

鋼橋架設工事の事故防止対策

セッティングビームを使用した横取り、降下

< 追補版 2 >

令和5年11月

令和5年7月6日に国道1号の静清バイパスの工事で橋桁の架設中に落橋事故が発生し、2名が死亡、6名が重軽傷という極めて重大な事故となった。

事故によりお亡くなりになった方々、ご遺族の方々、被害に遭われた方々に対して、心よりお悔みとお見舞いを申し上げます。

平成28年の鋼橋工事仮設構造物に係る2件の事故以降、(一社)日本橋梁建設協会として、供用中の道路上の架設工事に伴う安全確保については以下の対応を行ってきた。

国土交通省道路局(以下、道路局)から各発注者に通知された「供用中の道路上の橋梁架設工事に伴う安全確保について」(平成28年6月20日付)を受けて、「鋼橋架設工事の事故防止対策検討特別委員会」を立上げ、鋼橋架設工事の事故防止対策(平成28年8月)を取りまとめ、会員会社に向けて更なる安全対策を示した。

また、鋼道路橋施工便覧(令和2年9月)の改訂により、橋桁の仮設構造物への効果的な固定方法が明示されたことなどを受けて、道路局から「供用中の道路上の橋梁架設工事に伴う安全確保について(参考送付)」(令和4年6月9日付)で鋼道路橋施工便覧の関係する留意点が通知された。これを受けて、当協会は、鋼橋架設工事の事故防止対策<追補版>(令和4年7月)を取りまとめ、仮設構造物や固定設備の標準的で具体的な架設設計方法を示し、会員会社に周知した。

今回の事故を受けて、国土交通省中部地方整備局(以下、中部地方整備局)は令和5年7月6日に「国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会」を設置した。同調査委員会から令和5年9月22日に報告書(中間とりまとめ)が提出され、中部地方整備局から再発防止策が示された。

これらを受けて、当協会は、「橋梁架設時の事故防止安全対策検討特別委員会」を設置し、本資料を作成した。本資料では、中部地方整備局から示された再発防止策を確実に実施できるように、セッティングビームを使用した横取り、降下の事故防止対策を、作業、設備、計測に分けて取りまとめた。

当協会は、優良な施工事例について会員会社へ適切に情報提供を行い、会員会社においては、各現場でのセッティングビームを使用した横取り、降下作業にあたって、鋼橋架設工事の事故防止対策(平成28年8月)、鋼橋架設工事の事故防止対策<追補版>

(令和4年7月)に本資料の内容も加えて、個別現場の諸条件を十分に考慮した上で、適切な安全対策に努めていただきたい。

また、会員会社においては、施工現場の安全対策について、最前線の現場での細心の注意に加えて、店社の支援を受けて適切な安全管理体制を構築し、関係者相互のコミュニケーションを密にして、相乗効果による安全性の向上を図り、発注者ととともに次世代を担う技術者の知識と経験の蓄積・向上に努めていただきたい。

令和5年11月

一般社団法人 日本橋梁建設協会

橋梁架設時の事故防止安全対策検討特別委員会
委員長 鎌屋 明(理事・安全委員会 委員長)

目次

§1 セッティングビームを使用した横取り・降下の事故防止対策	1
1.1 適用の範囲	1
1.2 第三者影響対策	1
1.3 施工計画書	1
1.4 作業手順書	2
1.5 横取り作業の留意点	2
1.6 サンドル降下作業の留意点	2
§2 セッティングビームを使用した横取り・降下設備の要求性能	3
2.1 セッティングビームを使用した横取り・降下設備	3
2.2 設計一般	3
2.3 設計時に考慮する荷重	3
2.4 仮設構造物（セッティングビーム）の構造照査時における荷重の組合せと許容応力度の割増し係数	5
2.5 仮設構造物（セッティングビーム）の滑動・転倒の照査時の安全率	5
2.6 荷重集中点の構造	6
2.7 セッティングビームを使用した横取り・降下設備の詳細	6
§3 横取り・降下時の計測管理と調整方法	10
3.1 計測管理	10
3.2 仕口合わせ等のため調整装置を用いる場合の監視方法	11
3.3 仕口合わせ等のため調整装置を用いる場合の調整方法、対策方法	11
§4 中部地方整備局の再発防止策と本冊子の事故防止対策の対比	12
参照箇所・参考文献	13
橋梁架設時の事故防止安全対策検討特別委員会名簿	14
国土交通省 中部地方整備局 プレスリリース他	15
更新履歴	33

§1 セッティングビームを使用した横取り・降下の事故防止対策

1.1 適用の範囲

橋桁の架設工事において、セッティングビームを使用した横取り・サンドル降下設備の設計、横取り・降下作業に適用する。

セッティングビームを使用したサンドル降下事例を以下に示す。

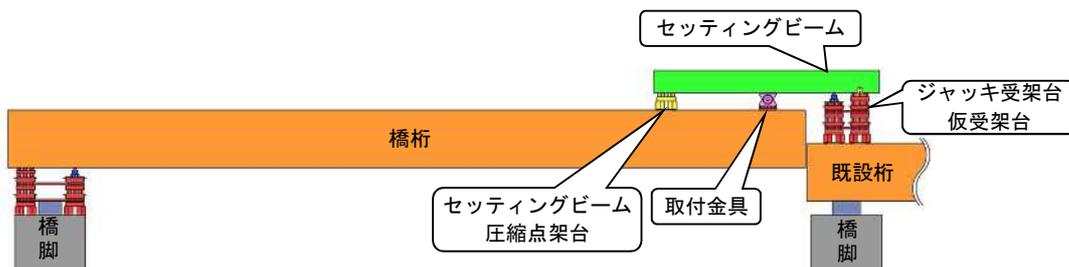


図-1 セッティングビームを使用したサンドル降下事例（側面図）



図-2 セッティングビームを使用したサンドル降下事例（平面図）

セッティングビームを使用した横取り、サンドル降下作業は、供用中の道路上だけでなく、河川上やヤード内で行われる。本冊子は供用中の道路上以外の施工も含めてすべての施工条件に適用する。

1.2 第三者影響対策

橋桁の横取り・降下時に道路利用者に被害が及ばないように通行規制を行わなければならない。また、横取り・降下作業時の桁下の道路利用者および関係者への安全対策を行わなければならない。

橋桁の横取り・降下時は必ず、通行規制を行わなければならない。作業完了後、通行規制を解除する場合は、「供用中の道路上の橋梁架設工事に伴う安全確保について」（平成28年6月20日付）の通知、土木工事安全施工技術指針（平成29年3月）、鋼道路橋施工便覧（令和2年9月）、「供用中の道路上の橋梁架設工事に伴う安全確保について（参考送付）」（令和4年6月9日付）の事務連絡の内容を遵守しなければならない。また、鋼橋架設工事の事故防止対策（平成28年8月）と鋼橋架設工事の事故防止対策＜追補版＞（令和4年7月）に標準的で具体的な架設設計方法について記載しているので参考とし、安全対策を検討しなければならない。

1.3 施工計画書

- (1) 施工計画書には対象工事の橋桁の架設方法、仮設備の構造、架設用機材などの具体的な内容を記載しなければならない。
- (2) 施工計画書には橋桁や仮設備の耐力照査を行い、安全であることを示さなければならない。
- (3) 施工計画書の内容は、安全性が確保できているか、店社の施工計画書を審査する部署が確認をしなければならない。
- (4) 施工計画書のとおり施工する必要があるが、施工中に施工計画のとおり施工できない状況が生じた場合には、十分に検討したうえで、作業開始前に施工計画を変更し、店社および発注者などの確認・承認を得なければならない。その後、変更作業手順書を作成し、作業再開をすすめなければならない。
- (5) タイムスケジュールは各作業ステップごとに計測管理などの確認や橋桁の調整にかかる時間を考慮して余裕を持ったスケジュールとしなければならない。

- (1) 橋桁の架設方法は文章だけで理解が難しい部分は、図面などに詳細内容を記載しなければならない。
図面は、架設前・後だけでなく、架設途中の状態もわかるように記載しなければならない。
施工計画の内容は関係者に周知しなければならない。
- (2) 橋桁や仮設備の耐力照査は、荷重が作用するすべての箇所について照査しなければならない。対象箇所の橋桁や仮設備の構造がわかる図面と照査方法について記載しなければならない。
- (5) 作業のトラブルや予定外の作業でタイムスケジュールどおりに作業が完了しない場合を想定して、リターンポイントの設定、規制時間の延長、作業中止時の安全対策について準備をしておかなければならない。
供用中の道路上の作業では、社会的影響を考慮して通行規制は回数や時間が最小限となり、さらに昼間ではなく夜間となることが多い。夜間の作業は昼間の作業と比較して視認性が悪く、十分な照明設備を配置しても作業効率が低下する。また、社会的影響を最優先するとして規制の回数や時間を制約した結果、作業に時間的な余裕がなくなる場合が多い。
これらの条件下で無理なタイムスケジュールを設定することは、作業にミスが生じやすくなり、災害発生のリスクが大きくなる。
社会的影響による制約を優先することで、無理な作業を行い、著しく安全性を低下させることがないようにタイムスケジュールをよく検討し、危険と判断する場合には、当初想定されている規制の回数や規制時間を増やすなどの協議を発注者や関係機関と行うことが必要である。

1.4 作業手順書

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> (1) 作業手順書は、一般的な内容だけでなく、工事ごとの実施工に適合した内容としなければならない。 (2) 各作業ステップの作業手順や管理項目については、作業周知会、朝礼、作業前KY活動などで元請職員、作業員、ジャッキオペレーターなどを含む関係者全員に周知を行わなければならない。作業責任者は作業時にその内容が遵守できていることを確認しなければならない。 |
|--|
- (1) 作業手順書を作成することで、作業員だけでなく、元請職員も含めて各作業の危険箇所を理解でき、安全な施工が可能となる。作業手順書作成時により良い施工方法が見つかる場合や改善点が見つかった場合は、適切な手順で施工計画書の変更を行わなければならない。

1.5 横取り作業の留意点

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> (1) 各橋脚や橋台が平行でない場合にも、横取り設備は平行に設置し、横取り中の各支点が等間隔で、かつ平行に移動するようにしなければならない。 (2) 横取り設備幅に対して橋脚幅や橋台幅が十分でない場合は、仮受設備等で拡幅したり、別途横取り用ベント設備を設置しなければならない。 (3) 橋桁を移動させる場合は、ワイヤやクランプジャッキなどの逸走防止設備を設置しなければならない。 (4) 橋桁を移動させる場合は、移動量・移動速度・方向性を確認しながら作業しなければならない。 |
|--|
- (1) いくつかの橋脚や橋台が平行でない場合でも、可能な限り横取り設備を平行に設置して、横取りする橋桁を平行に移動させなければならない。ただし平行に配置すると設備が橋脚や橋台に載らない場合には、橋桁の受け点をスライドできる構造にするなどして対処することも可能である。

1.6 サンドル降下作業の留意点

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> (1) ジャッキは、橋桁やセッティングビームなどに局部座屈が生じないように計画で定めた適切な位置で使用しなければならない。 (2) 2点支持の場合は、両支点同時に橋桁をジャッキで降下してはならない。 |
|--|

- (3) 橋脚上で橋桁の降下作業を行うときは、一橋脚ごとにジャッキ操作を行い、他の橋脚上で橋桁は、ジャッキ支持の状態から仮受架台で支持した状態にしなければならない。
 - (4) 一橋脚上で複数のジャッキを用いて降下作業を行うときは、降下速度を同一にしなければならない。
 - (5) 1箱桁で降下するのではなく、可能な限り箱桁同士を横桁でつなぐことで2箱桁とした状態で降下することが望ましい。
- (4) ジャッキにて橋桁の降下を行う場合は、速度が大きく異なると橋桁の支持点の高さが変わり、橋桁の転倒や橋桁受け点でジャッキの滑動が生じる恐れがある。よってジャッキの速度はオペレータが確認しながら操作できるように、目視その他の確認できる方法をあらかじめ設定しておく必要がある。

§2 セッティングビームを使用した横取り・降下設備の要求性能

2.1 セッティングビームを使用した横取り・降下設備

セッティングビームを使用した横取り・サンドル降下設備は、橋桁とセッティングビームやサンドル架台に作用する水平荷重と鉛直荷重に対して抵抗ができ、かつ橋桁が落下しないように支持できるものでなければならない。

セッティングビームを使用した横取り・サンドル降下設備にはセッティングビームだけでなく、橋桁との接続部の取付金具や架台などがある。架台には、セッティングビーム圧縮点架台、ジャッキ受架台、仮受架台がある。

2.2 設計一般

- (1) 橋桁を支持するセッティングビームを使用した横取り・サンドル降下設備の設計は、橋桁と横取り・降下設備に作用する橋軸直角方向と橋軸方向の水平荷重及び橋桁や横取り・降下設備の自重による鉛直荷重に対する横取り・降下設備の耐荷性能と、滑動・転倒に対する安定について照査し、安全となるようにしなければならない。
 - (2) 2.3から2.5までの規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。
- (1) 偏心や傾斜による荷重が作用することも想定し、各設備や接合部は堅固かつ安定となるように必要な対策を行わなければならない。

2.3 設計時に考慮する荷重

- (1) 鉛直荷重には、橋桁の自重、仮設構造物（セッティングビーム）の自重、不均等荷重を考慮し、水平荷重には、照査水平荷重、風荷重、地震荷重、下フランジの勾配の影響による荷重を考慮しなければならない。
 - (2) 橋桁の基本鉛直荷重 (P_{01}) は、仮設構造物（セッティングビーム）が支持する橋桁の自重と橋桁に設置されている付属物や足場重量等とする。鉛直荷重が仮設構造物（セッティングビーム）に対して偏心して作用する場合は、偏心量を考慮しなければならない。
 - (3) 仮設構造物荷重 (P_{02}) は、仮設構造物（セッティングビーム）の自重と仮設構造物（セッティングビーム）に設置されている足場自重等とする。
 - (4) 不均等荷重 U は、不均等荷重係数を0.1～1.0を標準とし、橋桁及び仮設構造物（セッティングビーム）の構造により適切に設定する。
 - (5) 照査水平荷重 (H_{01}) は、基本鉛直荷重 (P_{01}) と仮設構造物荷重 (P_{02}) の合計に水平荷重係数を乗じて算出する。水平荷重係数は0.05を標準とする。
 - (6) 風荷重 (W) は、鋼道路橋施工便覧や鋼構造物架設設計施工指針を参考に算出する。
 - (7) 地震荷重 (EQ) は、鋼道路橋施工便覧や鋼構造物架設設計施工指針を参考に算出する。
 - (8) 下フランジの勾配の影響による水平荷重 (H_{02}) は、基本鉛直荷重 (P_{01}) に下フランジの勾配の影響分の水平荷重係数を乗じて算出する。
 - (9) 特殊荷重 (S) は、雪荷重、土圧、水圧などが作用する場合に考慮する。
- (1) 特殊な場合を除き、温度変化の影響、衝撃荷重、摩擦力は考慮しない。
- (2) 橋梁の形状（曲線橋、斜橋、左右非対称など）による荷重のアンバランスによる偏心荷重の影響が大きいと予想される場合には平面格子モデルなどで適切に反力

を算出することが望ましい。

- (4) 不均等荷重は、鉛直荷重には考慮するが、水平荷重には考慮しないものとする。
 なお、鋼道路橋施工便覧¹⁾や鋼構造物架設設計施工指針²⁾に過去の事例等から以下のような不均等荷重係数の参考値が示されている。
 ただし、通行規制など時間制約がある作業などでは、ジャッキによる荷重の調整は時間がかかり時間内で作業の完了が困難と予想される場合は調整の余裕量を大きくとるために以下の表よりも大きめに不均等荷重係数を考慮することも必要である。

構造物の種類、状態、作業内容等		不均等荷重係数	
剛な構造物を多点支持した状態でこう上、降下作業を行う場合	単動ジャッキの場合	箱桁	0.5~1.0
		I桁	0.1~0.5
	連動ジャッキの場合		0.1~0.2
剛な構造物を多点支持した場合		0.2	

ここに記載の不均等荷重は、施工時の支持状態などから生じるものであり、(2)に記載している偏心荷重とは別である。

たとえば偏心荷重を設定せずに、簡易的に全体荷重から支点数で割って支点反力を算出した場合には、不均等荷重係数を1.0に割り増しするなどして、安全となるようにしなければならない。

- (5) 鋼道路橋施工便覧³⁾には、「標準的な架設条件下においては、係数に0.05を用いることが多い。なお、特殊な仮設構造物や架設工法等を採用する場合には、別途検討する必要がある」と示されている。
 また、鋼構造物架設設計施工指針⁴⁾には、「通常の架設では、水平荷重係数を0.05としてよい。ただし、特殊な構造形式、架設工法等に関しては適宜定める必要がある」と示されている。
 (6) 鋼道路橋施工便覧⁵⁾には過去の事例等から以下のような風荷重が参考値として示されており、これを参考としてもよい。

架設の状況	風荷重	想定風速
短期間（1カ月程度以下）の架設工事	0.4kN/m ²	20m/s
通常の架設工事	0.9kN/m ²	30m/s
台風期を含む長期間（6カ月程度以上）で大規模な架設工事	1.6kN/m ²	40m/s

この想定風速は、ガスト応答係数を加味した値であり、抗力係数 $C_D=1.6$ として風荷重を算出している。以下に想定風速30m/sの場合の算出根拠を示す。

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{2} \rho \cdot C_D \cdot V^2 = \frac{1}{2} 1.23 \times 1.6 \times 30^2 \\
 &= 886 \text{ N/m}^2 \\
 &= 0.9 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

また、鋼構造物架設設計施工指針⁶⁾には架設期間を考慮して架設時風荷重を完成構造物の半分とするものや架設期間中の非超過確率に基づく再現期間に相当する風速を用いて架設時風荷重を設定する例が多いことが示されている。

- (7) 鋼道路橋施工便覧⁷⁾には以下の内容が示されている。
 地震荷重 (EQ) は、橋桁の架設期間は、供用期間と比較して短いため、完成形の設計水平震度L1の1/2を用いることが多い。なお、架設期間が比較的短い場合は、照査水平荷重 (H_{01}) により地震の影響を考慮しているとみなす場合もある。一方、架設期間が著しく長い長大橋等においては、設計水平震度L1と設定する場合もある。

また、鋼構造物架設設計施工指針⁸⁾には道路橋では完成時のレベル1地震動に対応する設計水平震度の1/2とする場合が多いことが示されている。

- (8) 下フランジの勾配が*i*%の場合は勾配の影響分の水平荷重係数は*i*/100とし、下フランジの勾配の影響による水平荷重 (H_{02}) は以下のように算出する。

$$H_{02} = P_{01} \times \frac{i}{100}$$

2.4 仮設構造物(セッティングビーム)の構造照査時における荷重の組合せと許容応力度の割増し係数

架設時許容応力度の割増しとして1.25を考慮するほか、荷重の組合せに対する許容応力度の割増し係数の標準を以下に示す。

水平荷重の作用方向	条件	荷重の組合せ	許容応力度の割増し係数
橋軸方向	常時	$P_{01}+P_{02}+H_{01}+H_{02}+U+S$	1.0
	風時	$P_{01}+P_{02}+W+H_{02}+U+S$	1.1
	地震時	$P_{01}+P_{02}+EQ+H_{02}+U+S$	1.2
橋軸直角方向	常時	$P_{01}+P_{02}+H_{01}+H_{02}+U+S$	1.0
	風時	$P_{01}+P_{02}+W+H_{02}+U+S$	1.1
	地震時	$P_{01}+P_{02}+EQ+H_{02}+U+S$	1.2

鋼道路橋施工便覧⁹⁾にも同様の許容応力度の割増し係数に架設時の割増し1.25を乗じた場合の参考値が示されている。また、鋼構造物架設設計施工指針¹⁰⁾には割増し係数の標準値が示されている。

仮設構造物(セッティングビーム)の構造照査時における考慮する水平荷重を以下に示す。

荷重	記号	橋軸方向	橋軸直角方向
照査水平荷重	H_{01}	○	○
下フランジの勾配の影響による水平荷重	H_{02}	○	○
橋桁に作用する風荷重	W_1	—	○
仮設構造物(セッティングビーム)に作用する風荷重	W_2	—	○
橋桁に作用する地震荷重	EQ_1	○	○
仮設構造物(セッティングビーム)に作用する地震荷重	EQ_2	○	○

2.5 仮設構造物(セッティングビーム)の滑動・転倒の照査時の安全率

仮設構造物(セッティングビーム)の滑動・転倒の安定照査に使用する安全率の標準を以下に示す。

照査項目	常時	風時	地震時
滑動	1.5	1.2	1.2
転倒	1.2	1.2	1.2

鋼道路橋施工便覧¹¹⁾には常時の安全余裕の参考値として示されている。鋼構造物架設設計施工指針^{12), 13)}には常時の安全率の標準値と風時と地震時の安全率が計算例にて示されている。

セッティングビームとセッティングビーム圧縮点架台の接触部の滑動について照査する。

セッティングビーム圧縮点架台と橋桁の接触部の滑動について照査する。

ジャッキ受架台と仮受架台は、既設桁との接触部の滑動と架台全体の転倒について照査する。安全率が確保できない場合はつなぎ材を設置するなどの対策を行う。

支持部において、ボルト固定などの信頼性のある固定方法を採用した場合は、滑動・転倒の照査時の安全率を1.0としてもよい。

2.6 荷重集中点の構造

2.6.1 一般

- (1) 橋桁やセッティングビームと、セッティングビーム圧縮点架台、ジャッキ受架台、仮受架台などとの接合部の荷重集中点では、集中荷重に対する安全性について照査し、安全となるようにしなければならない。
- (2) 安全性について照査した結果、補強が必要な場合は、製作時に反映をしなければならない。
- (3) 2.6.2、2.6.3の規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。

2.6.2 柱としての照査

- (1) 橋桁やセッティングビームの荷重集中点に対して、垂直補剛材部で抵抗させる場合は、作用する鉛直荷重に対して、座屈および局部変形が生じないように照査しなければならない。
- (2) 鋼構造架設設計施工指針 [4.4.4 仮支点部]¹⁴⁾の規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。
- (2) 圧縮応力を受ける柱の照査によって応力度が超過する場合は補剛材の増厚や追加によって補強を行わなければならない。
補剛材が腹板の片側にある場合は、偏心曲げモーメントを受けるものとして照査を行わなければならない。
補剛材の下端にスカラップがある場合は欠損分を考慮しなければならない。

2.6.3 パネル（腹板座屈）としての照査

- (1) 橋桁やセッティングビームの荷重集中点に対して、ウェブのパネルで抵抗させる場合は、作用する鉛直荷重、曲げモーメント、せん断力を考慮して、腹板座屈に対する安全性を照査しなければならない。
- (2) 鋼構造架設設計施工指針 [4.4.5 送出し時の照査 (2)送出し装置上の腹板]¹⁵⁾の規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。
- (2) 腹板座屈に対する安全性が確保できない場合は、載荷幅を増加させる方法や、補剛材を追加してパネル分割を変更する方法、またはその両方で安全性を確保しなければならない。
腹板座屈に対する安全性の照査により受点補強を行った場合、計算の前提となった載荷幅を施工要領図または設備図に明記しなければならない。

2.7 セッティングビームを使用した横取り・降下設備の詳細

2.7.1 セッティングビーム

- (1) セッティングビームの設計は、セッティングビームに作用する橋軸直角方向と橋軸方向の水平荷重及び橋桁やセッティングビーム降下設備の自重による鉛直荷重に対するセッティングビームの耐荷性能について照査し、安全となるようにしなければならない。
- (2) セッティングビームのセッティングビーム圧縮点架台部、ジャッキ受架台部、仮受架台部の荷重集中点では、集中荷重に対する安全性について照査し、安全となるようにしなければならない。
- (3) 2.3から2.5までの規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。
- (4) 2.6の規定による場合は、(2)を満足するものとみなしてよい。
- (1) 橋軸直角方向の水平荷重に対する照査は、ジャッキ受架台や仮受架台支持部に水平荷重が作用するものとしてセッティングビームの耐荷性能について照査を行うこととする。

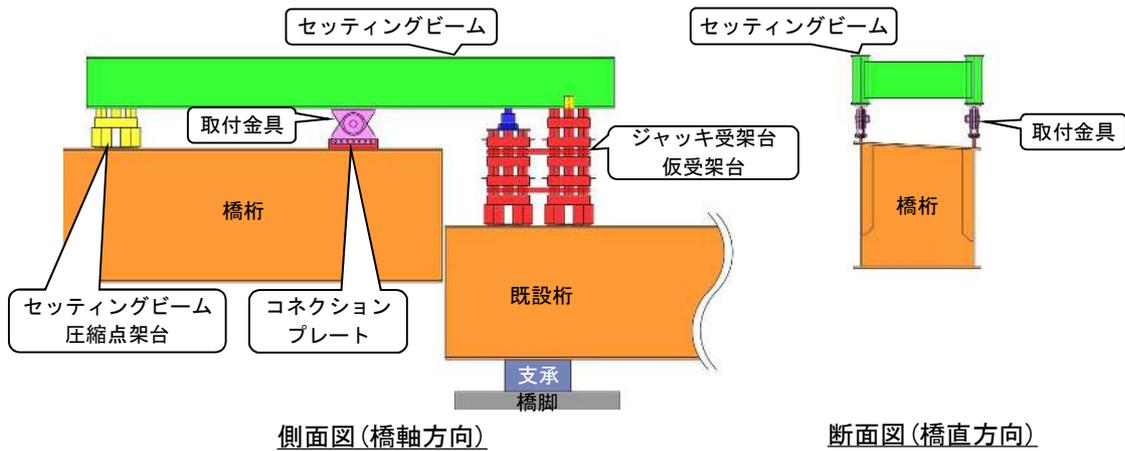


図-3 セッティングビーム詳細図

2.7.2 取付金具

- (1) 取付金具の設計は、取付金具に作用する橋軸直角方向と橋軸方向の水平荷重及び鉛直荷重に対する取付金具の耐荷性能について照査し、安全となるようにしなければならない。
- (2) 取付金具と橋桁に溶接しているコネクションプレートとの接合方法の設計は、高力ボルト摩擦接合継手などの、道路橋示方書や鋼構造物架設設計施工指針の規定に従った信頼性のある接合方法としなければならない。
- (3) 2.3から2.5までの規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。

- (1) 取付金具に作用する橋軸直角方向の水平荷重について抵抗できない場合は、別途抵抗できる固定設備を設置して設計してもよい。また、橋軸方向の水平荷重についてはセッティングビーム圧縮点架台で抵抗させることとして設計してもよい。取付金具の構造には、ピン構造、剛構造などがある。取付金具の照査箇所としては、取付金具本体、取付金具とコネクションプレートの接合部、コネクションプレートと橋桁上フランジとの接合部、橋桁上フランジとウェブの溶接部、取付金具とセッティングビームの接合部などがあり、それらについて照査し、安全となるようにしなければならない。
- (2) 高力ボルト摩擦接合継手を採用する場合、高力ボルトは所定の軸力を導入できるように軸力管理を行わなければならない。また、摩擦面は所定の摩擦係数を確保しなければならない。

鋼構造物架設設計施工指針¹⁷⁾に示されている架設時の割増し(1.25)を考慮した摩擦接合用高力ボルトの許容力(1ボルト1摩擦面当たり(kN))を以下に示す。

ねじの呼び	許容摩擦力(kN)		
	F8T	F10T	S10T
M22	49	60	60
M24	56	70	70

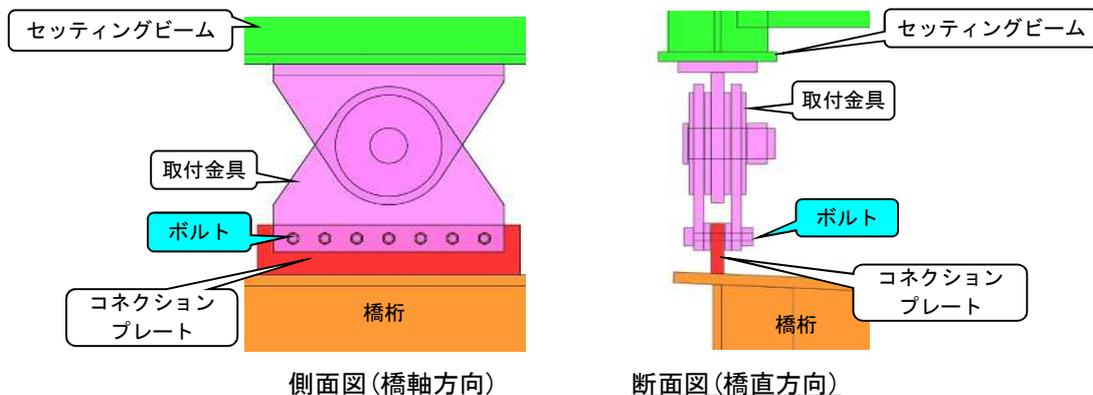


図-4 取付金具詳細図

2.7.3 セッティングビーム圧縮点架台

- (1) セッティングビーム圧縮点架台の設計は、セッティングビーム圧縮点架台に作用する橋軸直角方向と橋軸方向の水平荷重及び鉛直荷重に対するセッティングビーム圧縮点架台の耐荷性能について照査し、安全となるようにしなければならない。
- (2) 2.3から2.5までの規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。

- (1) セッティングビーム圧縮点架台は橋桁上の安定かつ十分な強度を有する水平面に設置できるように、架台を橋桁に固定できる対策を行わなければならない。橋桁の製作反映例として固定金具、コネクションプレート、スタッドボルト、ボルト孔などの設置がある。傾斜による水平荷重が作用しないようにセッティングビーム圧縮点架台の下面を水平となるように金具やテーパー材で高さや勾配の調整を行わなければならない。

セッティングビーム圧縮点架台と干渉するスラブアンカーやスタッドジベルなどは現場施工とするか、ねじ付きスタッドに変更し、干渉しないようにしなければならない。

偏心や傾斜により水平荷重が作用し、セッティングビーム圧縮点架台の転倒・回転による上フランジの局所的な変形が生じないように、セッティングビーム圧縮点架台と橋桁の間に横梁を設置するなどの対策を行わなければならない。横梁と橋桁は水平荷重に抵抗できるように、また、荷重の不均等や偏心などが作用しても容易に外れないように橋桁とボルトなどで固定しなければならない。

セッティングビーム圧縮点架台直下の集中荷重が作用する橋桁については、2.6の規定に従い、集中荷重に対する安全性について照査し、安全となるようにしなければならない。

サンドルは井桁状に組み立て、サンドル同士、サンドルと横梁は水平荷重（橋軸直角方向、橋軸方向）に対して、ずれや浮きが生じないようにボルトで堅固に固定しなければならない。

サンドル架台とセッティングビームの固定は、ボルト固定を基本とし、難しい場合は金具などで堅固に固定しなければならない。

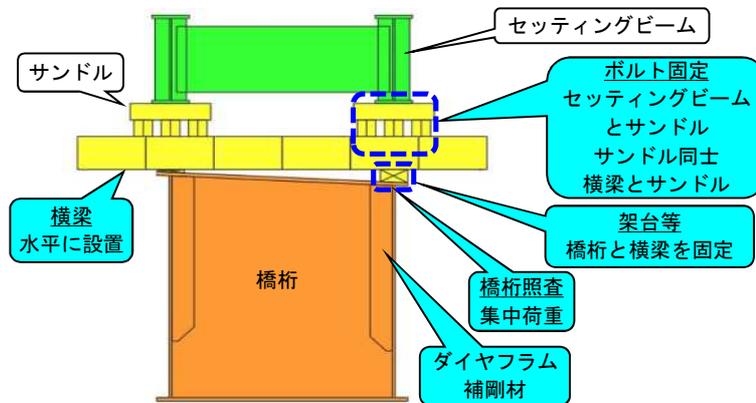


図-5 セッティングビーム圧縮点架台詳細図

2.7.4 ジャッキ受架台と仮受架台

- (1) 既設桁上に設置するジャッキ受架台と仮受架台の設計は、ジャッキ受架台と仮受架台に作用する橋軸直角方向と橋軸方向の水平荷重及び鉛直荷重に対するジャッキ受架台と仮受架台の耐荷性能について照査し、安全となるようにしなければならない。
- (2) 2.3から2.5までの規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。

- (1) ジャッキ受架台と仮受架台は既設桁上の安定かつ十分な強度を有する水平面に設置できるように、架台を既設桁に固定できる対策を行わなければならない。既設桁の製作反映例として固定金具、コネクションプレート、スタッドボルト、ボルト孔などの設置がある。傾斜による水平荷重が作用しないようにジャッキ受架台と仮受架台の下面を水平となるように金具やテーパー材で高さや傾斜の調整を行わなければならない。

ジャッキ受架台と仮受架台と干渉するスラブアンカーやスタッドジベルなどは現場施工とするか、ねじ付きスタッドに変更し、干渉しないようにしなければならない。

偏心や傾斜により水平荷重が作用し、ジャッキ受架台と仮受架台の転倒・回転による上フランジの局所的な変形が生じないように、ジャッキ受架台や仮受架台と既設桁の間に横梁を設置するなどの対策を行わなければならない。横梁と既設桁は水平荷重に抵抗できるように、また、荷重の不均等や偏心などが作用しても容易に外れないように既設桁とボルトなどで固定しなければならない。

ジャッキ受架台と仮受架台直下の集中荷重が作用する既設桁については、2.6の規定に従い、集中荷重に対する安全性について照査し、安全となるようにしなければならない。

サンドルは井桁状に組み立て、サンドル同士、サンドル架台と横梁は水平荷重（橋軸直角方向、橋軸方向）に対して、ずれや浮きが生じないようにボルトで堅固に固定しなければならない。また、必要に応じて左右および前後のサンドル架台同士を水平材で接続するなどの対策を行わなければならない。

調整装置を使用する場合、鉛直ジャッキの移動前後のいずれもサンドルなどの架台の上で安定した状態でセッティングビームを支持できることを確認しなければならない。

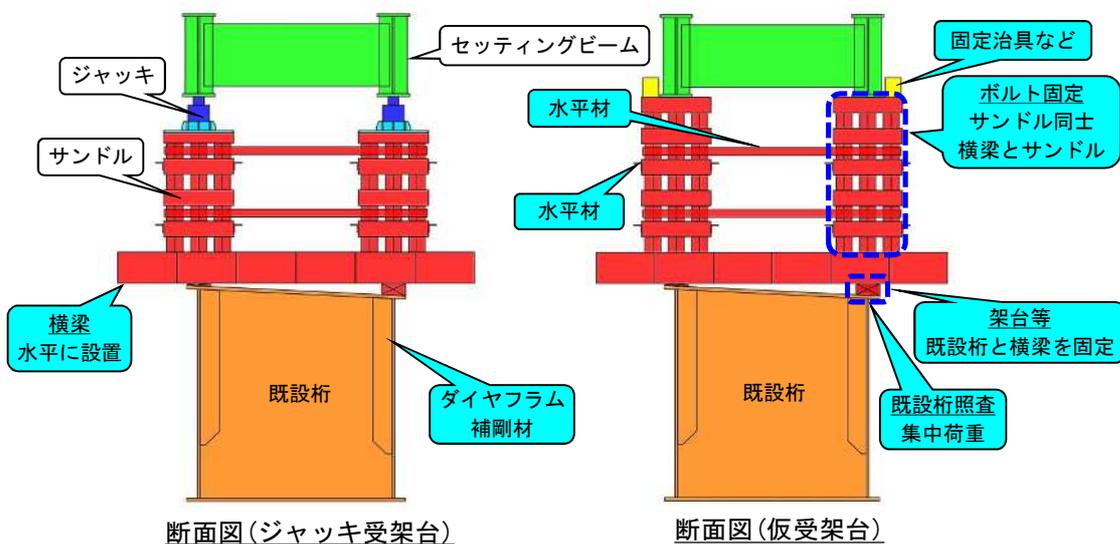


図-6 ジャッキ受架台と仮受架台詳細図

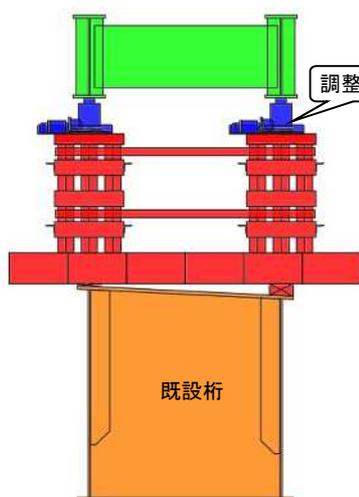


図-7 ジャッキ受架台詳細図 (調整装置使用時)

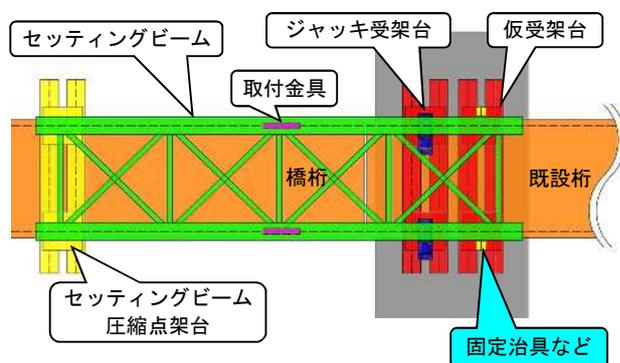


図-8 平面配置図

2.7.5 ジャッキ、転倒防止用台座

- (1) ジャッキの能力は鉛直荷重に対して余裕をもたせなければならない。
 - (2) 転倒防止用台座は、鉛直荷重のほか鉛直荷重の10%以上の水平荷重を安全に支持できる強度を有し、かつ、ジャッキの盛替えができる構造でなければならない。
- (1) 降下時に使用するジャッキは、能力に余裕のあるものを用いる必要がある。特に、複数ジャッキによる降下作業では各ジャッキの高さの相対差により、不均等荷重が作用する恐れがある。また、ジャッキによる荷重の調整は時間を要するため、時間的な制約をともなう作業の場合には、通常よりも大きめに不均等荷重係数を考慮しておくことも必要である。これらを考慮すると単動ジャッキを使用する場合は計画時に想定される鉛直荷重の1.5倍から2.0倍の能力、連動ポンプにより複数のジャッキを使用する場合は鉛直荷重の1.2倍から1.5倍の能力を有するジャッキを用いるのがよい。
ジャッキの作用点は、2.6の照査方法により安全性を確認した支持方法としなければならない。
 - (2) ジャッキをサンドル材の組み上げた架台上にセットする場合は、ジャッキ基部に十分な耐力を有する転倒防止用台座を設置する。降下時に高さの違いによりセッティングビームが傾斜して水平力が作用することがあるので、鉛直荷重の10%以上の水平荷重がジャッキの頭部に作用するとして照査しなければならない。

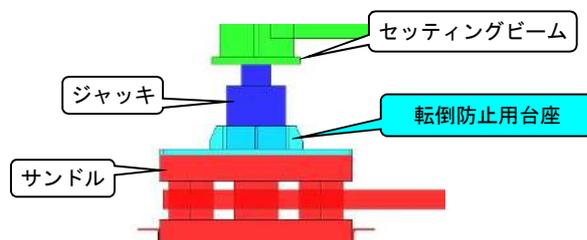


図-9 ジャッキの転倒防止用台座

§3 横取り・降下時の計測管理と調整方法

3.1 計測管理

- (1) 橋桁の横取り・降下時は、作業の進捗ごとに橋桁の位置や反力が変化するため、作業ステップごとに橋桁、セッティングビーム、サンドルなどの変位やジャッキ反力などの管理値を設定しなければならない。
- (2) 計画どおりの橋桁の横取り・降下となっているか、計画の前提・仮定のとおり挙動になっているかを、適切な計測・監視・管理を行い、記録を残さなければならない。
- (3) 記録方法は事前に設定し、施工計画書などに記載しなければならない。
- (4) 記録は、工事完了まで保存しなければならない。
- (5) 計測管理については、従来に比べて効果的かつ効率的に計測・管理ができるようにBIM/CIMを活用した手法の開発と安全管理のDX化について検討する。

- (1) 平面的な位置の管理値は、サンドル架台やジャッキから橋桁やセッティングビームが外れないように設定し、設備の設計上安全である範囲内で許容値を設定しなければならない。
橋桁の耐力により高さの相対差に制約がある場合には、管理値を決めて高さを管理しなければならない。
また、異なる荷重のジャッキを複数で同時に降下する場合は、高さの相対差を極力減らすために同じ速度で降下することが好ましく、ジャッキの操作者が目視やその他の方法で確認できることが必要である。よって油圧ポンプは、ジャッキ操作者がジャッキを目視できる場所に設置することが望ましい。
ジャッキ反力の管理値は、架設設計時に考慮した不均等荷重や設備・橋桁の限界耐力などを考慮して設定しなければならない。
井桁状に組み立てたサンドルの水平変位の管理値については、鋼構造物架設設計施工指針¹⁸⁾に「高さ150mmのH形鋼を1段3列で井桁状に組んだサンドルを1セットで使用する場合、実験結果よりその使用高さは2mが限界となる。それ以上は、これを2セット連携して使用する必要がある。また、同じ構造のサンドル最上部の水平変位量の限界値は、100mmがひとつの目安であるが、実験結果より50mm

を越えると急激に水平変位が増すため、水平変位50mmを管理値とすることが望ましい」と示されている。

- (5) ジャッキ操作タブレットで、反力や降下量の管理を行う場合、集中計測管理室に全データを集め、その管理値を元に作業状況に問題がないことを確認したり、調整量を設定し、指示を出したりしている例がある。

3.2 仕口合わせ等のため調整装置を用いる場合の監視方法

- (1) 橋桁の降下時は、橋桁やセッティングビームなどの平面位置、高さの相対差、反力を管理し、不安定な状態とならないようあらかじめ設定した管理値を超過しないように監視しなければならない。
 - (2) 監視方法は施工計画書や作業手順書などに記載しなければならない。
- (1) 橋桁やセッティングビームの平面位置は、下げ振り、レーザー、スケールなどを使用し目視で基準線からのズレ量を確認する。
橋桁やセッティングビームの高さの相対差は、複数台のジャッキのストローク量に差がないことをスケールなどによる目視やその他の方法により確認する。また、支持架台などに傾斜などの変形が生じていないか水平器やその他の方法で確認する。
反力は、ジャッキの圧力計または荷重表示により確認する。ジャッキで橋桁やセッティングビームを支持する場合は橋桁やセッティングビームのウェブ芯など計画時想定支持位置とジャッキ芯が一致していることを確認する。また、ジャッキ基部の支持面が安定していることを確認する。

3.3 仕口合わせ等のため調整装置を用いる場合の調整方法、対策方法

- (1) 橋桁の降下時に、橋桁やセッティングビームなどの平面位置や反力などを調整装置により調整する場合は、不安定な状態とならないようあらかじめ設定した管理値を超過しないように、鉛直反力の不均等や傾斜を考慮して調整をしなければならない。また、複数の調整装置を同時に用いる場合は、橋桁や架台が不安定にならないように適切な連携を図らなければならない。
 - (2) 計測結果が管理値を超えた場合の調整方法、対策方法はあらかじめ設定し、施工計画書や作業手順書などに記載しなければならない。
- (1) 橋桁やセッティングビームの平面位置の調整は、調整装置を設置し、橋桁やセッティングビームを調整装置の鉛直ジャッキで支持する。その後、所定の位置まで水平ジャッキで水平方向に移動させる。
一橋脚のみの調整で橋桁やセッティングビームの移動ができない場合は、他の橋脚で拘束されている可能性があるため、他の支点部にも調整装置を設置するかテフロン板など摩擦抵抗の小さなものを設置し、再度調整を行う。
反力の調整は、鉛直ジャッキで行い、反力の大きい箇所のジャッキの圧力を下げ、反力の小さい箇所の圧力を上げるなどを行うことで管理値内とする。
既設桁と横取り・降下する橋桁の接合部については、モーメント連結かヒンジ連結か設計思想を確認し、モーメント連結の場合は、仕口角度を合わせる必要があるため、あらかじめ仕口角度を合わせる調整方法とその調整量を検討しておくなければならない。

§4 中部地方整備局の再発防止策と本冊子の事故防止対策の対比

令和5年9月22日に中部地方整備局から示された「国道1号清水立体事業の鋼橋架設工事における事故を踏まえた再発防止策」と本冊子の事故防止対策の記載箇所を対比したものを以下に示す。

中部地方整備局の再発防止策	本冊子記載箇所
<p>1. 架設時の安全対策（基本方針） 架設時に道路利用者に被害が及ばないように通行規制を行うこと。 今後も横取り、降下作業時の桁下の道路利用者等への安全対策を行うこと。</p>	1.2 第三者影響対策
<p>2. 降下作業に関する安全対策</p> <p>(1) 降下作業時の架台の安全対策</p> <p>①偏心や傾斜による荷重が作用することも想定し、堅固かつ安定となるように必要な対策を行うこと。 [対策例]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・架台は、安定かつ十分な強度を有する水平面に設置する。 ・偏心や傾斜による荷重が作用することも想定し、堅固に固定する。 ・架台から橋桁を支持するにあたっては、集中荷重が作用しても橋桁のフランジに局所変形が容易に生じないように、橋桁の補強を行うなど、橋桁を直接支持しない方法を検討する。 ・架台のサンドル同士は、サンドル相互のずれ、浮きが生じないように、ボルトで堅固に固定する。 <p>②橋桁製作に先立ち、架設中の資機材設置位置・方法や作業工程を検討し、必要に応じて橋桁製作に反映すること。</p> <p>(2) 仕口合わせ（※1）等のため調整装置（※2）を用いる場合の安全対策</p> <p>①支点位置での変位量や反力を管理し、不安定な状態にしないように、鉛直、水平反力の不均等や傾斜を考慮した調整方法や監視方法とすること。</p> <p>②複数の調整装置を同時に用いる場合は、橋桁や架台が不安定にならないように適切な連携が図られるようにすること。 ※1 仕口合わせ：既設桁と橋桁の位置合わせ ※2 調整装置：鉛直方向と水平方向を調整する装置</p>	<p>2.2 設計一般 (1)解説 2.3 設計時に考慮する荷重 (2) 2.6 荷重集中点の構造 2.7.3 セッティング ビーム圧縮点架台 2.7.4 ジャッキ受架台と仮受架台</p> <p>3.2 仕口合わせ等のため調整装置を用いる場合の監視方法 3.3 仕口合わせ等のため調整装置を用いる場合の調整方法、対策方法</p>
<p>3. セッティングビーム使用時の安全対策</p> <p>(1) 接合方法の設計にあたっては、吊り材の様に工事の安全上重要な部位の場合、道路橋示方書の規定に従うなど、耐荷力機構が明らかで信頼性の明らかな接合方法を用いることを基本とすること。</p> <p>(2) 橋桁と圧縮点架台並びにセッティングビームと圧縮点架台は相互に固定するなど、荷重の不均等や偏心が生じたとしても圧縮点架台が容易に外れないように固定すること。</p>	<p>2.7.2 取付金具 2.7.3 セッティング ビーム圧縮点架台</p>
<p>4. 計測管理</p> <p>(1) 架設中は、作業の進捗ごとに反力の状態が変化するため、作業ごとに橋桁、セッティングビーム、サンドルなどの位置、形状や、ジャッキ反力などの管理値を設定すること。また、計画どおりの架設となっているかを、計画の前提・仮定のとおりか、適切な計測・監視・管理を行い、記録を残すこと。なお、記録の保全是、工事完了までを基本とする。</p> <p>(2) 記録方法は事前に設定するとともに、計測結果が管理値を超えた場合の対策方法についてもあらかじめ設定すること。</p>	<p>3.1 計測管理 3.3 仕口合わせ等のため調整装置を用いる場合の調整方法、対策方法</p>

中部地方整備局の再発防止策	本冊子記載箇所
5. 作業手順書 (1) 作業手順書は実際の架設方法・手順を反映すること。 (2) 各作業ステップの作業手順や管理項目が作業員の中で共有され、遵守されるようにすること。	1.4 作業手順書
6. その他 計測管理については、工事の安全確保と道路利用者の工事に対する信頼の向上を目指し、BIM/CIMやDXの活用なども含め、従来に比べて効果的かつ効率的な計測、管理を計画するための新技術の導入・標準仕様の確立に中部地方整備局として取り組んで参ります。	3.1 計測管理

参考箇所

- 1) 鋼道路橋施工便覧 (P659～P660) 8) 不均等荷重 (UN)
- 2) 鋼構造物架設設計施工指針 (P19～P20) 4.2.11 不均等荷重 (U)
- 3) 鋼道路橋施工便覧 (P656～P657) 2) 照査水平荷重 (H_0)
- 4) 鋼構造物架設設計施工指針 (P18) 4.2.8 照査水平荷重 (H_0)
- 5) 鋼道路橋施工便覧 (P657) 4) 風荷重 (W)
- 6) 鋼構造物架設設計施工指針 (P14～P17) 4.2.4 風荷重 (W)
- 7) 鋼道路橋施工便覧 (P658) 5) 地震荷重 (EQ)
- 8) 鋼構造物架設設計施工指針 (P176) A2 架設時における耐震検討の考え方
- 9) 鋼道路橋施工便覧 (P662) (1) 架設設計の制限値
- 10) 鋼構造物架設設計施工指針 (P33) 4.3.3 荷重の組合せと許容応力度の割増し
- 11) 鋼道路橋施工便覧 (P664) (3) 安定に対する安全余裕
- 12) 鋼構造物架設設計施工指針 (P20) 4.3.1 安全率の標準
- 13) 鋼構造物架設設計施工指針 (P186～P188) A3 仮設構造物の設計例 4) 敷鉄板基礎
- 14) 鋼構造物架設設計施工指針 (P36～P37) 4.4.4 仮支点部
- 15) 鋼構造物架設設計施工指針 (P38～P43) 4.4.5 送出し時の照査 (2) 送出し装置上の腹板
- 16) 鋼構造物架設設計施工指針 (P60) 4.5.4 ボルト継手 (4) 普通ボルト支圧接合継手
- 17) 鋼構造物架設設計施工指針 (P30) 表4.3.11 摩擦接合用高力ボルトの許容力
- 18) 鋼構造物架設設計施工指針 (P50) 4.5.1 仮設構造物の設計

参考文献

1. (公社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 平成24年3月
2. 国土交通省大臣官房技術調査課：土木工事安全施工技術指針 平成29年3月
3. (公社) 日本道路協会：鋼道路橋施工便覧 令和2年9月
4. (公社) 土木学会：鋼構造物架設設計施工指針 2012年版
5. (一社) 日本橋梁建設協会：鋼橋架設工事の事故防止対策 平成28年8月
6. (一社) 日本橋梁建設協会：鋼橋架設工事の事故防止対策＜追補版＞ 令和4年7月

橋梁架設時の事故防止安全対策検討特別委員会名簿

委員 長	鎌屋 明	理事・安全委員会 委員長（日立造船）
幹 事 長	春日井 俊博	技術委員会 幹事長（横河ブリッジ）
副 幹 事 長	大下 嘉道	安全委員会 幹事長（三井住友建設鉄構エンジニアリング）
委 員	所 泰行	架設小委員会 委員長（瀧上工業）
委 員	森川 友記	架設小委員会 副委員長（駒井ハルテック）
委 員	中島 浩平	架設小委員会 架設東日本部会 部会長（日立造船）
委 員	小西 隆史	架設小委員会 架設西日本部会 部会長（横河ブリッジ）
委 員	中垣内 龍二	架設小委員会 架設東日本部会 副部会長（宮地エンジニアリング）
委 員	川端 諭	架設小委員会 架設東日本部会 副部会長（IHIインフラシステム）
委 員	坂井 健二	安全委員会 安全東日本部会 部会長（JFEエンジニアリング）
顧 問	勝地 弘	理事（横浜国立大学 教授）
顧 問	石原 康弘	副会長兼専務理事
事 務 局	小川 潤一郎	技術・調査部長
事 務 局	南 宏彦	業務部 次長

令和 5 年 9 月 22 日

国土交通省 中部地方整備局

国道1号静岡バイパス清水立体事業の橋梁架設工事における 橋桁落下事故の報告書(中間とりまとめ)および再発防止策について

1. 概要

7月6日(木)に国道1号静岡バイパス清水立体事業の工事現場において発生した工事中の橋桁が落橋する事故を受け、事故原因と再発の防止について検討するために設置された「国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会」の報告書(中間とりまとめ)と、同委員会での提言をふまえ「国道1号清水立体事業の鋼橋架設工事における事故を踏まえた再発防止策」をとりまとめましたのでお知らせします。

2. 添付資料、掲載場所

【別紙-1】国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会 報告書(中間とりまとめ)概要版

◇掲載場所:静岡国道事務所 HP

国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会 報告書(中間とりまとめ)

<https://www.cbr.mlit.go.jp/shizukoku/torikumi/seishin2/jikotyousa.html>

【別紙-2】国道1号清水立体事業の鋼橋架設工事における事故を踏まえた再発防止策

◇掲載場所:中部地方整備局 HP

国道1号清水立体事業の鋼橋架設工事における事故を踏まえた再発防止策

https://www.cbr.mlit.go.jp/road/road_subindex13.html

3. 配布先

中部地方整備局記者クラブ、静岡県政記者クラブ、静岡市記者クラブ

4. 問い合わせ先

◇報告書(中間とりまとめ)に関すること

中部地方整備局 静岡国道事務所	副 所 長	しずかわ じゅん 静川 淳
	工事品質管理官	ひらいわ なおき 平岩 直樹
	電話	054-250-8903

◇再発防止策に関すること

中部地方整備局 道路部	道路工事課	課 長	とうの たつや 東野 竜哉
	課長補佐	たなか まさる 田中 勝	
	電話	052-953-8174	

道路の異状を発見したら・・・道路緊急ダイヤル **#9910** (通話料無料・24時間受付)

国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会

報告書(中間とりまとめ) 概要版

1. 事故概要と事故調査委員会の設置
2. 調査結果
3. 橋桁落下の要因分析
4. 再発防止に向けての提言骨子

令和5年9月22日

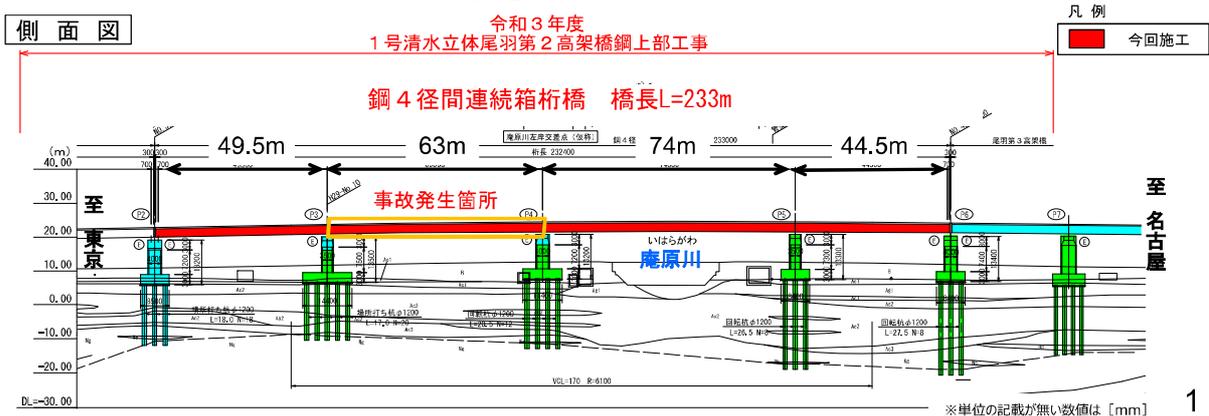
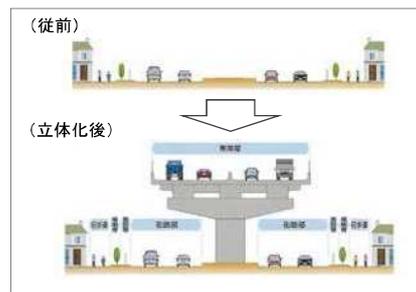
国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会

1. 事故概要と事故調査委員会の設置

1-1 事故概要

令和5年7月6日午前3時頃、橋梁架設工事中に橋桁が国道1号現道に落橋する事故が発生し、8名の作業員等が死傷(死亡者2名)した。

- 工事名 令和3年度 1号清水立体尾羽第2高架橋鋼上部工事
- 工期 令和3年9月10日～令和6年2月22日
- 契約額 ¥2,483,250,000.-
- 請負業者 名村・日塔特定建設工事共同企業体
(株)名村造船所、日本鉄塔工業(株)
- 工事概要 工事延長：L=300m
鋼4径間連続箱桁橋 L=233m
鋼重：W=2,048t
工場製作工1式、鋼橋架設工1式、仮設工1式
- 架設工法 トラッククレーンベント架設(P2-P3、P5-P6)
送り出し架設(P3-P4、P4-P5)
※横取り、降下作業時は夜間通行規制を実施



1. 事故概要と事故調査委員会の設置

1-1 事故概要



2

1. 事故概要と事故調査委員会の設置

1-2 事故調査委員会の設置

国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会の設置

(1) 目的

今回の事故を受け、事故原因と再発の防止について調査、検討するために、学識委員等から構成される「国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会」が設置された。

(2) 構成

委員会は以下の委員により構成された。

委員長	館石 和雄	名古屋大学 大学院工学研究科 教授
委員	廣畑 幹人	大阪大学 社会基盤工学講座 構造工学領域 准教授
委員	白戸 真大	国土技術政策総合研究所 橋梁研究室 室長

(3) 開催経緯

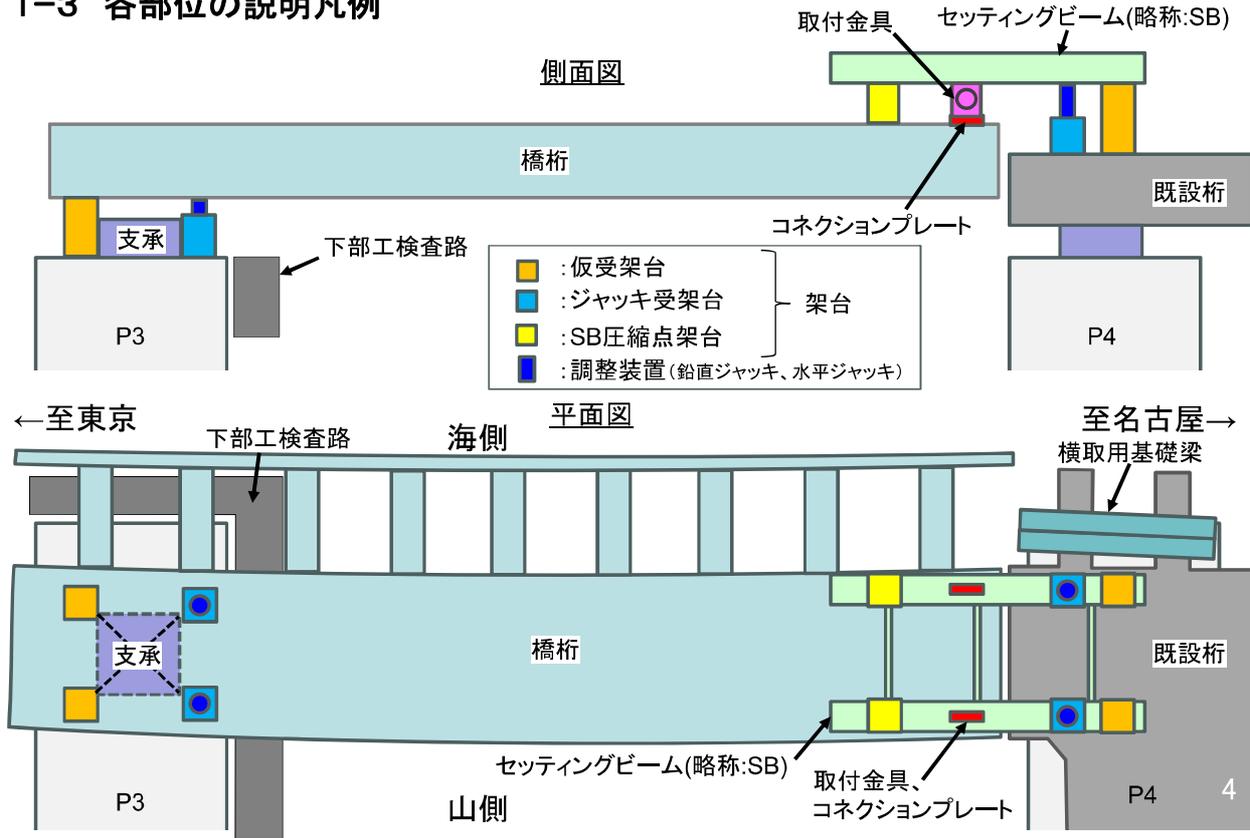
委員会の開催経緯は以下のとおりである。

第1回委員会	令和5年7月11日	工事概要・事故概要・確認すべき事項について意見交換
第2回委員会	令和5年8月8日	事故原因解明のための事実関係の確認、事故原因の検討
第3回委員会	令和5年9月12日	想定される落下状況・落下要因について議論・確認 再発防止策の提言

3

1. 事故概要と事故調査委員会の設置

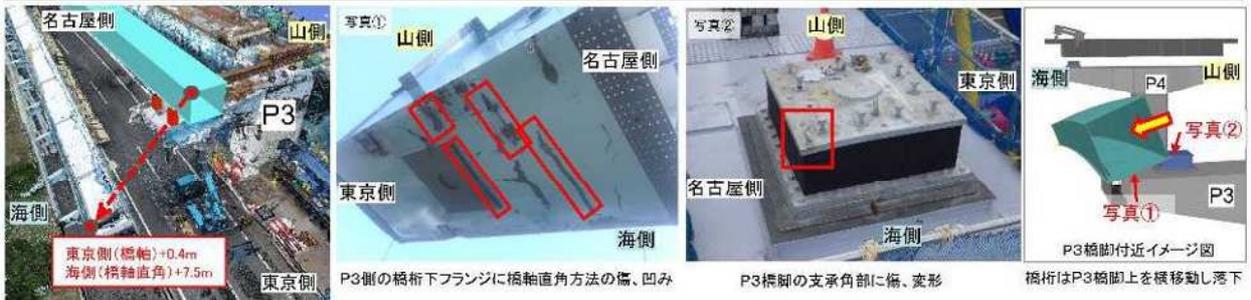
1-3 各部位の説明凡例



2. 調査結果

2-1 桁の落下・損傷状況

P3橋脚側の橋桁はP3橋脚上を横移動し、海側約7.5mの位置に落下した。



3次元点群データにて落下位置を把握
(海側約7.5mの位置に落下)

P4橋脚側のセッティングビームは海側のP4橋脚上に落ち、橋桁は海側に約0.6mの位置に落下した。



3次元点群データにて落下位置を把握
(海側約0.6mの位置に落下)

海側ジャッキ受け架台が海側に移動

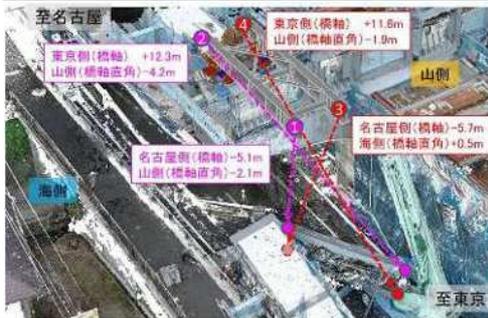
山側ジャッキ受け架台は山側に移動

セッティングビームはP4橋脚上の海側に落下

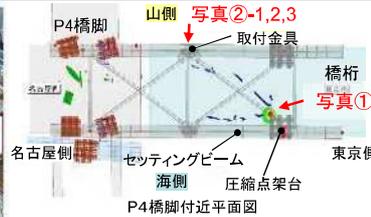
2. 調査結果(桁の落下・損傷状況)

2-1 桁の落下・損傷状況

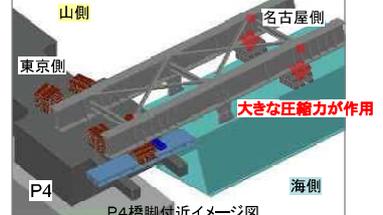
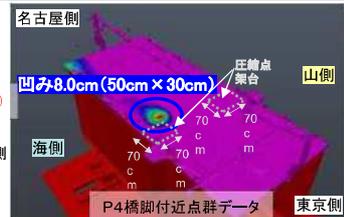
セッティングビームの圧縮点架台に大きな圧縮力が作用した。



3次元点群データにて落下位置を把握
(セッティングビームは元の位置に対して回転して落下している。)



写真①橋桁上フランジに凹み

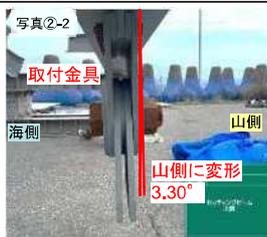


圧縮点架台に大きな圧縮力が作用

取付金具に大きな引張力が作用しボルトが破断した。



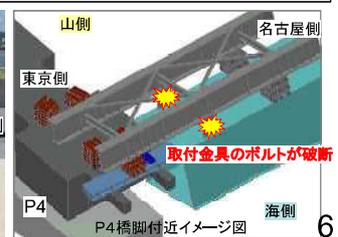
橋桁側の取付金具のボルトは全て無くなっている



取付金具は山側に変形



コネクションプレートのボルト穴は塑性変形

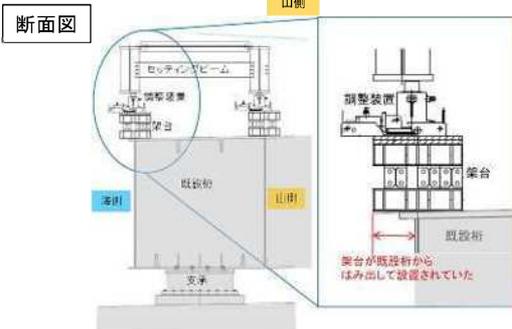
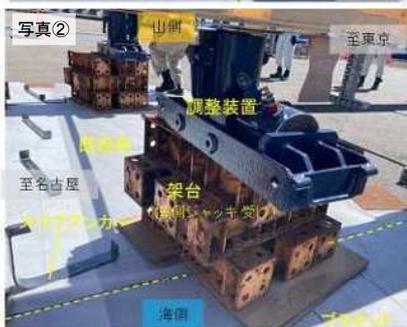


取付金具に大きな引張力が作用しボルトが破断

2. 調査結果

2-2 設計・施工状況

P3橋脚側、P4橋脚側の架台が支持面に固定されていないかった。
P4橋脚側の架台は既設桁上のスラブアンカーを避けるために斜めに配置されていた。
P4橋脚海側の架台、調整装置が支持面から一部はみ出して設置されていた。
架台に用いるサンドル同士が堅固に固定されていないかった。

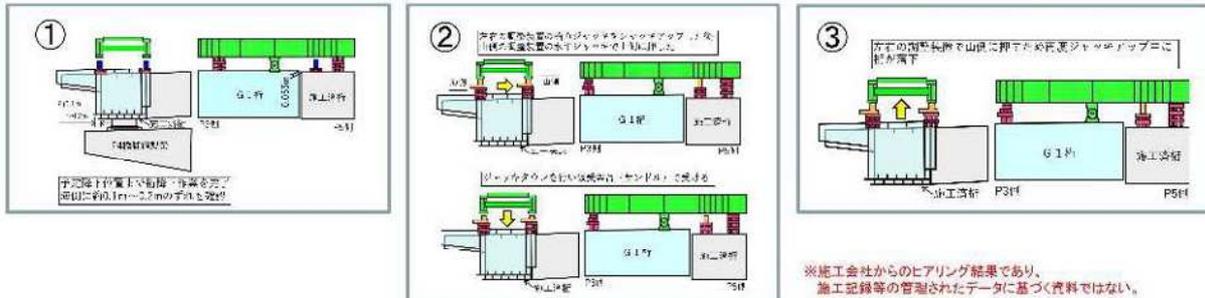


※写真、図は施工業者ヒアリングに基づく再現 7

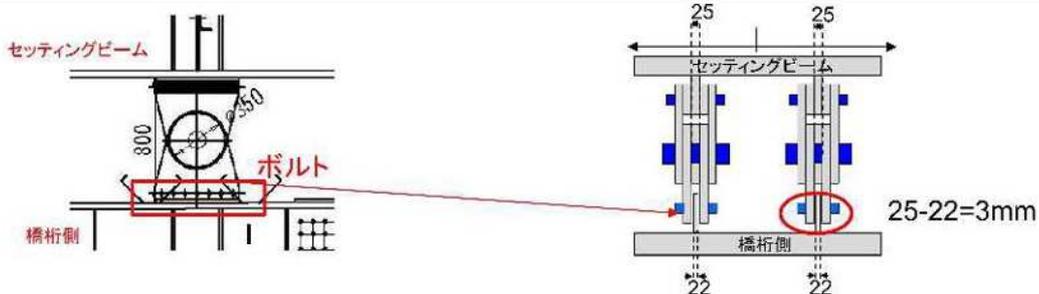
2. 調査結果

2-2 設計・施工状況

- ① 降下作業の過程で橋桁が海側に約0.1~0.2m変位していた。
- ② 降下作業において仕口合わせのため、山側の調整装置の水平ジャッキで山側に押したが、桁が動かなかったため、ストロークをゼロにした。
- ③ 調整装置でジャッキアップ中に桁が落下した。



セッティングビームと桁を結ぶボルトは、プレート間に 3mm の隙間があった。



8

2. 調査結果

2-3 確認された事項(まとめ)

桁の落下・損傷状況	桁の落下	<ul style="list-style-type: none"> ■主桁は全体的に海側に落下している 落下位置(橋軸直角方向): P3は海側約7.5m、P4は海側約0.6m 落下位置(橋軸方向): P3は東京側約0.4m、P4は東京側約0.4m
	P3橋脚側の照合結果	<ul style="list-style-type: none"> ■P4側で橋桁が地面に着地したことで、橋桁の傾斜の関係からP4方向に40cm移動し、仮受架台やジャッキ受架台に落下し、大きな力が作用した。 ■仮受架台やジャッキ受架台がP2側に飛散し、橋桁が支承上に落下した。 ■橋桁は海側に横移動しP3橋脚の梁に接触した後、海側に落下した。
	P4橋脚側の照合結果	<ul style="list-style-type: none"> ■海側のセッティングビームは元の位置に対して海側の横取用基礎梁に落下した。 ■山側セッティングビームは元の位置に対して海側のP4既設桁上に落下した。
	セッティングビーム	<ul style="list-style-type: none"> ■セッティングビーム圧縮点架台に大きな圧縮力が作用した ■取付金具に大きな引張力が作用しボルトが破断した
設計・施工状況	支点の設置	<ul style="list-style-type: none"> ■P3橋脚側、P4橋脚側の架台が支持面に固定されていなかった ■P4橋脚側の架台は既設桁上のスラブアンカーを避けるために斜めに配置されていた ■P4橋脚海側の架台、調整装置が支持面から一部はみ出して設置されていた ■架台に用いるサドル同士が堅固に固定されていなかった ■セッティングビームの圧縮点の架台が橋桁と堅固に固定されていなかった
	落下直前の作業 (聞き取り)	<ul style="list-style-type: none"> ■降下作業の過程で橋桁が海側に約0.1~0.2m変位していた ■降下作業において仕口合わせのため、山側の調整装置の水平ジャッキで山側に押したが、桁が動かなかったため、ストロークをゼロにした。 ■調整装置でジャッキアップ中に桁が落下した
	セッティングビームの設置	<ul style="list-style-type: none"> ■セッティングビームと桁を結ぶボルトは、プレート間に 3mm の隙間があるなど、道路橋示方書の規定に対して使用方法が適切ではなかった。
	施工管理	<ul style="list-style-type: none"> ■隣接径間の作業手順書を準用するなど、実際の架設方法・手順を考慮した作業手順書になっていない ■作業の進捗毎の反力、変位などの計測管理及び記録を行っていなかった

9

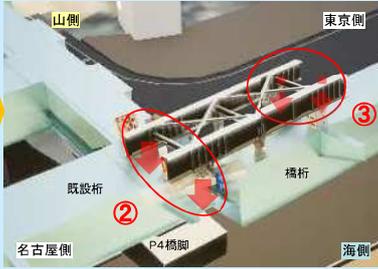
3. 橋桁落下の要因分析

3-1 想定される落下状況

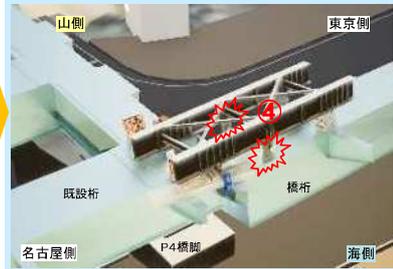
①降下作業の過程で橋桁が海側に変位した。
セッティングビームを調整装置の山側水平ジャッキで押したが動かなかった。
①セッティングビームがジャッキ受架台から外れた。



②海側のセッティングビームは横取用基礎梁上に落ち、山側のセッティングビームは既設桁上に落ちた。
③圧縮点架台に大きな圧縮力が作用



④セッティングビームの取付金具のボルトが破断



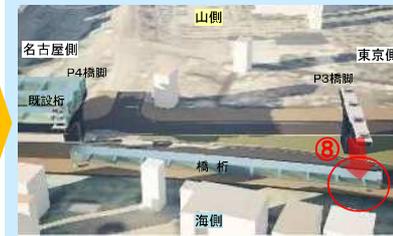
⑤P4橋脚側で橋桁が地面に落下



⑥P3橋脚側で橋桁がP4側に引きずられ、仮受架台及びジャッキ受架台に落下し、仮受架台、ジャッキ受架台がはじき飛ばされた。
⑦P3橋脚上で橋桁が支承上に落下



⑧P4橋脚側の橋桁落下位置を支点に、海側方向へ橋桁が落下



10

3. 橋桁落下の要因分析

3-1 落下状況から抽出される落下要因

P3	架台	<ul style="list-style-type: none"> ■架台の底面が堅固に固定されていなかった。 ■サンドル材が堅固に固定されていなかった。
P4	橋桁	<ul style="list-style-type: none"> ■降下作業の過程で橋桁が海側に変位していたと考えられるが、事故直前まで作業計画等の見直しを行わず降下作業を継続していた。 ■橋桁断面の重心位置は海側に寄っていること、橋桁の降下作業中にも海側に変位していたことなどからは、調整作業中にも橋桁は海側に変位する可能性があった。
	調整装置 (鉛直・水平 ジャッキ)	<ul style="list-style-type: none"> ■調整作業中に橋桁が海側に変位する可能性を考えた安全対策が考えられていなかった。 ■海側の架台から調整装置がはみ出していたため、調整装置が不安定であった可能性がある。 ■海側に変位していた橋桁の水平位置を調整するため、山側調整装置の水平ジャッキで押したが、橋桁は動かなかったことからすれば、他の箇所に変形・偏心が生じていたことや内部応力が残存していた可能性がある。
	架台	<ul style="list-style-type: none"> ■既設桁上のスラブアンカー(床版ずれ止め)を避けるために斜めに配置されていた。 ■既設桁から海側にはみ出して設置されていたため、架台が不安定であった可能性がある。 ■架台の底面が堅固に固定されていなかった。 ■サンドル材が堅固に固定されていなかった。
セッティング ビーム	取付金具	■セッティングビームと桁を結ぶボルトは仮設構造物ではあるが重要な箇所であるにもかかわらず、道路橋示方書に規定されているような信頼性の高い接合ではなかった。
	圧縮点	■圧縮点架台が支持面(橋桁)に堅固に固定されていなかった。

11

3. 橋桁落下の要因分析

3-2 その他要因

施工管理	作業手順書	<ul style="list-style-type: none"> ■隣接径間の作業手順書を準用するなど、実際の架設方法・手順を考慮した作業手順書になっていない。 ■作業ステップ毎の作業手順書が下請けと確実に共有されていた事実が認められない。
	計測管理	<ul style="list-style-type: none"> ■作業の進捗毎に反力、変位などの管理値を設定し、計測管理及び記録を行っていなかった。
	架設計画	<ul style="list-style-type: none"> ■側縦桁及びブラケットの荷重の偏心の詳細など、構造形式等の詳細を反映した架設計画を行っていなかった。

12

4. 再発防止に向けての提言骨子(ポイント)

1. 架設時の安全対策（基本方針）

横取り、降下作業時には桁下の通行規制を行い、道路利用者等への安全対策を行うこと。

2. 降下作業に関する安全対策

(1) 降下作業時の架台の安全対策

①架台は、堅固かつ安定となるように必要な対策を行うこと。

例)

- ・ 集中荷重が作用しても桁フランジに局所変形が容易に生じないように、桁の補強を行ったたり、桁を直接支持しない方法を検討する。
- ・ 架台のサンドル同士は、サンドル相互のずれ、浮きが生じないように、ボルトで堅固に固定する。

②桁製作に先立ち、架設中の資機材設置位置・方法や作業工程を検討し、必要に応じて桁製作に反映すること

(2) 「仕口合わせ※」等に「調整装置※」を用いる場合の安全対策

- ①支点位置での変位量や鉛直・水平反力を管理し、不安定な状態にしないように、調整・監視すること。
- ②複数の調整装置を同時に用いる場合は、桁や架台が不安定にならないように適切な連携が図られるようにすること。

※仕口合わせ：既設桁と架設桁の位置合わせ
 ※調整装置：鉛直方向と水平方向を調整するジャッキ

3. セッティングビーム使用時の安全対策

- (1) 吊り材等、安全上重要な部位については、道路橋示方書の規定に従うなど、耐荷力機構が明らかで信頼性のある接合方法を用いることを基本とする。
- (2) 架設桁・セッティングビームと架台は相互に固定し、荷重の不均等が生じても架台が容易に外れないようにすること。

4. 計測管理

- (1) 作業ごとに架設桁、セッティングビーム、サンドルなどの位置、形状、反力などの管理値を設定し、適切に計測・監視・管理を行い、記録すること。
- (2) 記録方法は事前に設定すること。計測値が管理値を超えた場合の対策方法を事前に設定すること。

5. 作業手順書

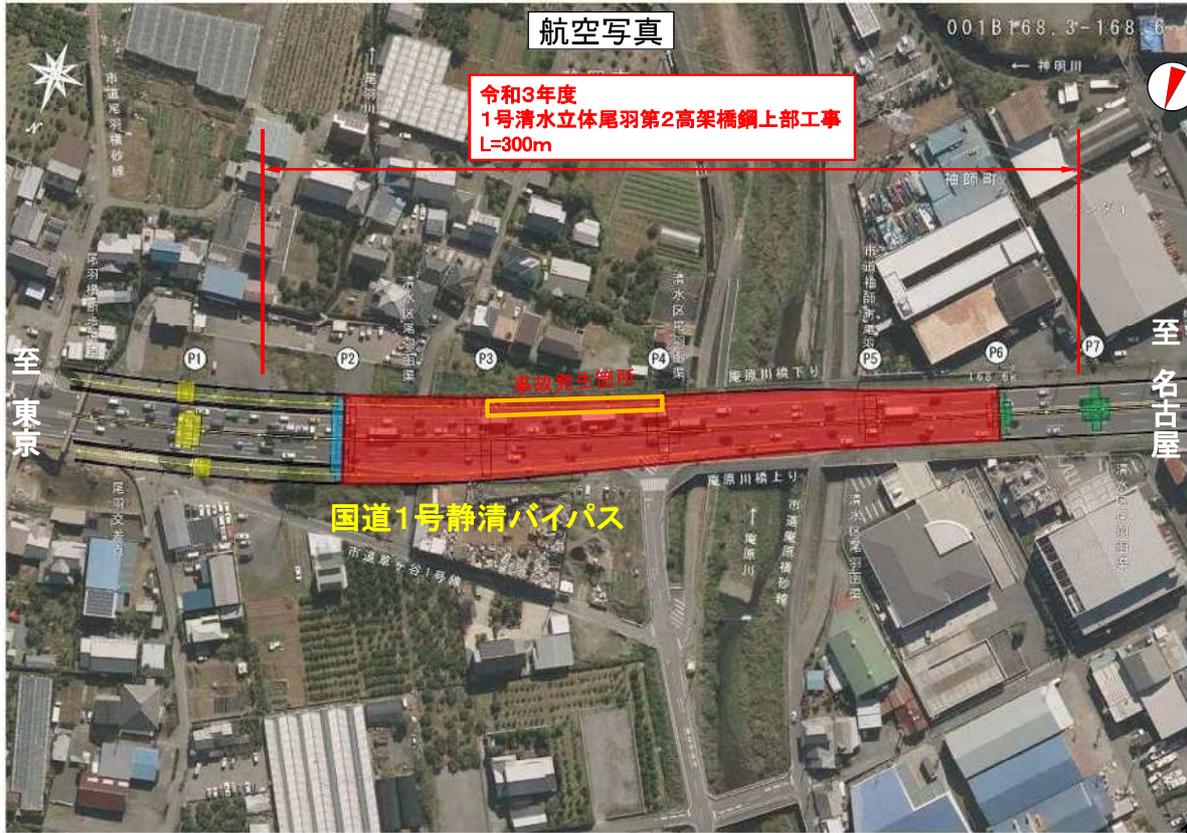
- (1) 実際の架設方法・手順を反映した作業手順書を作成すること
- (2) 作業手順や管理項目を作業員で共有し遵守すること

6. 付言

- (1) 工事完了まで計測、監視データは保存することが必要。
- (2) 計測管理について、BIM/CIMやDXの活用なども含め、効果的かつ効率的な計測、管理を計画するための標準仕様様の確立が必要。

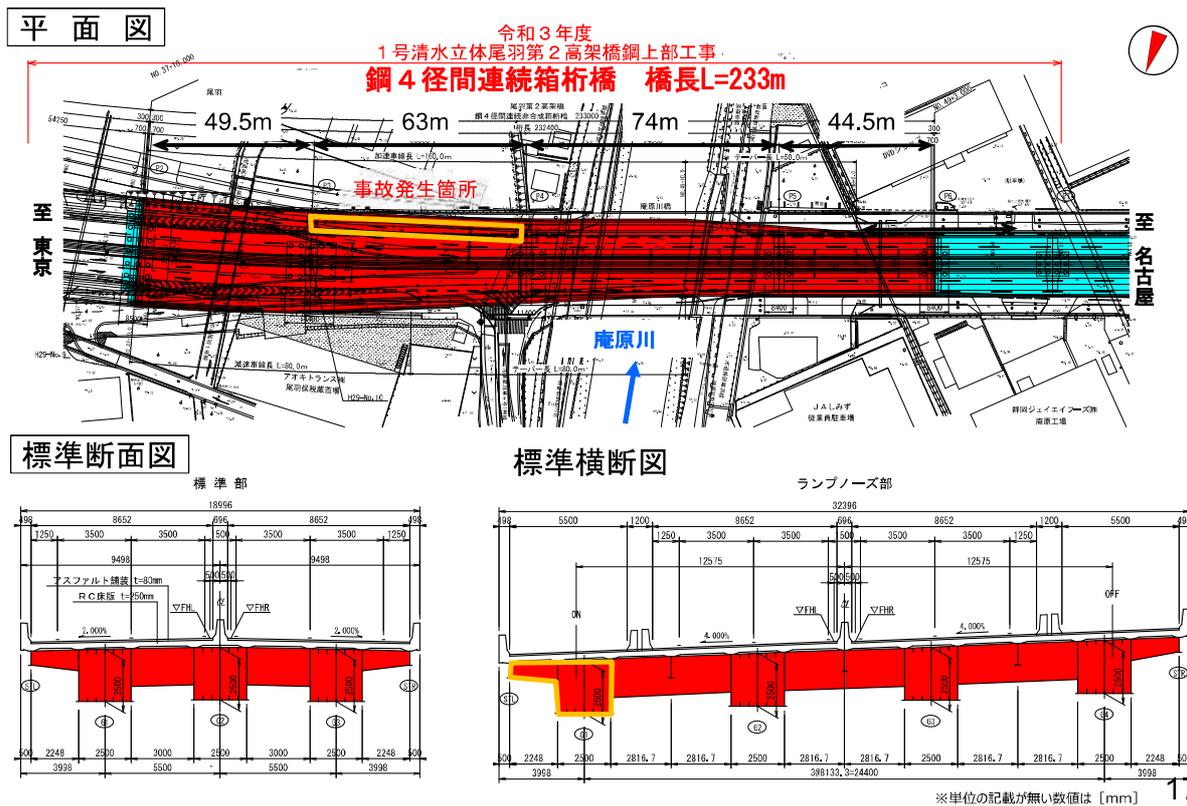
13

(参考-1) 工事概要



16

(参考-1) 工事概要

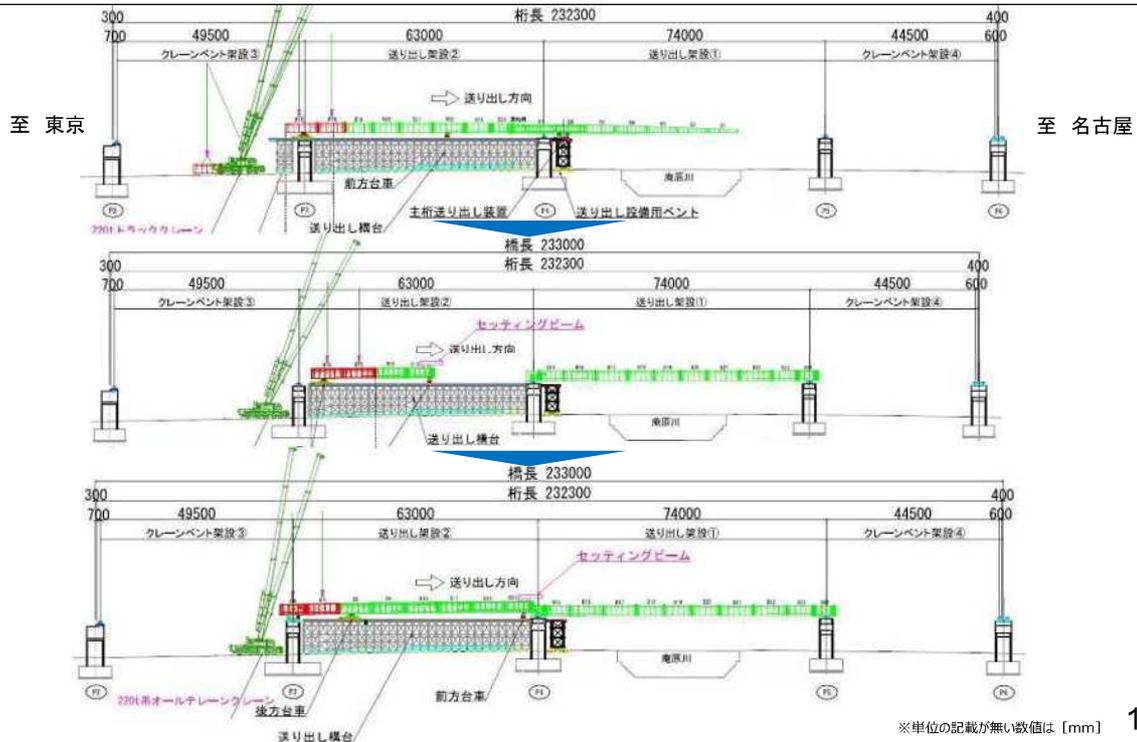


17

(参考-1) 工事概要

架設方法①

事故があったP3橋脚～P4橋脚の橋桁の架設方法は、P4橋脚～P5橋脚間の送り出し架設を行った後に、P3橋脚～P4橋脚間の橋桁の送り出し架設を行うものであった。



18

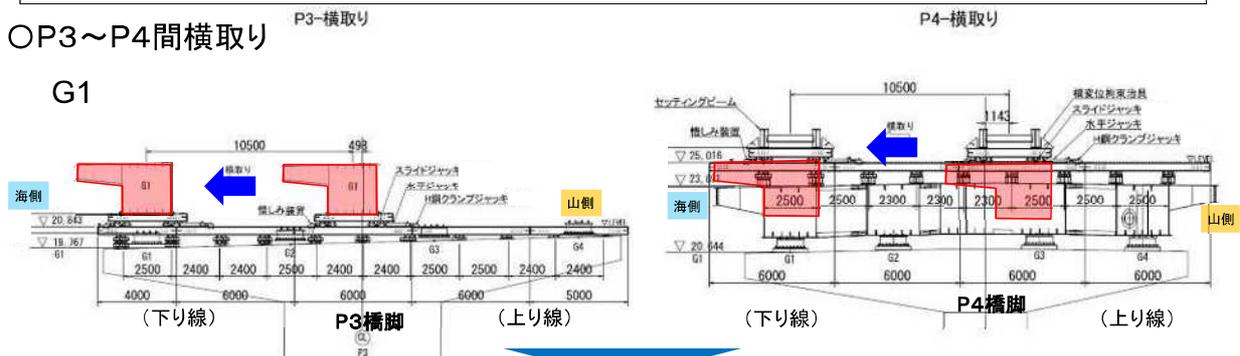
(参考-1) 工事概要

架設方法②

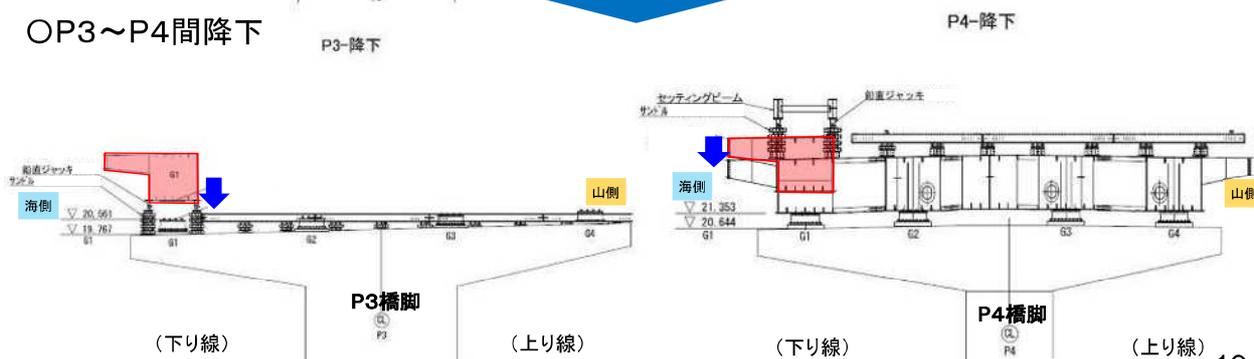
P3橋脚～P4橋脚間で送り出しを行い橋脚の中央で橋桁を組み立てた後に、橋桁を横方法に移動させた上で、支承の高さまで降下させるものであった。

OP3～P4間横取り

G1



OP3～P4間降下

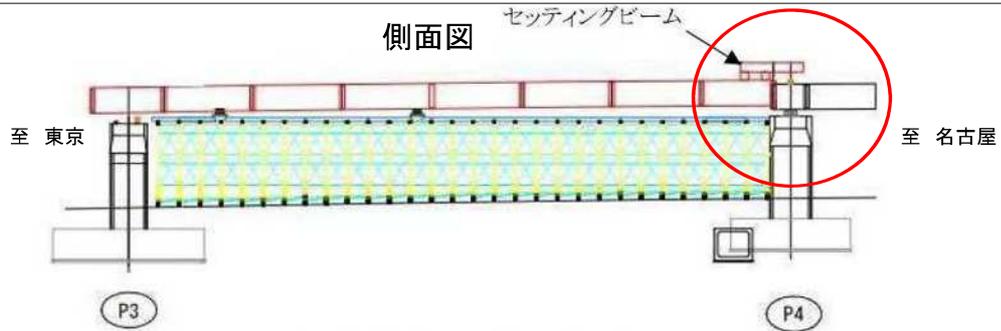


19

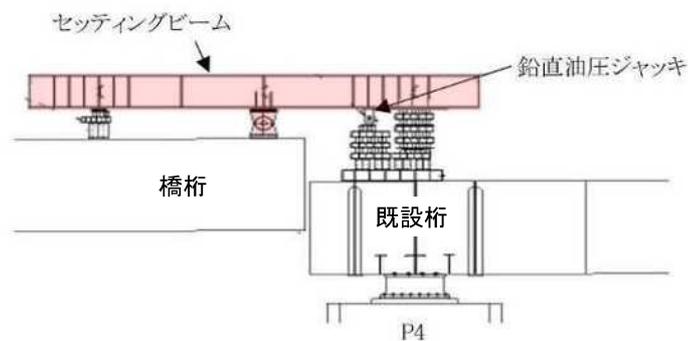
(参考-1) 工事概要

架設方法③

P4橋脚側は既設桁上から横取り、降下作業を行うため、セッティングビームを用いた。



P3-P4間送り出し・横取り完了時



20

(参考-2) 設立趣意書

国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会

設立趣意書

令和5年7月6日に発生した国道1号静清バイパス清水立体事業の建設現場における橋桁落下事故を受け、事故原因と再発の防止について、調査、検討するために、学識委員等から構成する「国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会」を設置するものである。

21

(参考-3) 規約(1/2)

<p>国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会</p> <p>規約</p>
(名称)
第1条 本会は、「国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会」 (以下、「委員会」という。)と称する。
(目的)
第2条 委員会は、事故原因と再発の防止について、調査、検討するために審議することを目的とする。
(所掌事項)
第3条 委員会は、以下について必要な指導・助言を行う。
(1) 事故原因に関する事項。
(2) 再発防止に関する事項。
(3) その他必要な事項。
(委員会の運営)
第4条 1 委員は、別紙構成員名簿のとおりとする。
2 委員会には委員長を置く。
3 委員長は、委員の了承を得て決定する。
4 委員長は、委員に諮った上で、委員の変更または追加を行うことができる。

5 委員長は、必要に応じ、会議へのオブザーバの出席を求め ることができる。
6 委員長が職務を遂行できない場合は、予め委員長が指名する 委員がその職務を代理する。
7 委員会は、委員の2/3以上の出席で成立する。
(守秘義務)
第5条 委員等は、審議で知り得た内容について、委員会の許可無く第 三者に漏らしてはならない。また、委員等の職を退いた後も同 様とする。
(委員の任期)
第6条 委員等の任期は、第3条に定める事項が終了するまでとする。 (委員会の公開)
第7条 1 会議および議事については原則非公開とし、議事要旨 および配付資料については委員会終了後、委員長の確認を 得て事務局が原則公開するものとする。
2 これにより難い場合は、委員に諮った上で、委員長が決定 するものとする。
(事務局)
第8条 事務局は、国土交通省中部地方整備局静岡国道事務所に置

22

(参考-3) 規約(2/2)

く。
(その他)
第9条 本規約に定めのない事項等は、委員に諮った上で、委員長が 決定するものとする。
附則 この規約は、令和5年7月11日から施行する。

<p>国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会</p> <p>構成員名簿</p>
委員長
館石 和雄 名古屋大学 大学院工学研究科 教授
委員
廣畑 幹人 大阪大学 社会基盤工学講座 構造工学領域 准教授
白戸 真大 国土技術政策総合研究所 橋梁研究室 室長

23

国道1号清水立体事業の鋼橋架設工事における
事故を踏まえた再発防止策

令和5年9月22日

中部地方整備局

はじめに

令和5年7月6日に国道1号静岡バイパス清水立体事業の鋼橋架設工事において工事中の橋桁が落橋する事故が発生しました。

「国道1号清水立体尾羽第2高架橋事故調査委員会（委員長：名古屋大学大学院工学研究科舘石教授）」を設置し、事故原因と再発の防止について検討を進めて頂き、令和5年9月22日に「中間とりまとめ」をとりまとめて頂いたところです。

再発防止策は、「中間とりまとめ」にある「再発防止に向けての提言骨子」を踏まえ、中部地方整備局としてとりまとめたものです。

中部地方整備局としましては、管内の工事に対して下記を徹底し、今回のような痛ましい事故の絶無にむけ努力して参ります。

1. 架設時の安全対策（基本方針）

架設時に道路利用者に被害が及ばないように通行規制を行うこと。

今後も横取り、降下作業時の桁下の道路利用者等への安全対策を行うこと。（参考図-1）

【参考】

国道高第52号平成28年6月20日道路局 高速道路課長通知 「供用中の道路上の橋梁架設工事に伴う安全確保について」



2. 降下作業に関する安全対策

(1) 降下作業時の架台の安全対策

- ① 偏心や傾斜による荷重が作用することも想定し、堅固かつ安定となるように必要な対策を行うこと。（参考図-2、参考写真-1,2）

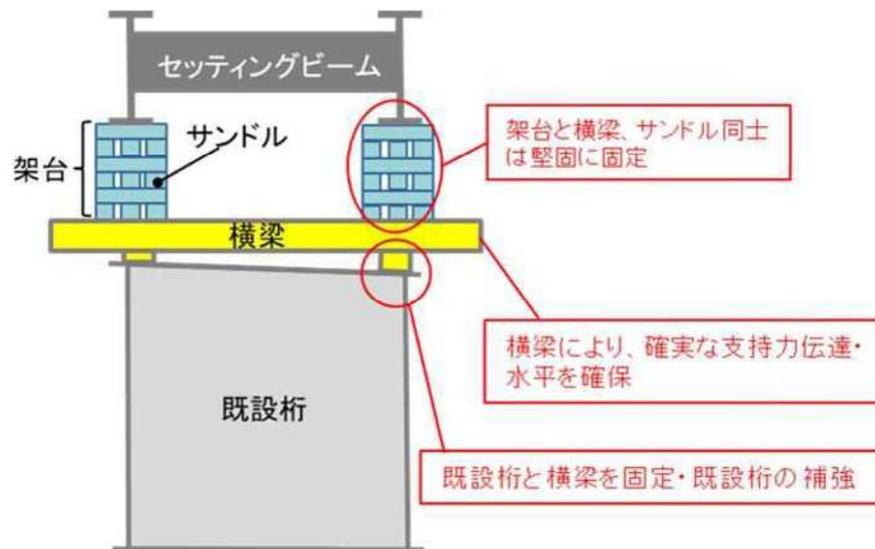
[対策例]

- ・ 架台は、安定かつ十分な強度を有する水平面に設置する。
- ・ 偏心や傾斜による荷重が作用することも想定し、堅固に固定する。

- ・ 架台から橋桁を支持するにあたっては、集中荷重が作用しても橋桁のフランジに局所変形が容易に生じないように、橋桁の補強を行うなど、橋桁を直接支持しない方法を検討する。
- ・ 架台のサンドル同士は、サンドル相互のずれ、浮きが生じないように、ボルトで堅固に固定する。

など

【参考例】



参考図-2



参考写真-1



参考写真-2

- ② 橋桁製作に先立ち、架設中の資機材設置位置・方法や作業工程を検討し、必要に応じて橋桁製作に反映すること。
- (2) 仕口合わせ※1等のため調整装置※2を用いる場合の安全対策
- ① 支点位置での変位量や反力を管理し、不安定な状態にしないように、鉛直、水平反力の不均等や傾斜を考慮した調整方法や監視方法とすること。
- ② 複数の調整装置を同時に用いる場合は、橋桁や架台が不安定にならないように適切な連携が図られるようにすること。

※1 仕口合わせ：既設桁と橋桁の位置合わせ

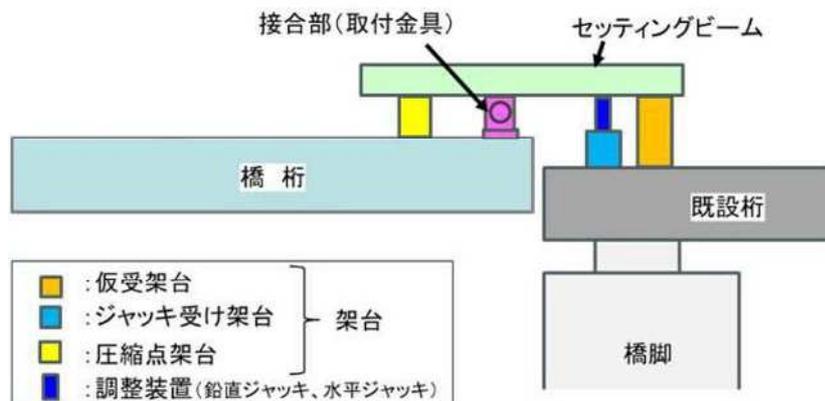
※2 調整装置：鉛直方向と水平方向を調整する装置（参考写真-3）



参考写真-3

3. セッティングビーム使用時の安全対策

- (1) 接合方法の設計にあたっては、吊り材の様に工事の安全上重要な部位の場合、道路橋示方書の規定に従うなど、耐荷力機構が明らかで信頼性の明らかな接合方法を用いることを基本とすること。
- (2) 橋桁と圧縮点架台並びにセッティングビームと圧縮点架台は相互に固定するなど、荷重の不均等や偏心が生じたとしても圧縮点架台が容易に外れないように固定すること。



参考図-3

4. 計測管理

- (1) 架設中は、作業の進捗ごとに反力の状態が変化するため、作業ごとに橋桁、セッティングビーム、サンドルなどの位置、形状や、ジャッキ反力などの管理値を設定すること。また、計画どおりの架設となっているか、計画の前提・仮定のおおりの挙動になっているかを、適切な計測・監視・管理を行い、記録を残すこと。なお、記録の保全是、工事完了までを基本とする。
- (2) 記録方法は事前に設定するとともに、計測結果が管理値を超えた場合の対策方法についてもあらかじめ設定すること。

5. 作業手順書

- (1) 作業手順書は実際の架設方法・手順を反映すること。
- (2) 各作業ステップの作業手順や管理項目が作業員の中で共有され、遵守されるようにすること。

6. その他

計測管理については、工事の安全確保と道路利用者の工事に対する信頼の向上を目指し、BIM/CIM や DX の活用なども含め、従来に比べて効果的かつ効率的な計測、管理を計画するための新技術の導入・標準仕様の確立に中部地方整備局として取り組んで参ります。

更新履歴

更新日	更新内容
2024/3/7	<p>以下の修正を行った。</p> <p>P5 「セッティングビームは、セッティングビーム圧縮点架台による支持部の滑動について照査する。 セッティングビーム圧縮点架台は、橋桁の支持部の滑動について照査する。 ジャッキ受架台と仮受架台は、既設桁の支持部の滑動と架台全体の転倒について照査する。」</p> <p>↓ 「セッティングビームとセッティングビーム圧縮点架台の接触部の滑動について照査する。 セッティングビーム圧縮点架台と橋桁の接触部の滑動について照査する。 ジャッキ受架台と仮受架台は、既設桁との接触部の滑動と架台全体の転倒について照査する。」</p> <p>P8, P9 「スタッドボルト」 → 「スタッドジベル」 図-5の架台を青の点線で囲む</p> <p>P10 「管理値を決めて高さの管理」 → 「管理値を決めて高さを管理」</p>