

西船場 JCT 改築事業にみる既設 ASR 橋脚の FEM 補強解析検討

阪神高速道路株式会社 正会員 ○中村 良平
 阪神高速道路株式会社 正会員 堀岡 良則
 阪神高速道路株式会社 正会員 小林 寛

1. 概要

当社は、平成 25 年度より大阪港線東行と環状線北行をむすぶ西船場 JCT の建設を行っている。当 JCT の大阪港線側では、図 - 1 に示すように、拡幅桁を支持するために、既設梁を拡幅し外ケーブルにより曲げ耐力を増加させる構造を採用している。上記構造で詳細設計を進めていくなかで、既設橋脚の多数が ASR によりコンクリートの材料強度が低下していることが判明した。そこで、コンクリートの材料強度低下を考慮して応力照査を実施した結果、外ケーブルの既設梁側定着部において、圧縮および支圧応力度が許容応力度を超過する結果となった。そのため、図 - 2 に示すように梁前面に補強鋼板をアンカー定着し、せん断力により導入軸力を分担させる補強構造を検討した。ここで、補強鋼板と既設梁側定着部の間で、補強鋼板による荷重分担効果を把握するため 3 次元 FEM 解析を実施した。本稿では、その結果について報告する。

2. ASR 橋脚の現況照査

定期点検の結果、多数の橋脚梁部において ASR によるひび割れ発生が報告された。そこで、ASR が最も進行していた代表橋脚においてコアを採取し詳細調査を行ったところ、設計基準強度 27N/mm^2 が、最小値で 17.8N/mm^2 まで強度低下していることがわかった。その結果、既設梁側定着部の圧縮および支圧応力度がそれぞれ 25%、50%程度超過する結果となったことから補強設計を実施した。

3. 補強内容

ASR によるコンクリート強度低下に起因する支圧応力度超過に対する補強内容を検討した。図 - 2 に補強概要図を示す。これは、外ケーブルによる導入軸力を既設梁側定着部の支圧面に加え、梁前面のアンカー定着部のせん断力により荷重分担をはかる補強方法である。ここで、補強鋼板と既設梁側定着部の間での荷重分担特性を把握する目的で、3 次元 FEM 解析を実施した。

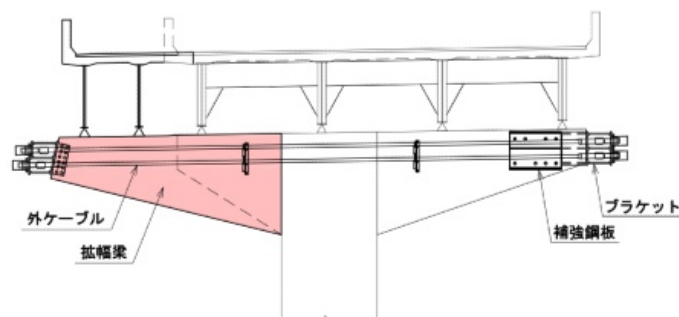
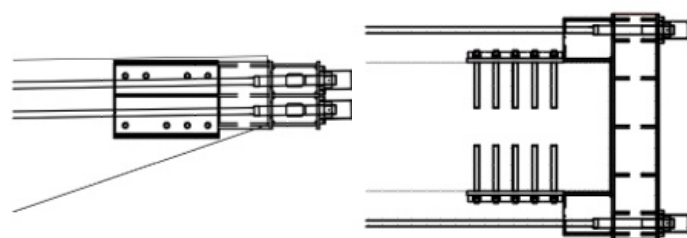


図 - 1 既設梁拡幅図



a) 側面図

b) 平面図

図 - 2 補強概要図

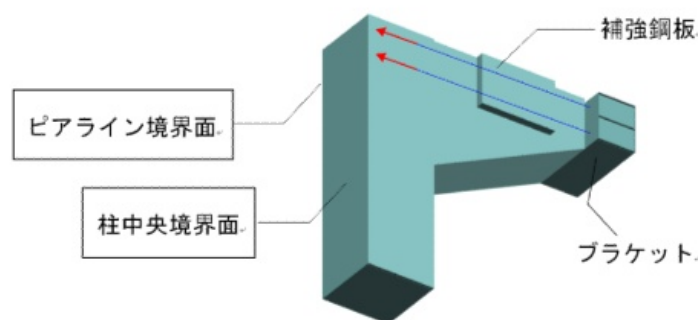


図 - 3 解析モデル (イメージ図)

表 - 1 各部材のモデル化

部材	使用要素
コンクリート	ソリッド要素
鉄筋	ロッド要素
ブラケット	シェル要素
PC 鋼材	ロッド要素 (荷重載荷用ダミー)
補強鋼板	シェル要素
補強鋼板アンカー	ロッド要素

キーワード 西船場 JCT, ASR, 外ケーブル, FEM 解析, 補強鋼板

連絡先 〒550-0011 大阪市西区阿波座 1-3-15 阪神高速道路(株)建設事業本部 建設技術課 TEL06-6535-8542

4. 解析条件

(1) 解析モデル

解析モデルは、図 - 3 に示すように柱中央を切断面とした既設梁側の 1/2 モデルとした。各部材のモデル化を表 - 1 に示す。下記部材はすべて弾性部材としてモデル化した。

(2) 荷重条件

プレストレッシング直後における外ケーブルの許容引張応力度 ($0.7\sigma_{pu}$) を外力として作用させた。

(3) 拘束条件

柱中央境界面およびピアライン境界面の法線方向を固定とし、対象条件とした。柱基部は完全拘束とした。

(4) 検討ケース

東下 P41 橋脚を対象として、以下の 2 ケースについて、FEM 解析を実施した。

Case1: 補強鋼板なし

Case2: 補強鋼板あり、アンカー本数 8 本、アンカー径 $\phi 70\text{mm}$ 、アンカー定着長 10 ϕ

5. 解析結果

図 - 4、図 - 5 にそれぞれ Case1 (補強鋼板あり) および Case2 (補強鋼板なし) の直応力コンター図を示す。

図 - 4、図 - 5 から以下のことが分かる。

Case1、Case2 どちらも梁側面下端部において、局所的な圧縮応力が発生している。最大圧縮応力度は、Case1 では、 31.1N/mm^2 、Case2 では、 16.1N/mm^2 発生している。

Case2 では、補強鋼板の各アンカー定着部柱側において局所的な圧縮応力、ブラケット側において局所的な引張応力が発生している。最大圧縮応力度は、 17.7N/mm^2 発生している。

これらは、以下のように考えられる。

まず、梁側面下端部に局所的な圧縮応力が発生する要因としては、外ケーブルの導入軸力によるブラケットの曲げ変形に起因するものと考えられる。ブラケット変形量を確認すると、3mm 程度であったことから上記に起因するものと判断できる。

次に、Case2 において梁側面下端部に作用する最大圧縮応力度が、Case1 と比較し 51.7% まで圧縮応力度が低減する要因としては、図 - 6 から見てわかるように補強鋼板のアンカー定着部にせん断力として荷重分担されたことに起因すると考えられる。同時に、図 - 5 から見てわかるように、アンカー定着左右部分にそれぞれ局

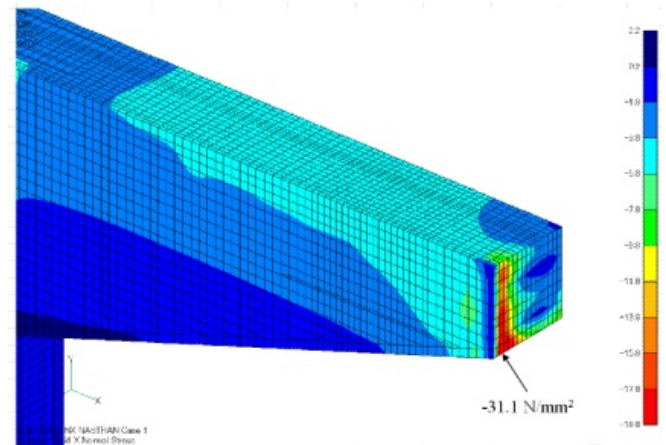


図 - 4 Case1:直応力コンター図 (補強鋼板なし)

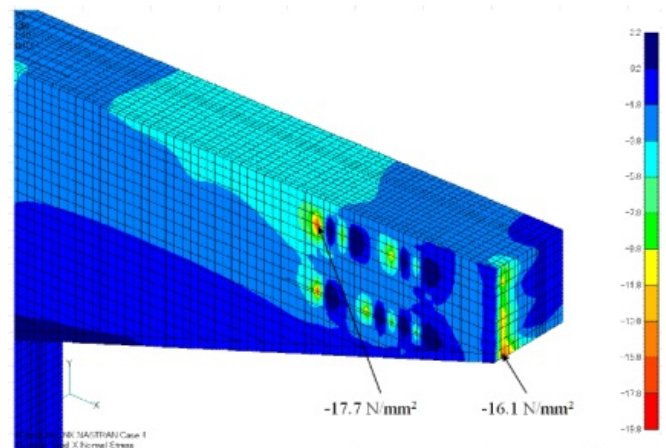


図 - 5 Case2:直応力コンター図 (補強鋼板あり)

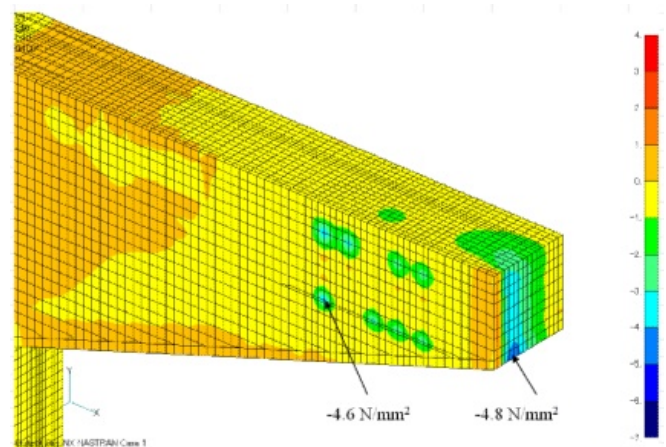


図 - 6 Case2:ZX 面内せん断応力コンター図 (補強鋼板あり)
所的な圧縮および引張応力度が発生している。

以上の結果は、外ケーブルによる導入軸力が約 50% せん断力として、梁部に伝達し既設梁定着部の圧縮および支圧応力度を低減していることを示している。

6. まとめ

上記の結果から、梁前面に補強鋼板をアンカー定着し、せん断力により導入軸力を分担させる補強構造を採用することで、今回のケースでは約 50% 荷重分担させる効果があることが分かった。