

鋼桁を有する橋梁における支承取替工事の設計・計画・施工報告

磯部 善隆*1・大野 俊平*2

概 要

開通後 40 年以上が経過し老朽化した北陸自動車道のリニューアル工事では、鋼桁橋の支承取替において、多くの課題に対処する必要があった。桁端部の支承取替は作業空間の制約が厳しいため、所要の支承機能だけでなく、施工性も考慮して支承タイプを選定した。また、支承部材の発注に起因する手戻り防止のため、ベースプレート発注時の支承アンカー位置の計測精度向上を図った。さらに、鋼桁端部の腐食が調査時より進行しており、当初設計の当て板補修工法が適用困難な箇所に対しては部材取替工法を採用し、現状の腐食度に見合った合理的な設計を行った。

キーワード：リニューアル、支承取替、支承アンカー位置の計測、鋼部材補修

REPORT OF DESIGN, PLANNING, AND CONSTRUCTION OF BEARING REPLACEMENT FOR BRIDGES WITH STEEL GIRDERS

Yoshitaka ISOBE *1, Shunpei OONO *2

Abstract

In the renovation work on the Hokuriku Expressway, which has been in service for more than 40 years and has deteriorated, it was necessary to address many issues in the replacement of bearings on steel girder bridges. Since replacing the bearings at the ends of the girders was subject to severe space constraints, the type of bearings was selected in consideration of not only the required bearing functions but also workability. In order to prevent having to redo work caused by the ordering of bearing components, the measurement accuracy of the bearing anchor positions was improved when ordering the base plates. In addition, corrosion of the steel girder ends had progressed since the time of the survey. Therefore, for the parts where the initially designed repair technique, i.e., “patch plating,” was deemed impractical, another approach was planned, which is replacing damaged sections with flawless components. In this manner, we could make a reasonable design to match the current level of corrosion.

Keywords: Renovation, Bearing replacement, Measurement of bearing anchor positions, Steel member repair

*1 Concrete / PC Group, Bridge Technology Department, Civil Engineering Division

*2 Section Manager, Concrete / PC Group, Bridge Technology Department, Civil Engineering Division

鋼桁を有する橋梁における支承取替工事の設計・計画・施工報告

磯部 善隆*1・大野 俊平*2

1. はじめに

本工事は、開通後 40 年以上が経過し老朽化した北陸自動車道のリニューアル工事であり、栄橋と貝喰川橋（図-1，2）の2橋の床版取替と支承取替を行うものである。支承取替は現行の耐震基準を満たさない既設の鋼製支承からゴム支承に取り替える工事で、支承取替数量は

栄橋 72 基，貝喰川橋 52 基の合計 124 基（表-1）である。本工事は、詳細設計付きの工事であるが、支承タイプの選定，支承アンカー位置の計測精度向上，腐食が激しい鋼桁端部の補修方法等の課題に対処する必要があった。本稿では、それらの課題に対し，設計・計画・施工面から取り組んだ内容について報告する。

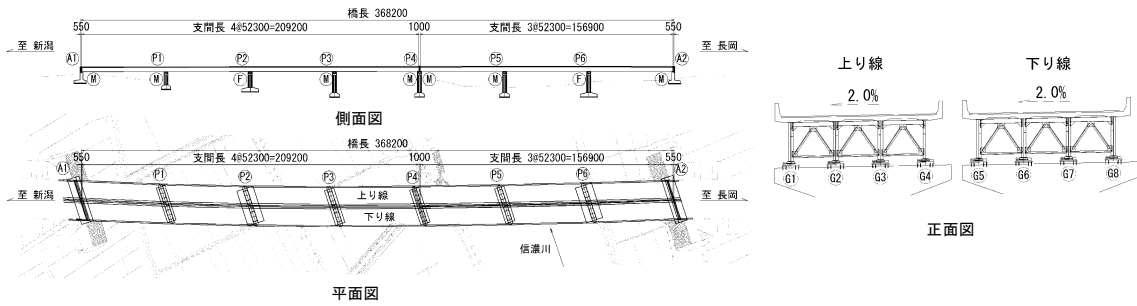


図-1 栄橋橋梁一般図

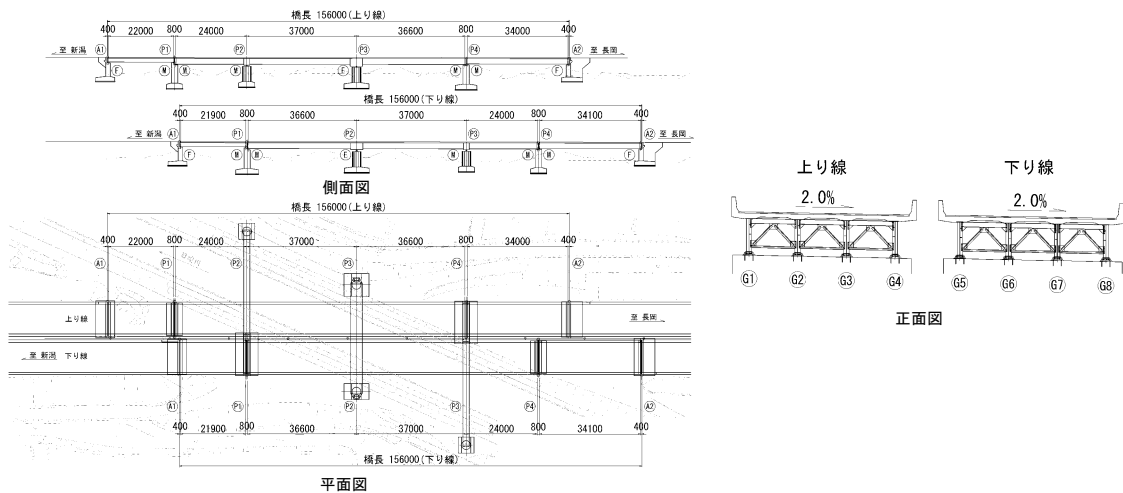


図-2 貝喰川橋橋梁一般図

表-1 支承取替数量

栄橋 支承取替数量	橋脚No.	A1	P1	P2	P3	P4起点側	P4終点側	P5	P6	A2	合計(基)	
	上り線	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	72
	下り線	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	
貝喰川橋 支承取替数量	橋脚No.	A1	P1起点側	P1終点側	P2馬桁	P3馬桁	P4起点側	P4終点側	A2	合計(基)		
	上り線	4	4	4	2	-	4	4	4	26	52	
	下り線	4	4	4	-	2	4	4	4	26		

*1 土木本部 橋梁技術部 コンクリート・PC グループ

*2 土木本部 橋梁技術部 コンクリート・PC グループ 課長

2. 支承取替における課題と対策

2.1 支承タイプの選定

現況の支承は鋼製支承であるが、支承取替によって新たに設置する支承は、NEXCO 設計要領に準拠してゴム支承とした。一般的な積層ゴム支承に取り替える場合は現況の支承高さより大きい支承となる。しかし、本橋の桁下空間は積層ゴム支承高さよりも小さく、橋座面をはつる必要がある。その場合、橋座面における鉄筋かぶり（ベースプレートと鉄筋のあき）が 50mm 以下となるため、大規模な橋座改造が必要となる。そこで、コンパクト支承を採用して、支承高さを小さくすることとした。コンパクト支承は、弾性に優れたウレタンゴムを使用するなど内部構造を工夫し、ゴム厚を従来のゴム支承より格段に薄くすることができる。

ここで、発注者（NEXCO 東日本）の基本方針では、既設アンカーボルトをできる限り利用するのが望ましいとされていた。その場合、既設アンカーボルトのねじ部の腐食、支承の撤去・設置時の干渉等の理由から、既設アンカーボルトを切断し、ベースプレートに溶接する必要がある。その後、支承本体（上沓+ゴム+下沓）を設置するため、下沓とベースプレートが分離した支承構造（支承タイプ 1（図-3））となる。

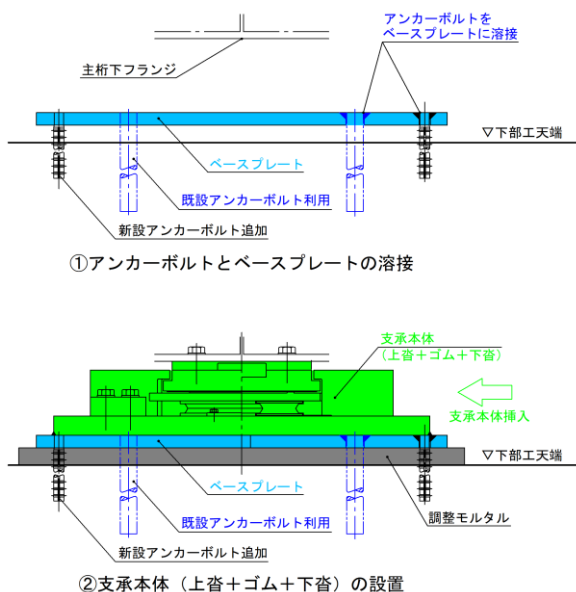


図-3 支承タイプ 1

コンパクト支承であっても支承タイプ 1 は、比較的支承高さが大きくなり、桁下空間<支承本体高さとなる箇所では、ベースプレート上面が橋座面より低くなる。その結果、支承周りに雨水等が滞水しやすくなるため、支承耐久性上好ましくない（図-4）。また、桁下空間の小さい箇所での溶接作業は施工性の悪さからも極力避けるべきであると考えた。

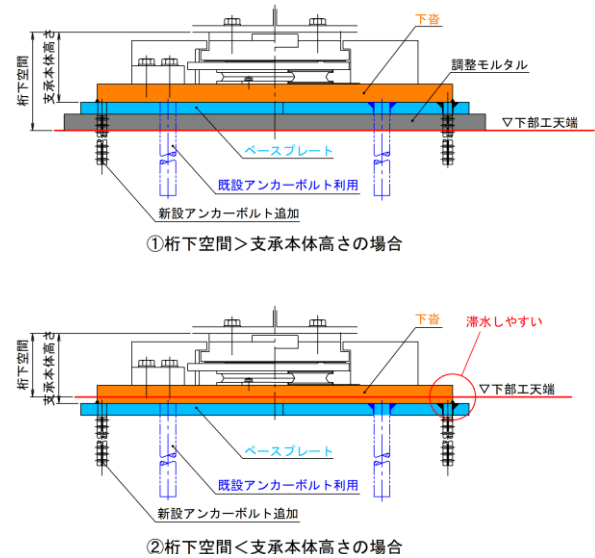


図-4 支承タイプ 1 の問題点

そこで、桁下空間<支承本体高さとなる箇所では、下沓とベースプレートが一体になった支承構造（支承タイプ 2（図-5））を採用し、支承高さを抑えることとした。タイプ 2 の支承では、既設アンカーボルトを利用できないため、新設アンカーボルトのサイズは大きくなるが、既設アンカーボルトの溶接作業を省略することができるため、施工性は向上した。

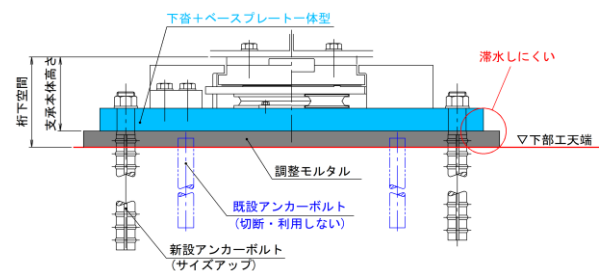


図-5 支承タイプ 2

以上を踏まえ、タイプ 1 の支承を前提に設計し、適用が困難な箇所ではタイプ 2 の支承を選

定するフローとした。選定の結果、貝喰川橋では馬桁を除く全ての箇所タイプ2の支承，栄橋ではタイプ1とタイプ2の支承を使い分けた。以上により厳しい作業空間においても所要の支承機能だけでなく，施工性にも配慮した設計を行うことができた。

2.2 支承アンカー位置の計測精度向上

支承取替は河川上または河川付近での施工のため，河川協議により限られた期間で施工する必要があった。支承取替のフロー（図-6）に示すように，支承部材のうちベースプレートは，新設支承アンカー削孔完了後の現地計測を基に，アンカー位置を決定して製作を開始する。ベースプレートは，製作開始から納入まで約2カ月を要するが，アンカー位置の計測精度が悪かった場合，ベースプレートのアンカー孔にアンカーが収まらない事象が発生する。ベースプレートの再製作が必要となった場合，約2カ月の工程ロスが生じるため，アンカー位置の計測精度を確保することが，工程を遅延させない上で解決しなければならない重要な課題となる。しかし，既存の桁や支承等が障害となる状況で，精度よく計測を行うことは容易ではなかった。

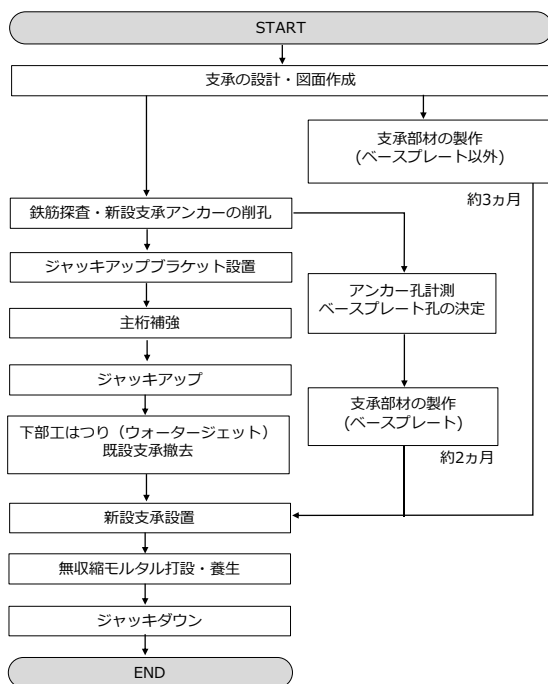


図-6 支承取替施工フロー

最初に支承取替を施工した貝喰川橋では，逃げ墨を基準として差し金やレーザー墨出し器などを利用した計測方法（計測方法1）を採用した。この方法は，人数と時間を費やして精度を確保する計画であったが，施工段階になってベースプレートのアンカー孔と削孔した孔とのずれが多数あることがわかった。計測誤差が大きくなった原因は，複数の逃げ墨や盛替え作業が必要であり，誤差が累積したためと推測した。貝喰川橋では，幸い既設のアンカーボルトを利用しないタイプの支承であり，孔ずれに対して再削孔で対応することが可能であったため，大きな工程ロスとはならなかった。

しかしながら，既設アンカーボルトを利用する栄橋の支承取替では，貝喰川橋で行った再削孔のみでは対処しきれないことを想定して，アンカー位置の計測を精度よく行う方法として，既設支承を口の字で囲うことができる専用の計測治具を製作して計測する方法（計測方法2）を立案して実施した（図-7，写真-1）。

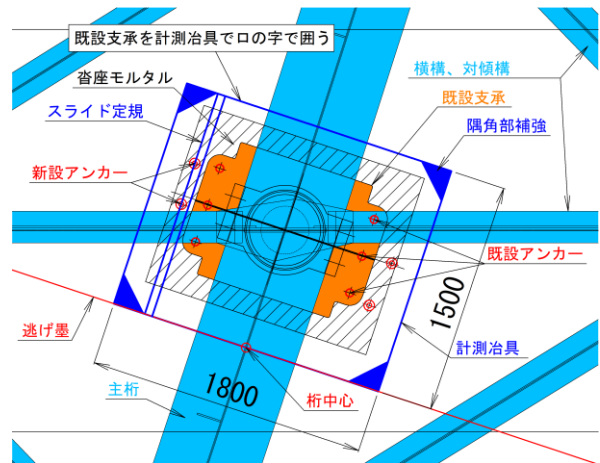


図-7 計測方法2の概要

この方法のメリットは，必要な逃げ墨が少なくすむこと，計測治具の形状保持を堅固にすることで直角精度が良くなること，スライド定規を使用することで基準線からの距離を直接読み取ることができることである。その結果高い精度で計測が可能となった。ただし，狭い作業空間で□1800mm×1500mmの比較的大きな計測治具を取り扱うこと，計測治具が動かない

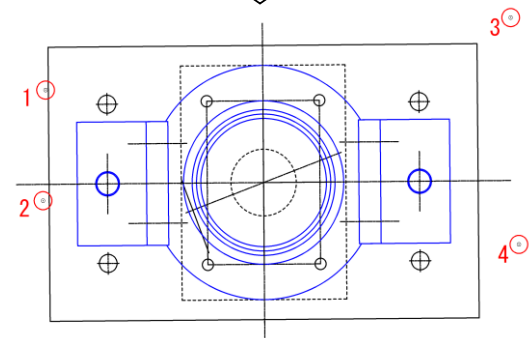
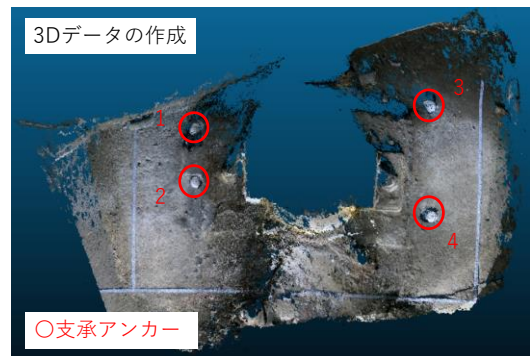
よう固定すること、計測治具の水平度を調整すること等、計測治具のセットに手間がかかり、作業効率の向上とは言えなかった。



写真-1 計測治具の設置状況

計測精度だけでなく作業効率の向上を目指して、アクションカメラによる計測方法（計測方法3）を検証した（図-8）。この方法は、GPS位置情報を取得できるアクションカメラにより支承の動画を撮影し、支承アンカー位置を3Dモデル化した後図面化する。基準線の墨出しさえ完了してしまえば、1人で撮影が可能であり作業効率は向上した。しかし、計測方法2と比較して最大20mm程度の誤差が生じたため、計測精度の確保に懸念が残り、現場への実用化には至らなかった。これは、支承周辺に障害物が多く、アクションカメラの動きが一定でないことが影響したと考えられる。栄橋では精度の確保を重視し、計測方法2を採用した。

栄橋においては、1支承で最大10本のアンカー（既設アンカー6本、新設アンカー4本）をベースプレート孔に収める必要があったが、作業効率の向上が課題ではあるが、計測誤差が原因によるベースプレートの再製作を発生させることなく、施工を完了することができた。



CAD図面データの作成

図-8 計測方法3の実施フロー

2.3 腐食が激しい鋼桁端部の補修方法

当初の鋼材腐食調査は、本工事とは別に行われており、その調査結果をもとに補修方法が決定されていた。鋼材の補修方法としては、図-9に示すように大きく3パターンある。このうちバイパス材+部材取替え工法は設備が大がかりになること、炭素繊維シート接着工法は凹凸の多い桁端部への採用が困難であることから、鋼板当て板工法が採用されていた。鋼板当て板工法とは、腐食による断面減少部を補う、もしくは断面剛性を向上させて発生応力度を低減するために、鋼板を添接補強する方法である。

工法名	補修工法(例)
鋼板当て板工法	
バイパス材+部材取替え工法	
炭素繊維シート接着工法	

図-9 鋼部材補修工法の例

しかし、本工事施工中に当社独自に実施した調査で、当初よりも腐食が進行している主桁が複数あることを確認した。それらの補修方法の見直しを進めていくうちに、支点上垂直補剛材やウェブ鋼材の腐食が激しく、鋼板当て板工法が適用できない箇所があることがわかった(写真-2)。

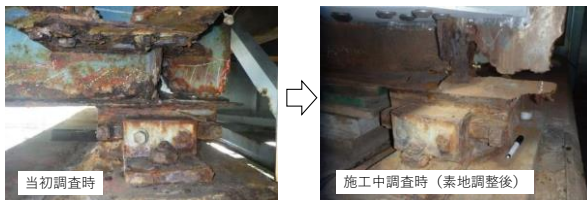


写真-2 鋼桁端部の腐食状況

当該箇所は、発注者と協議を重ね再設計した結果、部材取替え工法を採用することとした。今回対象となる部材取替箇所は桁端部に限定されており、通常の支承取替と同様、健全部の主桁をジャッキアップして行うことが可能であり、バイパス材は不要であった。部材取替え工法の手順は主桁ジャッキアップ後、桁の損傷した部分を切断・撤去し、新部材と入れ替える。連結部は添接板とボルトにより接続する。新部材の寸法決定にあたっては、横構、対傾構等との取り合いにも配慮した。部材取替え工法の施工前、施工後の状況を写真-3に示す。



写真-3 部材取替部全景

3. まとめ

鋼桁橋の支承取替において、現場および技術部門が連携して、設計・計画・施工面から諸々の課題に対処し、以下の知見を得た。

- (1) 桁端部の作業空間の制約が厳しい箇所では、所要の支承機能だけでなく、施工性も考慮して支承タイプを選定することが重要である。
- (2) 支承ベースプレートのアンカー孔の位置ずれによる手戻り防止のため、削孔後のアンカー位置の計測精度向上を図った。計測精度を向上させるには、逃げ墨の盛替え回数を減らすこと、直角精度を確保すること等が重要である。専用の計測器具を使用することで所要の計測精度を確保することができた。
- (3) 鋼桁端部の腐食が調査時より進行しており、当初設計の当て板補修工法が適用困難な箇所に対しては、現場条件に最も適した部材取替え工法を採用することにより、現状の腐食度に見合った合理的な設計および施工を行うことが重要である。

今回の取組みでは、アクションカメラによる支承アンカー位置計測方法は、作業効率の向上は図れたものの、所要の精度は得られなかった。今後、同種のリニューアル工事が増加することを見据えて、更なる計測精度と作業効率の向上に期待できる計測方法を確立していきたいと考える。