートの鉄筋が 125mm~150mm ピッチで配筋されており、穿孔可能なコア径は約 70mm となるため増設アンカーには異形鉄筋 D51 を用い、引張力に抵抗できる付着長さとした。一方、基部拡張補強工法とは、図-2 (b) に示すとおり、橋脚基部のベースプレートに拡張により頂版コンクリートの支圧面積を増加させ、既設アンカーが引張降伏するときのアンカー耐力を向上させる方法である。

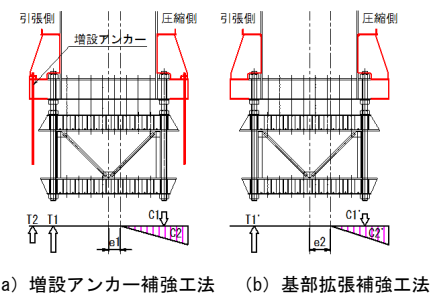


図-2 補強概念図

3. FEM解析概要

3次元FEM解析では、図-3に示すとおり、実橋に対して縮尺を約1/3とし、橋脚天端から頂版コンクリート下端までを対象に1/2対称モデルとした。モデル化に際しては、鋼板は4節点の線形シェル要素、コンクリート及びアンカーは8節点の線形ソリッド要素を用いた。なお、実構造物と解析モデルの各構造部材の板厚及び材質を表-1に示す。荷重条件は、鉛直荷重を載荷させた状態で、橋脚基部のアンカー耐力相当の曲げモーメントを発生させる水平荷重を10%ずつ漸増させた。境界条件は図-4及び表-2に示すとおり、橋脚ベースプレートとコンクリートの境界では圧縮の

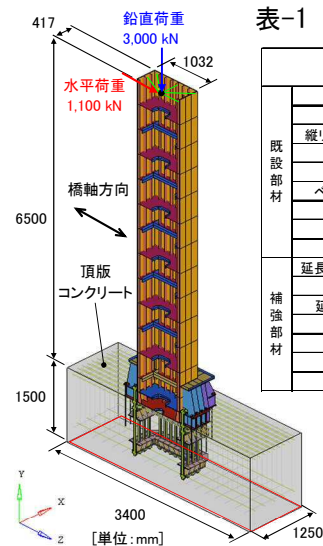


図-3 解析モデル

表-1 各構造部材の板厚・材質

構造部材	板厚(mm)		材質
	実構造	モデル	
既設部材	橋脚フランジ	28	9
	橋脚ウェブ	46	16
	縦リブ(フランジ・ウェブ面)	18	6
	ダイヤフラム	12	9
	横リブ	10	9
	ベースPL・基部フランジ	30	9
	基部リブ	25	16
補強部材	基部リブ(最外縁)	25	9
	アンカーボルト	φ170	φ55
	延長ベースPL・基部フランジ	25	9
	延長基部リブ	25	16
	延長基部リブ(最外縁)	25	9
	増設リブ	25	16
	増設リブ(最外縁)	25	9
増設部材	増設フランジ	30	9
	増設アンカーボルト	D51	D16

キーワード 鋼製橋脚, 増設アンカー補強工法, 基部拡張補強工法

連絡先〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 首都高速道路(株) 建設事業部構造設計室 TEL 03-3539-9558

み荷重伝達し、引張は荷重伝達しない接触条件とし、境界面平行方向は剛結とした。以下では、このモデルを基本に増設アンカー補強工法及び基部拡張補強工法の補強効果を検証した。

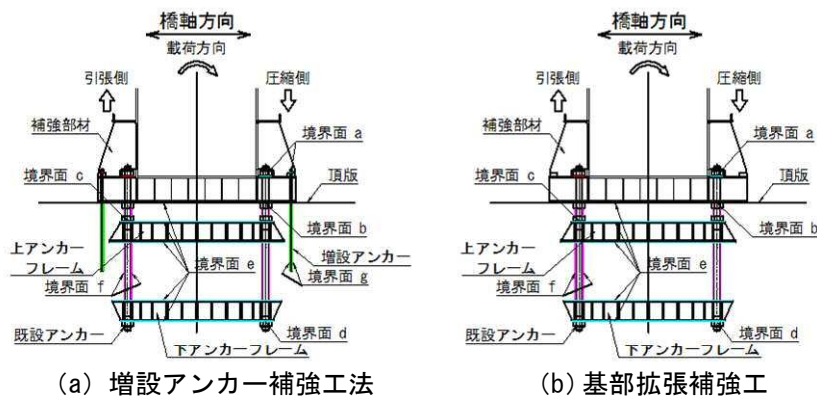


図-4 境界条件

表-2 各部位における境界条件

箇所	境界面		平行方向
	法線方向	引張側	
a	ワッシャーと鋼板(基部FLG)	接触	剛結
b	ワッシャーと鋼板(基部BASE)	剛結	接触
c	ワッシャーと鋼板(上フレーム)	剛結	接触
d	ワッシャーと鋼板(下フレーム)	接触	剛結
e	鋼板とコンクリート	接触	剛結
f	既設アンカーとコンクリート	接触	接触
g	増設アンカーとコンクリート	接触	非線形バネ

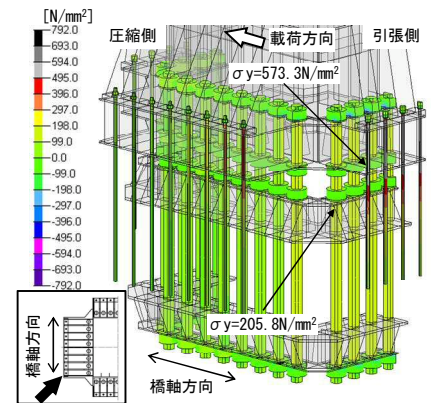


図-5 既設・増設アンカー
応力コンター図

4. 解析結果

(1) 増設アンカー補強工法

既設・増設アンカーの軸方向応力度分布は図-5に示すとおりである。材質S35CNの既設アンカーに作用する最大応力度は断面平均値で 205.8 N/mm^2 発生しているが、降伏強度(305 N/mm^2)以内である。一方、材質SD490の増設アンカーの最大応力度は 573.3 N/mm^2 発生しており、降伏強度(490 N/mm^2)を約17%超過している。

(2) 基部拡張補強工法

拡張したベースプレート付近における頂版コンクリートの圧縮応力度は図-6に示すとおり、局所的な許容応力度 42 N/mm^2 を超過して 64.4 N/mm^2 生じている。しかし、補強リブのMises相当応力度分布は図-7に示すとおり、ベースプレート先端と補強リブ上端を結んだ直線状に引張応力度が分布しており、拡張したベースプレート上フランジ先端部で最大値 452.0 N/mm^2 発生しているが、 495 N/mm^2 (SM570の降伏強度 450 N/mm^2 の10%割増し)以内に収まっている。また、既設アンカーの最大応力度は図-8に示すとおり、増設アンカー補強工法と比べて若干大きく 219.7 N/mm^2 発生しているが、降伏強度の約72%である。

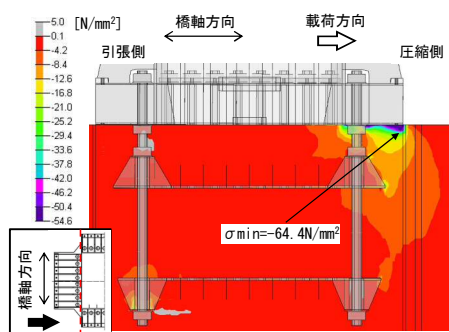


図-6 頂版コンクリートの
応力コンター図

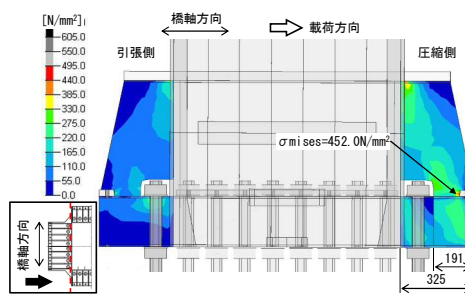


図-7 補強リブ応力
コンター図

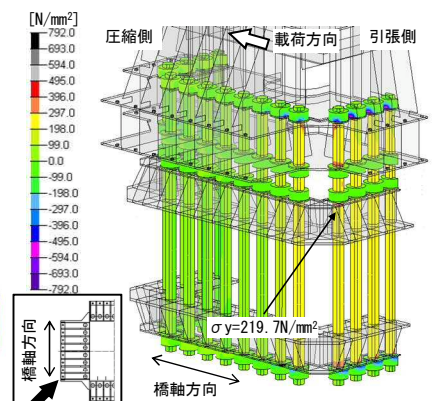


図-8 既設アンカーの
応力コンター図

5. まとめ

上記の補強工法のうち、増設アンカー補強工法では既設アンカーの発生応力度を降伏強度の約67%まで低減できたが、増設アンカーが降伏強度を超過した。これに対して、基部拡張補強工法では頂版コンクリートにおける圧縮応力度が局所的に超過しているが、増設アンカーを用いずに既設アンカーの発生応力度を降伏強度の72%まで低減できることがわかった。今後は、基部拡張量を増やし支圧面積を大きくすることで頂版の局部応力度は解決できることと考えている。