

第 I 部門

道路が複雑交差する高架橋での上部工横ずれ復旧手法について

山田 陽¹・川上 修²¹近畿地方整備局 滋賀国道事務所 計画課 調査係長 (〒520-0803滋賀県大津市竜が丘4番5号)²酒井工業株式会社 大阪本社 技術部 (〒559-0025大阪府大阪市住之江区平林南1丁目3-30)

畑田高架橋（国道171号）は名神高速道路茨木ICランプや府道14号と交差する箇所に架設されており、PC橋部4径間と鋼箱桁部7径間で構成されている。このうち鋼製橋脚であるP5橋脚部では大阪府北部地震により支承セットボルトが全数破断し上部工が約50mm横ずれを起こした。本工事は震災直後に応急復旧した支承部に対して本復旧することが目的であった。

本稿では、路下道路の切り直しおよび交通規制を伴うベント・調整装置工法に替わって、鉛直・水平ジャッキを分割して設置する鋼製ブラケット工法を採用することで橋面および路下交通を規制することなく、横ずれした上部工を元の位置に復旧した手法について報告する。

キーワード 震災復旧，横移動，支承取替え，連続高架橋

1. はじめに

畑田高架橋（以下、本橋）は国道171号大阪府茨木市に位置している。名神高速道路茨木ICランプや府道14号と交差する箇所に1974年に架設されており、PC橋部4径間と鋼箱桁部7径間で構成されている。

本橋は、大阪府北部地震（2018.6.18 7:58am.）により震度5強から6弱の揺れに被災したことでP5橋脚において既設鋼製支承を鋼製橋脚と接合しているセットボルトの全てが破断し、その結果、上部工が北側（横断勾配の低い側）に約50mm変位した。それらの損傷は橋梁定期点検

（2018年11月）にて把握され、2019年9月に応急対策としてズレ止めプレートが設置されていた。その復旧対策検討において、「本復旧時には支承を元の位置に戻した後に、耐震補強設計に基づく耐震性能を有する支承に取替える」方針が結論付けられた。

支承位置を動かす上部工横移動のような施工例は稀である。また、当該箇所は道路が複雑交差することで施工制約が多い条件下での工事となった。このような工事は今後発生が危惧される大規模地震の災害復旧において参考事例となるため、本稿では現道交通を確保しつつ安全に上部工を横移動した手法について報告する。

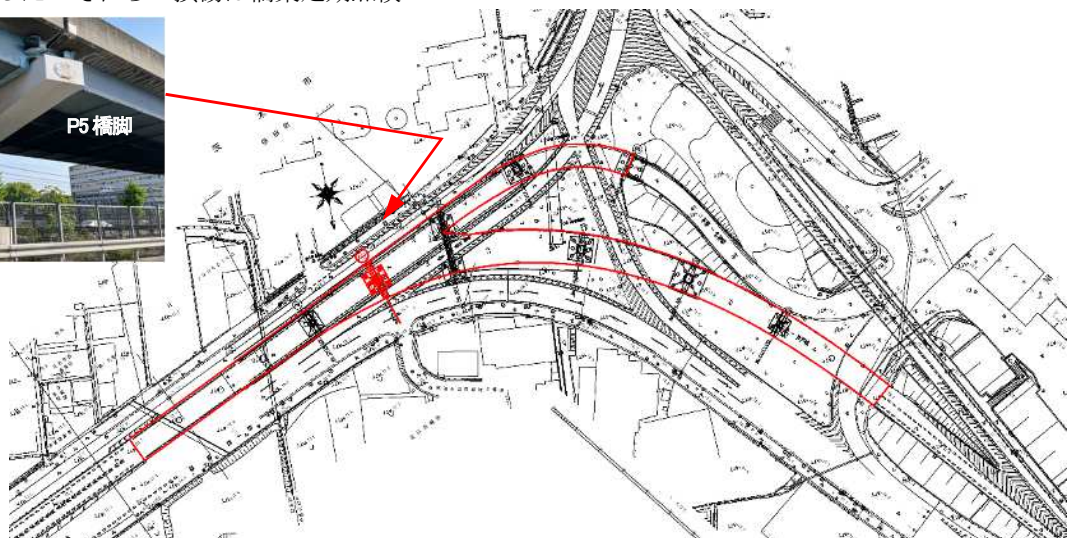


図-1 平面図およびP5橋脚全景

- ② 鉛直ジャッキ用ブラケットを梁側面に配置できたことから、横移動用装置類は図-5、写真-2に示すとおり梁天端に配置した。具体には、横移動は梁横断勾配の低い側から高い側に向けて上部工を移動させるため、水平ジャッキ用反力架台は横断勾配の低い側に現場溶接接合することとした。溶接接合としたのは、横移動が想定外の方に動いた場合に、水平ジャッキ推力方向を変更するために臨機に架台の設置方向を変更することに適しているからである。また、横断勾配の高い側にはガイドプレートを設置した。ガイドプレートは、横移動終着点への誘導、ジャッキアップ中の不測の外力による意図しない方向への移動の抑制、必要以上の横移動の防止といった安全対策である。

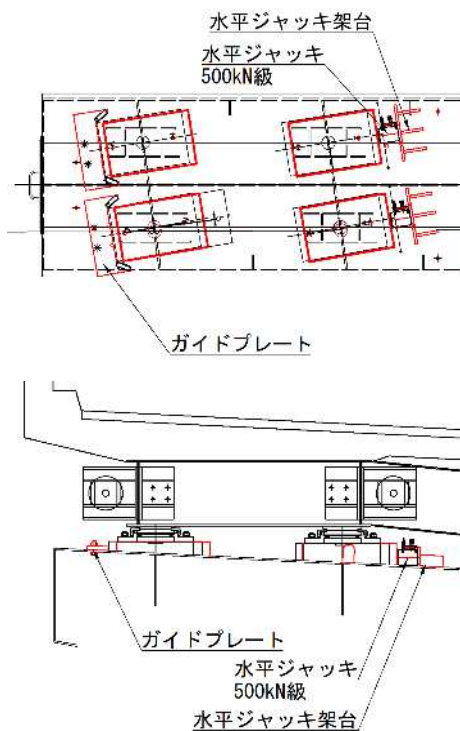


図-5 横移動構造の配置 (G1部抜粋)



写真-2 横移動構造
(左：水平ジャッキ, 右：ガイドプレート)

(2) 移動完了時の管理基準

横移動の目的は支承を「元の位置」に戻すことであるが、竣工時の支承位置がどこなのかを正確に現地に墨出しすることは困難である。それは橋脚内部には支点補剛材やダイヤフラム、フランジ補剛リブなど多くの部材があり容易に距離を計測できないことに加え、出来形寸法が不明なことに起因する。よって、元の位置を決定するためのガイドプレートは、写真-3に示すとおり、鋼材表面の発錆状況を頼りに設計した。検証として、その幾何構造を図面上で再現したが、竣工時図面とはセンチメートル単位で誤差があることが判った。

このような事実から横移動出来形管理は、竣工図を基準とするのではなく、現実的な管理基準を設ける必要があることが判った。よって、管理値は図-6に示すとおり、各桁最低1か所で支承セットボルト孔と橋脚セットボルト孔の重なり誤差が10mm以下とした。これは、支承線上の相対位置は上部工全体で形状保持されているため、個々に大きく変位することはなく、両外桁である程度の誤差範囲に収まっていれば、支承線全体としてはその後の取替支承設置時に大きな問題にならない程度の誤差であると考えたからである。

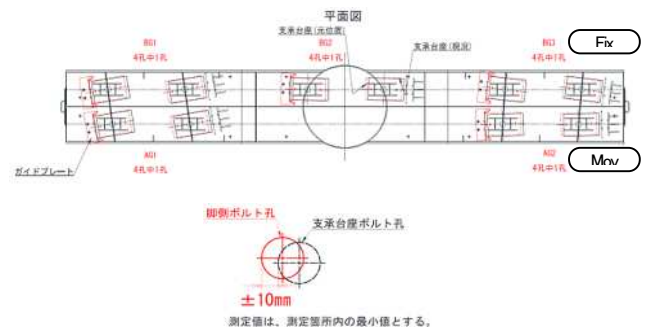


図-6 管理基準の設定



写真-3 ガイドプレート製作実測状況

(3) 安全性を高めるための工夫

本工事では横移動する際の摩擦による橋軸直角方向反力を精度よく把握して設計に反映することが安全な施工を行う上で重要と考えた。

油圧ジャッキ製作会社が実施したすべり試験では摩擦係数平均値は $\mu=0.0093$ であった。この値を基に、ブラケット構造は死荷重反力に対して $\mu=0.1$ （死荷重換算すると概ね0.2）、横移動設備は交通量が大きく減少する夜間に実施することを踏まえ、死荷重反力に対して $\mu=0.15$ と想定した。

ただし、現場作業と試験室との環境の乖離により、現場では摩擦係数が高くなることが想定されるため、できるだけ滑りを良くするために、PTFE乾性潤滑剤を摩擦界面に塗布することとした。



写真4 PTFE剤塗布状況

3. 施工

(1) 仮設

工事用足場等は、小規模な横移動計画が成立したため、通常の吊り足場となり、交通への影響を最小限にすることができた。



写真5 施工足場設置状況

(2) 横移動

横移動作業状況を写真-6に示す。作業は夜間に実施し、約3時間で横移動を完了した。

最初のステップとして、ジャッキ反力の検証を実施した。その結果、水平反力はジャッキ油圧（10MPa程度で滑動開始）から圧力換算すると、400kN程度であった。これは設計死荷重3,600kNに対して摩擦係数 $\mu=0.11$ 相当

であり、設計想定（ $\mu=0.15$ ）を下回っていたことから横移動作業を安全に実施できると判断した。

なお、死荷重については正確な測定はできなかったが、ジャッキアップ時鉛直ジャッキ油圧平均230kg/cm²から算定すると、実際の死荷重は3,700kN程度であり、設計値から大きな逸脱はなかった。



写真6 施工足場設置状況

その後、横移動のための水平ジャッキ入圧と鉛直ジャッキ滑り板の盛替えを交互に実施し、写真-7に示す通り既設支承がガイドプレートに収まるまで横移動を行った。

ガイドプレートに支承部が接触した時点でセットボルトの孔の目違いを確認し、管理基準を満たしていた（写真-8）ことから夜間作業を完了した。



写真7 移動完了時橋座状況



写真8 セットボルト孔整合状況

(3) 結果

横移動後のセットボルト孔の目違いについて表-1に示すが、横移動結果は、「各桁において最低1か所で孔の目違い量を10mm以内とする」とした管理基準値内に収まった。結果を詳細にみると、A橋（可動支承側）とB橋（固定支承側）で目違い量に差異がでたが、これは可動支承では横移動に際して下桁が橋軸方向に動いたことに起因すると考えられる。

また、横移動後は耐震基準を満足するBタイプのゴム支承に支承を取替えたが、横移動精度に関連する不具合はなく、支承取替えも含めて安全に作業を終えた。

表-1 管理基準に対する施工結果一覧

単位：mm

B橋(Fix)				A橋(Mov)			
G1	L	L	6	G1	L	L	7
		R	6			R	9
	R	L	11		R	L	11
		R	3			R	15
G2	L	L	7	G2	L	L	12
		R	14			R	10
	R	L	8		R	L	15
		R	1			R	17
G3	L	L	0	【総括】 全支承部において管理基準を満足できた			
		R	8				
	R	L	2				
		R	1				

※着色は基準値範囲外を示す



写真-9 完成

4. まとめ

本工事をとおして得られた知見を以下に記す。

横移動計画においては、狭隘な現場に合わせた専用ブラケット設計およびジャッキ配置計画を検討することで交通に配慮した計画を立案した。

また、大規模地震による橋梁の横ずれを復旧する特殊な施工であり精度管理基準がない中、実際の変状を踏まえた現実的な許容範囲の視点から独自に管理基準を定めることで品質向上を図った。

現場施工においては、現道を通しながら正確な横移動を行う必要があることから、ガイドプレートを用いることで横ずれした橋梁を既設支承の位置まで復旧することができた。

以上から、本稿にて行った大規模地震時の橋梁上部工の変位復旧施工は、現道交通に特段の配慮が必要な現場条件、標準的なブラケット設置が困難な狭隘施工が求められる現場において優れた施工方法であり、今後南海トラフ地震などの大規模地震が想定されるに日本における有用な施工事例であると言える。

5. 今後の展望

本稿では、精度管理において支承線全体としてある程度の誤差を許容する基準を設けることで、一定の成果を得た。今後、更なる精度向上を考えていきたいが、当面措置としては本稿の考え方を参考に支承線全体で評価した場合の標準的な精度管理基準を設けることで、大規模災害時の復旧工法の一助となることを望む。

以上