

土木学会 鋼構造委員会 / 構造工学委員会

『安全で経済的な施工計画を行うための講習会』

鋼構造物の架設計画と施工に関する講習会 (その1)

【 質問と回答 】

平成 17 年 1 月 25 日に開催された標記の講習会で、受講者アンケート用紙に記載して提出された質問に対する回答を以下に示します。

なお、回答は講師が各自の考えに基づいて作成したものであり、全ての回答が一般的な判断基準として使用できることを保証するものではありません。

I 鋼橋の架設工法 (回答者 川本浩司)

Q1 (テキスト)P9 左下、エンドレスローラーによる送り出し架設について、下フランジ下面の接触面の塗装に傷は生じないでしょうか。(タッチアップ不要?)

A1 エンドレスローラーの表面には、桁をキズつけないための被覆がされています。実績を見ても、ほとんどタッチアップ塗装は発生していません。

Q2 Q&A にトラバークレーンの縦横断勾配は 5%以内が良いとあるが、この根拠は?

(台車のブレーキの関係ですか。水平ジャッキを使用すればこの限りではないのですか。)

A2 トラバークレーンは水平に据付けて作業するのが条件です。「軌道のこう配」は、動力車を使用する場合、労働安全衛生規則第二百二条に5%以下と規定されています。これ以上の場合は、クランプ機能付水平ジャッキ等で逸走防止が図れる設備を使用する必要があります。

Q3 送り出し架設にエンドレスローラーを使用する場合、主桁継手部はどのように回避するのですか。

A3 継手部の腹板直下の下フランジHTB間にライナープレートを挿入、その前後にテーパプレートを挿入して継手部を乗り越えます。下フランジが溶接継手の場合は、特別な処置はいりません。

Q4 斜角が厳しい場合の斜橋を架設する際、プレキャスト工法を採用される場合がありますが、プレキャストを行わなければならない判断基準に明確なものがあれば教えてください。又プレキャストを行わないとどうなりますか。

A4 桁の剛度や床版の影響も考慮して決定しますが、プレキャストをする・しないは、物件ごとの対応となり構造解析により決まることが多いようです。現場でのプレキャストは種々の工夫が必要となり、ベント設置に制約がある場合は施工が困難な場合もありますので、設計段階から十分に検討してください。

プレツイストを行わないで許容以上の変形を生じると、残留応力等の問題が生じます。

詳しくは、「鋼橋のQ&Aシリーズ 架設編」平成14年3月（社）日本橋梁建設協会のQ-09を参考にしてください。

Q5 クレーンのアウトリガー等の敷鉄板厚はどのようにして決められているのでしょうか。(通常 $t=22$)が多く使われているようですが.)

A5 板による変形計算等により求める方法もありますが、「移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル」平成12年版(社団法人 日本建設機械化協会)に必要な敷鉄板の目安が掲載されていますので参考して下さい。

II 本体構造物の架設時照査（回答者 西澤正博）

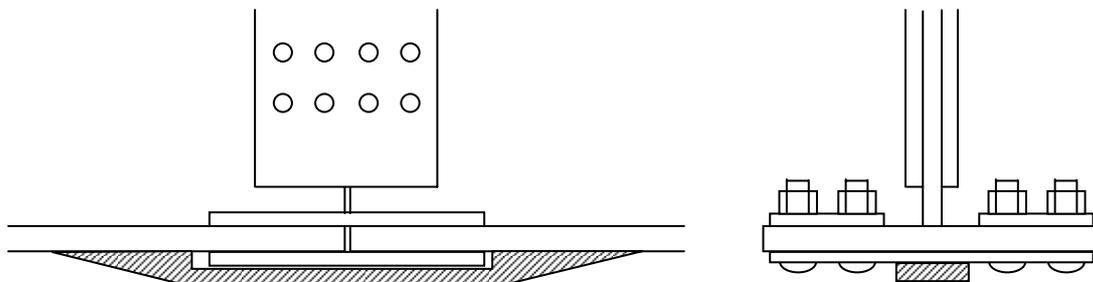
Q1 送り出し架設でエントレスローラーを使用するとき、

①主桁下フランジ添接(TCB)部の養生例、

②上記部の応力度等照査例

等を知りたい。

A1 例えば、鋸桁を送出す場合、ボルト間の腹板直下にテーパ加工された板(テーパライナー)を取付け、ローラーの乗り越えを容易にする工夫をします。そのテーパ加工された板には、高力ボルトの高さ以上の厚さを用意して、直接ボルトに当たらないようにします。



応力度照査については、鋼構造架設設計施工指針 [2001 年版] 土木学会「4.4.4 送り出し架設時の腹板」の照査を参考に行えばよいと思われます。なお、特にテーパ加工された板については支圧に耐えられれば応力度照査を省略しても構わないと考えます。

Q2 §2 の本体構造物の照査の中で、セーフティ・アセスメントとして技術的難易度を「橋建協」で算出しているようですが、実際にはこの評価を何に反映させているかを教えて欲しい。(事例があれば、事例を教えてください)

A2 橋建協として独自に算定しているものであり、自主的に難易度を定めております。難易度の高い工事については、十分に熟知した計画技術者を配置して計画業務を進める必要があります。この

指標は事故のない安全な工事を旨とする参考値です。

Q3 西澤講師の講義にて、想定を超えた自然条件にて不具合を生じることがあるとの内容がありましたが、想定を超える自然条件の一つに強風があると思います。中でも、ビル風など想定しにくいものもある中で、最近では異常気象などもあります。

今後、これらを原因とした不具合も発生する恐れもある中で(実際にいくつか事故も起きていますが)、風荷重に対して変わる可能性もあるのでしょうか。指針では明確には数字で定めてないようですが、何か、そのような想定を超えるものについての話題、議論等がありますか？

A3 橋建協では「足場工・防護工の施工計画の手引き(鋼橋架設工事用)、平成16年2月改訂版」を定め、足場設計・計画を実施し内容の水平展開を図っています。ビル風等についても風荷重の割増をするよう記述して配慮することになっています(同書P.52 参照下さい)。また、台風時の強風による作業床飛散事故例を契機に風洞試験の検証により、上向き風荷重を考慮する必要があることを「鋼構造架設設計施工指針・付属資料 P.241」に記述し、注意喚起を計っています。

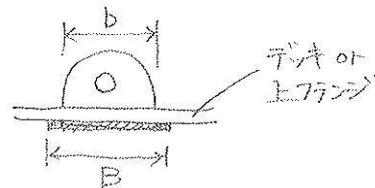
しかし架設する構造物、仮設構造物については、予期せぬ風や振動に対して常に安全な対策を施す必要があり、場合によっては複数の工夫も必要と考えます。

Q4 吊ピースの増し脚長について

吊ピースを設置する箇所の、桁本体側の増し脚長の範囲

B はどのくらいが適当でしょうか。

(吊ピース幅bでよいか、それともb+100mm 程度とした方がいいのでしょうか。)



A4 応力照査は吊りピース幅bとして実施し、耐力不足であれば所要耐力となるよう脚長増にて対応する。増し脚長の範囲については施工が桁本体側のため、増し脚長位置の不確かさ、デッキ又は上フランジ板厚部分の応力の広がりを考えて+100mm 程度の余裕を持った方が安全と考えます。

III 仮設構造物の照査 (回答者 小池照久)

Q1 「仮設構造物の照査」の中で、ベントに作用する水平力が大きいという話がありましたが、具体的にはどのような荷重による水平力でしょうか。

また、架設時にも地震力に対する照査を行う(P20 右中段の表)とのことですが、どのように地震力を評価するのでしょうか。主構造の耐震設計とは違う簡易的な照査方法があれば教えてください

A1 鋼構造架設設計施工指針[2001年版]:土木学会 のP14~ 4. 2荷重 を参照してください。

水平力には、照査水平荷重(H_0)・風荷重(W)・地震荷重(EQ)等があり荷重の組み合わせ、許容力の割増をして構造物の安全性を評価します。

地震力については、上記指針P151~ 仮設構造物の設計例を参照いただければ水平荷重、地震荷重の評価方法が理解できます。

Q2 §3の仮設構造物の照査の中で、ベント設備として3つ(角形、H形鋼、鋼管)挙げていますが、それぞれの長所・短所等がわかれば教えて欲しい。

A2 ベント設備は、架設各社にて独自に工夫し維持管理している手持機材です。

したがって、各社で判断して開発していますので一概に長短はいえません。

ベント設備を製作するにあたっての基本的考えは、以下の通りです

- ① ベントの構造は、製作が容易であること
- ② ベントの継手構造が、現場継手・対傾構の接合・取り合い等の施工が簡単であること
- ③ 運搬費が、安価となること

角形ベント:4本の山形鋼を組み合わせた構造で、1組当りの支持耐力は大きい。

ベント設備としての組立・解体が割高となる。

H形鋼ベント:H-300ビーム程度を柱断面として使用するが、強軸・弱軸によって支持力が大きく違うので組合せに配慮のこと。

鋼管ベント:1本当りの支持力は、小さいが組合せにより必要耐力とする

ベント設備としての組立・解体は、割安である。

Q3 地耐力の算出方法についての基準が曖昧だと思うのですが(P38の表?)

A3 地耐力の算出は、一般的には既往の資料:下部工施工時の標準貫入試験(ボーリング結果)により決定します。また平板載荷試験を実施し確認する場合があります。

P38の資料は、現場調査時や簡易な基礎工などの場合に参考資料として利用します。

Q4 仮設構造物の照査の中で、

①テキストP37 1-4-2 不均等荷重は鉛直荷重の20%とする。但し構造系によっては20%以上の不均等化中が発生する場合は・・・とあるが、どういった場合なのか教えて下さい。

②テキスト P38 1-6 ベント設備事例のところ、コンクリート基礎にH鋼を埋め込んで転倒防止としているが、これを行うことによってベント部の控え索は不要となるのでしょうか。(写真には、無かった様な気がするのですが・・・)

A4 ①鋼構造架設設計施工指針[2001年版]:土木学会 P20~ 4.2.11 不均等荷重(U)を参照ください。

通常は、不均等荷重として鉛直荷重の20%で照査しますが、送出し架設工法などの剛な構造物を多点支持した状態でこう上・こう下作業を行う場合(単動ジャッキ作業)においては不均等荷重を鉛直荷重の50%~100%増した荷重で照査します。

②ベント構造の架設設計において、照査水平荷重・風荷重・地震荷重を考慮し転倒の照査をし転倒の恐れがなければ不要です。ベント高さが低い場合はあまり問題になりませんが高くなるとベントに負反力が発生する場合がありますので対策が必要となります。

ベントの組立・解体時において安全対策として控え索を使用する場合があります。

IV 不具合事例（回答者 菅井 衛）

Q1 コンサル段階での施工計画はどの程度まで行えばよいのか、ご教示願いたい。

発注者からは、工事の積算が出来る程度のものでよいと言われるが、本日の講義内容を聞く限りでは、ある程度照査も含めた検討をしておかないと手戻りが生ずるように思われるのですが。

A1 トラックレール・ベント工法などで比較的簡便に施工可能なケースにおいても、

1. 使用するクレーンの搬入経路の確認、据え付け場所の確認及び現場内移動方法の確認
2. ベント設置場所の確認（特に急斜面位置で設置のケースなど）
3. 架設地点の状況、周囲の状況等を確認する。

等の架設地点の現地踏査を行った上で、参考架設計画図を作成する事が必要となります。

難易度の高い工事に於ける、架設工法の決定要因としては橋梁の形式／架設地点の状況／周囲の状況／架設機材／施工時期等々を踏まえて安全性／施工性／経済性を確認して決定される事になり、多様なケースが想定されますので『鋼構造架設設計施工指針』などを参考にされ工法を選定し、考慮すべき問題点・反映事項などを明確に提示すべきだと思います。

→ 架設計画図などに問題点を記載する事を提案します。

→ 業務受託範囲の問題も有りますが、橋体・下部工等に架設時に影響の及ぼす照査は、是非加えて頂きたいと思います。

→ 難易度の高い工事については、日本橋梁建設協会に御相談下さい。

Q2 河川上の橋梁の架設で、トラックレール・ベント工法 → 一括架設＋座屈防止トラス使用という事例がありましたが、その工費比はどんなものなのでしょうか。

A2 現地の状況その他により変化すると思いますが、概ね同程度の工費となります。

Q3 不具合報告事例に、送り出し→トラベラークレーンが多々ありましたが、トラベラークレーンを検討する際の検討項目を教えてください。又、架設を変更することで、主構に影響が出るのか、補剛材の追加程度で済むのか

A3 参考文献として、日本橋梁建設協会発行が有りますので参考にして下さい。

1) 工法別架設計算例題集 『トラベラークレーン工法』 (平成10年3月)

2) 鋼橋のQ&A架設編 (P39~P44) (平成14年3月)

・ 橋体に及ぼす影響は、トラベラークレーンの使用用途（架設工法）により変わります。

全体系では、1) 長スパンの跳ね出し使用の場合は当然架設系（トラベラ自重などを含めて）での要因が大きく影響します。

2) 一スパン程度での一括架設に使用する場合は比較的支点の近傍での作業

ケースが多く架設系で断面が決定される事は少ないです。
及びトラベラの移動時は自重が比較的軽量で有ることより補強するケースは少ないと考えられます。

細部では 1) 軌条設備の敷設に関する固定部
2) トラベラ各支点部 (浮き上がり対策を含めた)
等で固定治具、補剛材の補強、吊り金具の設置等が発生します。

参考に、前記の 2) 鋼橋のQ & A 架設編 (平成14年3月) のトラベラクレーン該当部を添付致します。

添付資料

1) 鋼橋のQ & A 架設編 (平成14年3月) → P39~P44を抜粋して添付

以上

添付資料- 1

Q-31

平成14年3月作成

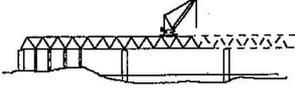
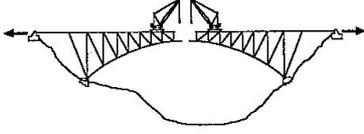
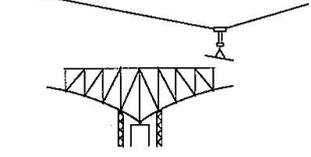
片持ち工法はどのようなケースで適用されるのか。また、その留意点は何か

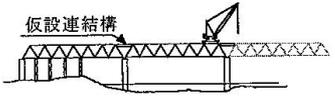
【キーワード】 片持ち工法

(1) どのようなケースか

- 1) 片持ち工法に有利な構造上の条件
 - a) 単位質量が小さい
 - b) 単材質量が小さい
 - c) 曲げ剛性・ねじり剛性が高い
 - d) アンカーが確保されている

2) 片持ち工法に適した橋種

連続トラス	<p>前記の条件に全て適合する。トラベラークレーンを搭載しての架設でも、1支間分の片持ちも可能な範囲といえる。</p>	 <p>図-1 トラベラークレーンによる架設</p>
連続箱桁	<p>適用例の多い橋種。トラスと違って条件を全て満足という訳ではないが、3(多)径間連続桁の中央径間の施工に採用されている。送出し工法と違って、変断面構造であることが支障とならないことも、適用の多い要因となっている。</p>	 <p>図-2 トラベラークレーンによる連続箱桁の架設</p>
上路アーチ	<p>スバンドレルブレスドタイプの上路アーチ橋ではアンカーとなるような側径間を持たないため、桁端部を直接基礎構造物に固定してアンカーとしており(図-3)、この方法は一般にタイバック工法といわれている。 この橋種は長支間なのでトラベラークレーンよりケーブルクレーンでの適用が多い。 片持ち長は1/2支間。</p>	 <p>図-3 トラベラークレーンによるタイバック片持ち工法</p>
連続アーチ	<p>アーチの中間支点から左右振り分けに、バランスをとりながら架設することから「balancing cantilever」と呼ばれる。 安定確保の面から偏載を嫌うのでケーブルクレーンによる適用が多い。</p>	 <p>図-4 ケーブルクレーンによるbalancing cantilever</p>

単純トラス	単純トラスであっても、多径間が連続している場合には、径間毎に仮設連結構を配置して施工可能である。	 <p>図-5 仮設連結構による架設</p>
-------	--	--

3) 立地条件

例外なく桁下からベント支持出来ない支間で適用されている。同様な条件下での工法として「送出し工法」「横取り工法」「一括架設工法」「ケーブルエレクション工法」などがあるが、施工条件・構造形式などから使い分けられている。

4) 鈹桁の事例は稀少

片持ち工法に有利な4つの構造条件の内、3条件をクリアすることが出来るが、箱桁と比べて適用事例は稀少である。理由は以下のとおり。

- ① 曲げ・ねじり剛性が不足する
- ② 片持ち基部の架設時断面力に対応出来ない
- ③ 鈹桁レベルの支間長なら、送出し工法での適用が有利になる
- ④ ケーブルクレーンによる施工なら、直吊工法がより安定している

5) 使用クレーン

トラベラークレーン	比	桁に負担がかかるが設備費は安い。
ケーブルクレーン	較	桁に負担はかからないが設備費が高い。
トラッククレーン	ベントは設置出来ないが、クレーンの進入は可能なケースでの適用。	
フローティングクレーン	稀な事例として水上部での施工実績はある。	

(2) 留意点は何か

- 1) 片持ち支持状態での発生断面力で設計断面が決まることがある。
- 2) 閉合架設となるケースでは、変形の残留・応力調整処理が可能かを確認する。
- 3) 片持ち状態が長期間に及ぶケースでは、風荷重や地震荷重など面外方向の作用力に対しても入念な検討や対策が必要である。

【参考文献】 日本橋梁建設協会：わかりやすい鋼橋の架設 1997.3

基本計画時で、トラベークレーン自重はどの程度とすればよいか

【キーワード】 トラベークレーン

各社保有のトラベークレーン自重を参考として掲載する。ただし、トラベークレーンを水平に据付けた場合の数値なので、縦横断勾配による高さ調整架台の概略質量を以下のように算出して加える。

調整架台の質量 $W = 0.7 \times \Sigma h$ (t)
 h : 調整架台の高さ (m)

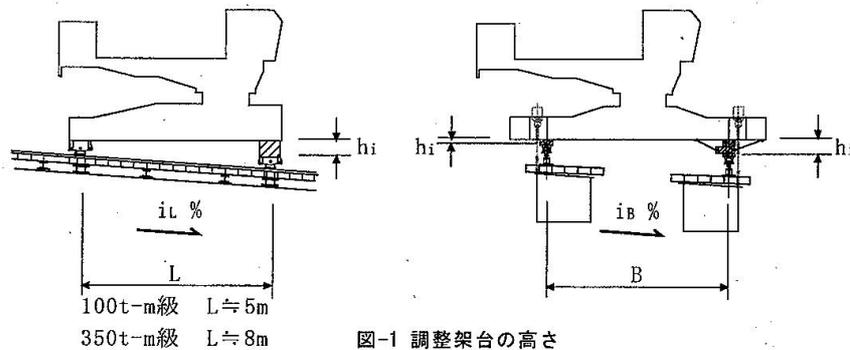


図-1 調整架台の高さ

【参考】

表-1 各社保有のトラベークレーン 日本架設協会「架設機材調査H.12」より

番号	会社	呼び能力	定格 t × m	質量 t
1	H社	100	10 × 10	27.8
2	G社	100	8 × 13	21
3	J社	100	8 × 13	21
4	K社	100	8 × 13	21
5	L社	100	8 × 13	21
6	M社	100	8.8 × 13	33.7
7	E社	-	12 × 14	35
8	D社	200	20 × 12	41.3
9	L社	350	25 × 13	38
10	M社	350	20 × 17.5	39
11	E社	-	20 × 17.5	43.1
12	J社	350	20 × 17.5	46
13	K社	350	20 × 17.5	47
14	F社	350	20.6 × 17.5	38
15	M社	450	26.5 × 17	51
16	C社	450	26.5 × 17	52
17	K社	450	26.5 × 17	52
18	L社	650	43 × 15	58
19	M社	650	43 × 15	59.3
20	B社	650	43 × 15	65
21	J社	650	43 × 15	65
22	G社	650	36 × 18	55
23	K社	650	43 × 15.1	59
24	M社	700	43 × 15.5	64
25	M社	800	45 × 16	73

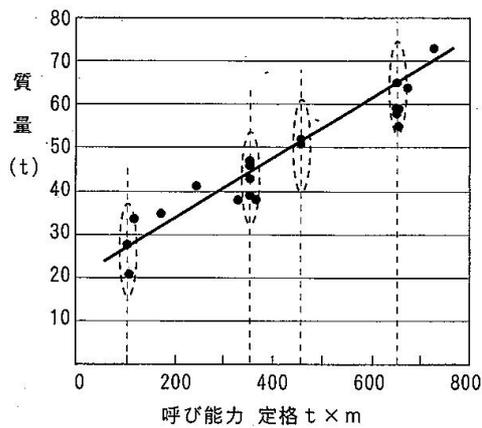


図-2 呼び能力とクレーン質量

トラバークレーンか橋上クレーンかはどのように決めるのか

【キーワード】 橋上クレーン トラバークレーン

着目すべき選択要因を下表に示す。

表-1 トラバークレーンと橋上クレーンの比較

項目	トラバークレーン	橋上クレーン	
		クレーン	トラッククレーン
クレーン質量 10t×10mで	軽い ≒25t	重い ≒50t	やや重い ≒40t
橋上設備 鋼床版の場合	軌条設備	覆工設備	
		養生	自走
橋体への影響 ベント作用力	小	大	中
現地への進入退出	搬送	搬送	自走
組立て解体	有	有	無 (大型は有)
浮上り防止	橋体をアンカーとする。 金具の先行取付け。	不要 クレーン本体のカウンター	
縦横断勾配	架台で調整	2%超は 斜構台で調整	アウトリガー で調整
架設位置までの 鋼桁部材の移動	運搬台車設備	トレーラーまたはトラック	
重機・機材の調達	専用機で組立て検査が必用	汎用機でどこでも入手出来る	

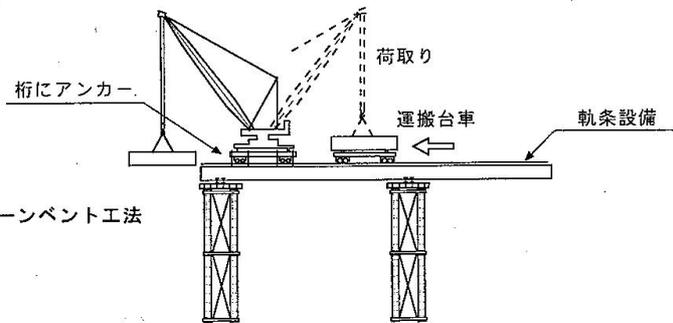


図-1 トラバークレーンベント工法

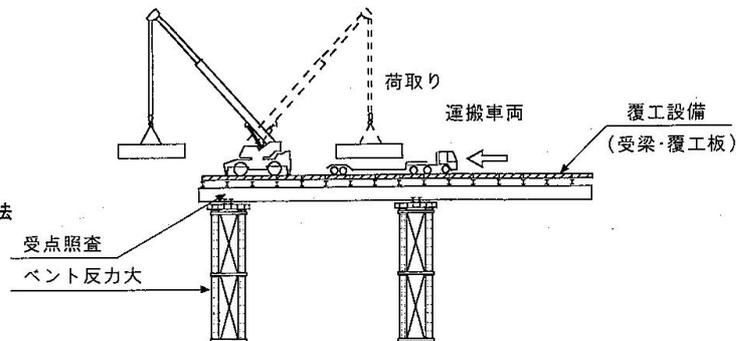


図-2 橋上クレーン工法

トラベラークレーンでのバイプロハンマを使用した杭基礎打設は可能か

【キーワード】 トラベラークレーン 杭基礎

技術的に可能であっても、基本的には使用をまず避けるべきであろう。

【解説】

バイプロハンマ工法の杭打ち込み及び引き抜きに使用するクレーンは、杭施工時の振動・衝撃等に耐えうる機種が選定されており、おおむね杭施工専用または使用条件を限定しているクレーンが大半である。

バイプロハンマを使用した杭基礎打設には、杭施工時の振動・衝撃等に耐えうる専用機を選定することが必要であるが、トラベラークレーンの設計条件には、この「杭施工時の振動・衝撃等」が定格荷重のなかに考慮されていないため、基本的にはトラベラークレーンでの杭基礎打設は避けるべきである。

しかしながら、工法の制約上トラベラークレーンによる杭基礎の施工が避けられないケースでは以下の項目について対処し、安全性を確認した上で実施すべきであろう。

- (1) 想定される衝撃・振動を荷重として考慮し、定格荷重から差し引いて施工を検討する。
- (2) 打ち込みに比べ引き抜きの衝撃・振動が大きいことから、撤去は地上に出ている部分のみを対象とし、地中部分は残置できるよう検討する。(引き抜きは行わない)
- (3) 振動・衝撃による機械部分への影響を点検するため、専用の点検・整備項目表を作成し、定時点検を行う。
- (4) 杭基礎の形式を、バイプロハンマ工法から無振動で施工する形式・工法に変更できないか検討する。なお、この際も撤去は地上に出ている部分のみを対象とし、地中部分は残置できるよう検討する。

トラバークレーン架設で縦横断勾配の限界はあるのか

【キーワード】 トラバークレーン 縦横断勾配

(1) トラバークレーンの作業時

トラバークレーン本体が、安定した状態で水平に据付けられることが条件なので、通常の道路橋の範囲内であれば上限値は特にはない。

(2) トラバークレーンの移動時

移動の場合は、縦断勾配のみが対象になる。勾配が大きくなるにつれて、自走台車の走行性能・ブレーキ性能は大幅に低下するので、自走台車の軌条勾配は5%以下とするように法律で定められている(労働安全衛生規則第202条)。

それ以上の勾配では、水平ジャッキ等によって移動することになるが、設備の問題であって特に上限値はない。

移動時にクレーン本体が許容出来る勾配は、個々のクレーンの設計条件で決まっている。縦横断勾配の大きな橋梁での移動時は、本体の水平度のチェックも必要である。

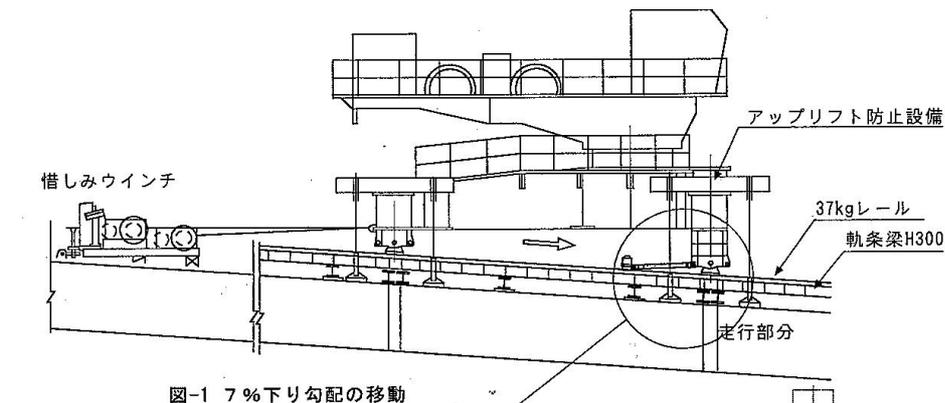


図-1 7%下り勾配の移動

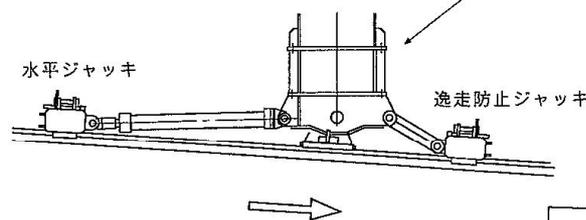


図-2 移動装置

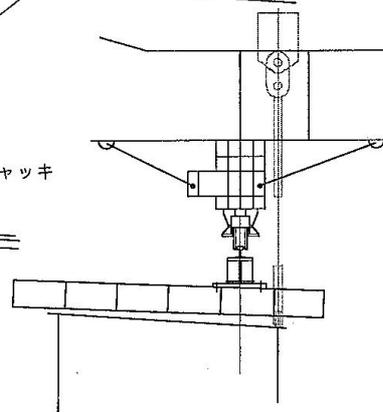


図-3 高さ調整架台とレール部分