

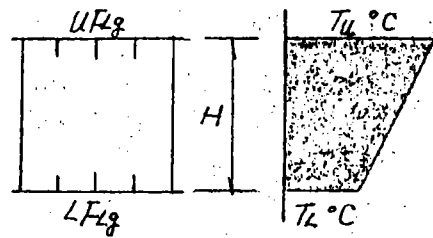
參考資料

箱桁の温度差によるキャンバーの変化について

昭和 年 月

箱桁の上フランと下フランジに温度差がある場合の
温度差による撓み

1. 温度差は左図の如く直線に変化して
いるものと仮定する。



2. 計算式は結城先生の橋梁力学 P49 参照

$$\delta_m = \int \bar{M} E \frac{\Delta T}{H} ds$$

$$\delta_c = \int_0^{\frac{L}{2}} X E \frac{\Delta T}{H} dx = \left[\frac{X^2}{2} E \frac{\Delta T}{H} \right]_0^{\frac{L}{2}} = \frac{L^2}{8} E \frac{\Delta T}{H}$$

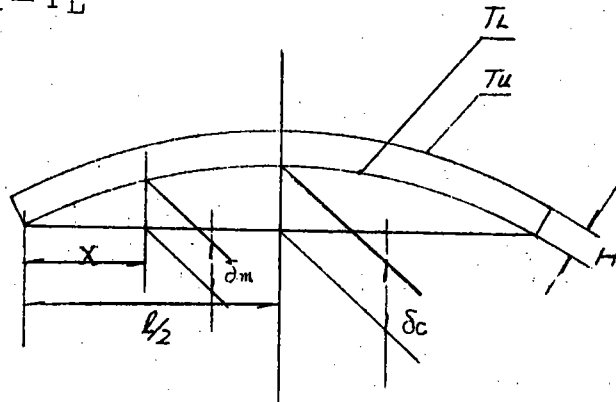
L : span

E : 12×10^{-6} 線膨長係数

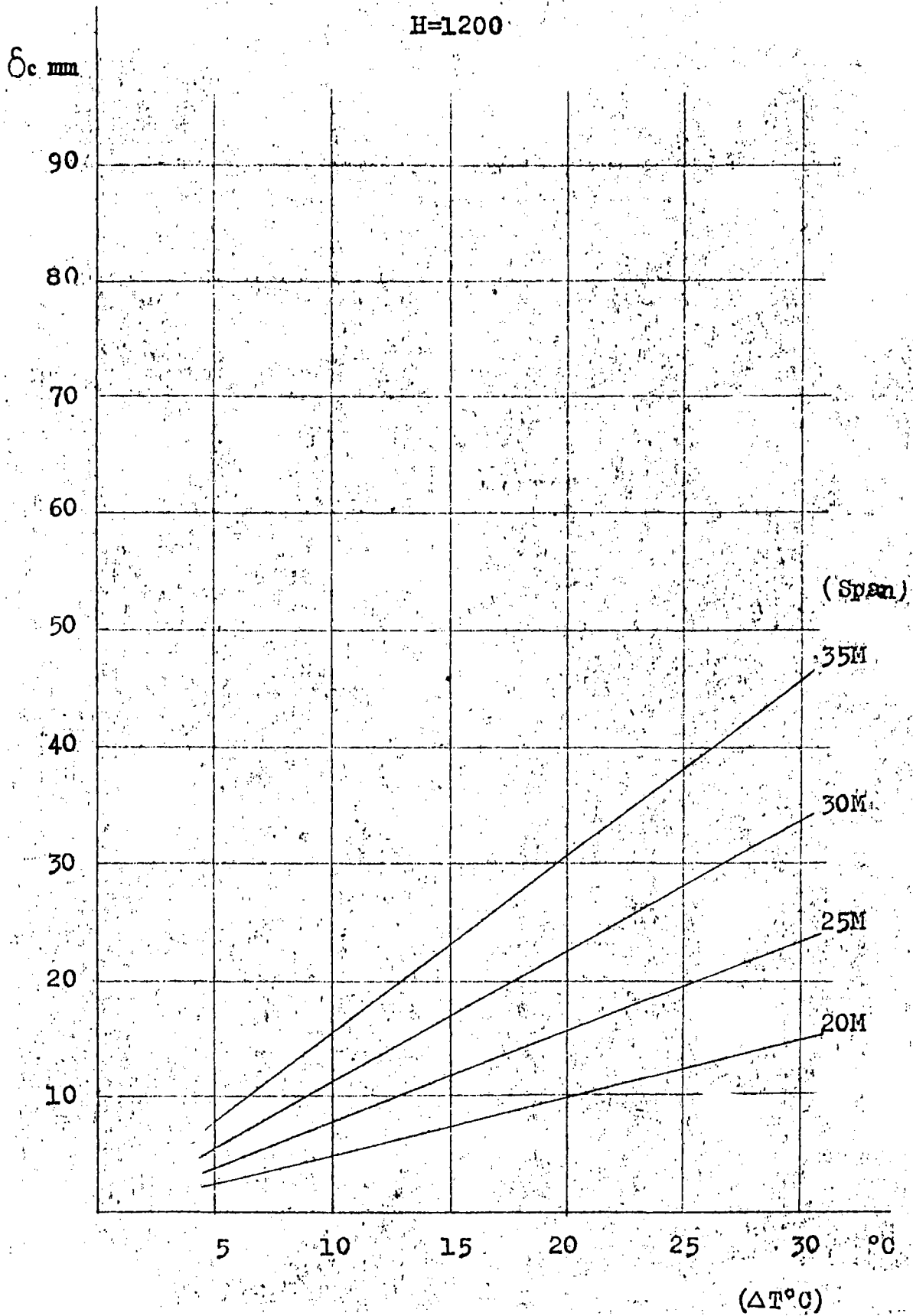
H : ウェブ高さ

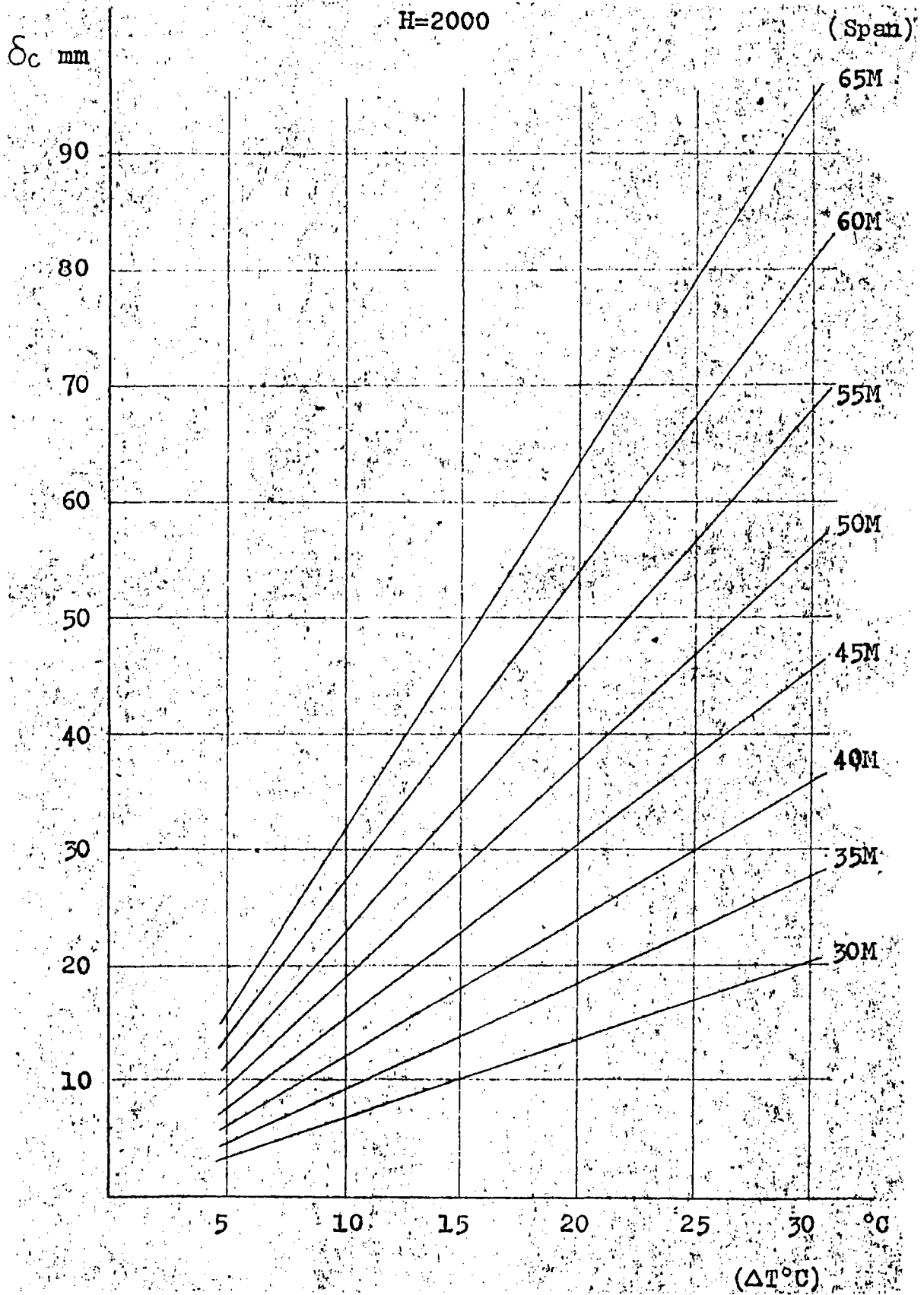
δ_c : Span 中心の撓み

ΔT : $T_u - T_l$

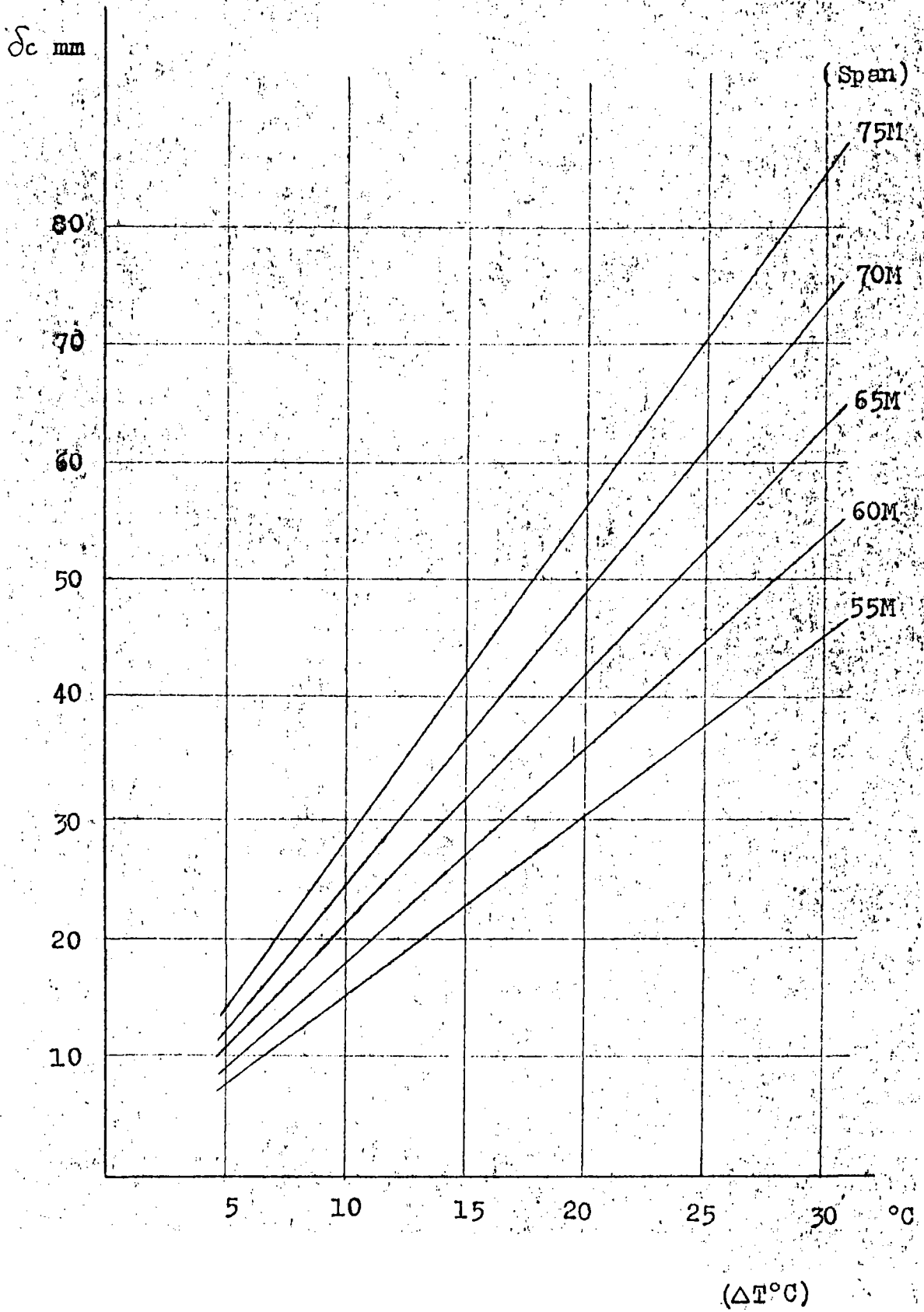


3. 次頁以下の表は 2 点支持の場合に適用出来る。





H=3000



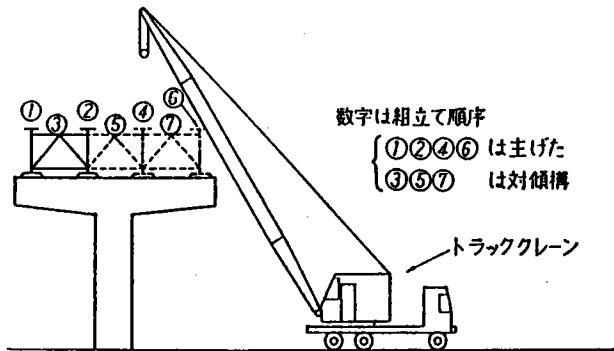
鋼橋架設資料 (S63. 長大橋技術研究会) 抜粋

8-2 架設工法

1. 自走クレーン車による工法

部材を予め地上組立てして架設する工法であり、小径間のI桁等に用いられるもので、主桁を全長にわたり地上組立てし、吊上げ、支承上に据え付ける工法で、

- (イ) 対傾構、横構を主桁間に取り付け、連結し、箱状にしたもの。
- (ロ) 1枚ずつの主桁を架設しては、それらに対傾構、横構で連結する場合の2つの方法がある。



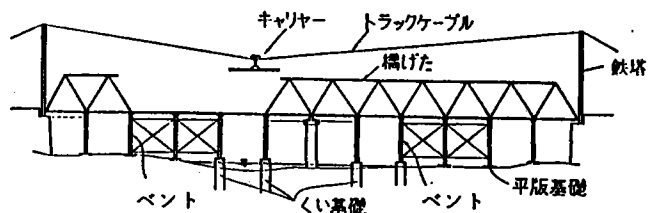
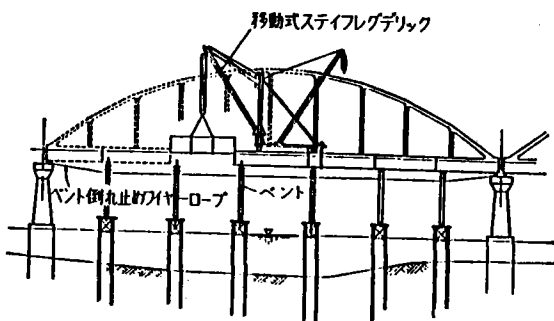
自走クレーンによるIげたの架設 (立面図)

2. ベント式による工法

この工法には、次の架設工法がある。

- a) 自走クレーン車 b) ケーブルクレーン c) デリッククレーン
- d) トラベラークレーン e) 門型クレーン

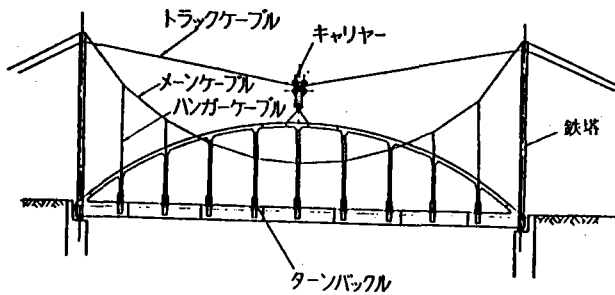
架設中の部材を、桁橋では主桁現場継手附近で、トラス橋では格点附近にベントで受け、部材に架設応力を発生させないで組立てる工法である。



3. ケーブル式工法

架設中の部材をケーブル・鉄塔等で構成した支持設備で吊って支えながら架設を進める工法で、直吊り式工法、斜吊り式工法がある。

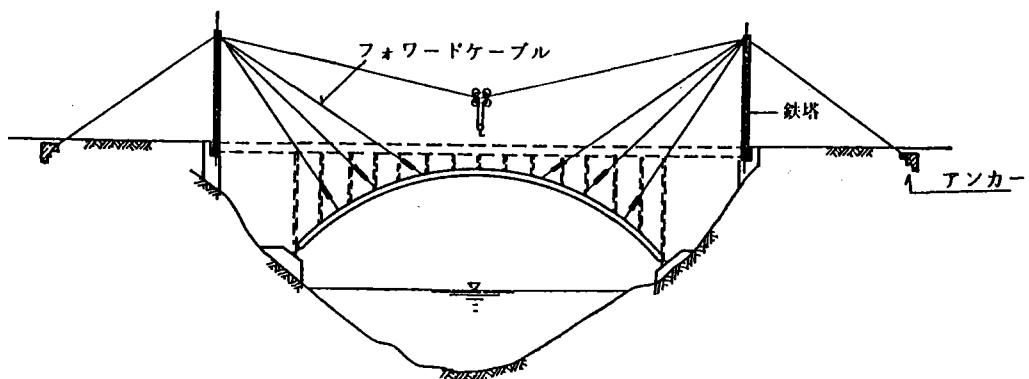
1) 直吊り式工法



橋桁の両側に建てた鉄塔間にメインケーブルを張り、それにハンガーを吊り下げ、ハンガーで直接或いはハンガー下端にとりつけた支持ばりによって、橋桁部材を支持しながら組立てる方法である。

この工法はプレートガーダー、箱桁、トラス、アーチの架設に用うることが出来る。

2) 斜吊り工法



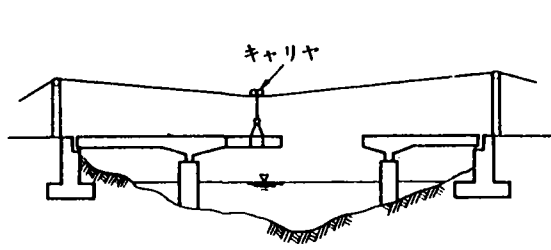
橋桁両側に建てた鉄塔頂部より、直接部材を斜めに吊る工法で、部材には吊り金具を介してケーブルを取り付ける。

ケーブルを斜めに張るため、架設応力が生じるので、注意する必要がある。この工法は、アーチ型式の架設に適当である。

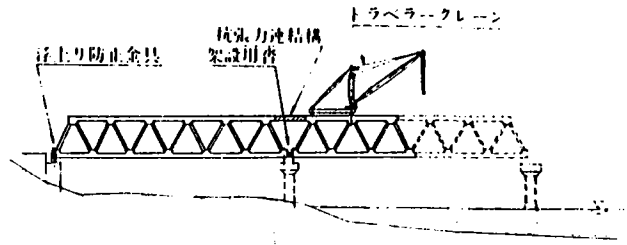
4. 片持式工法 (キャンチレバー工法)

この工法は、既設けた等をアンカースパンとして、片持式に部材を張り出しながら組立ててゆくものであり、この工法は、架設応力が生じるので、注意する必要がある。

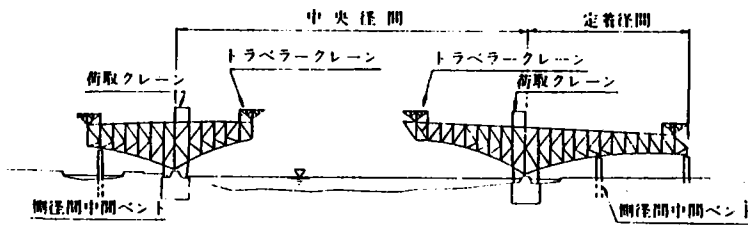
又、1支点の左右両側に架設荷重をバランスさせながら張り出して行く釣合片持式工法 (ヤジロベー工法) もある。



ケーブルクレーンによる片持式工法



単純トラスの片持ち式架設



釣合片持式工法 (ヤシローバー工法)

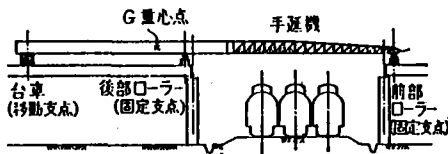
5. 引き出し工法

橋桁を架設する径間に隣接する取付道路、橋梁、既に架設した部分、或いは特に仮設した栈橋などの上で組み立てたのち、橋軸線に沿って前方に引き出し架設する方法である。

架設に用いる機材によって、手延式、移動ベント式、ポンツーン式などと呼ばれている。

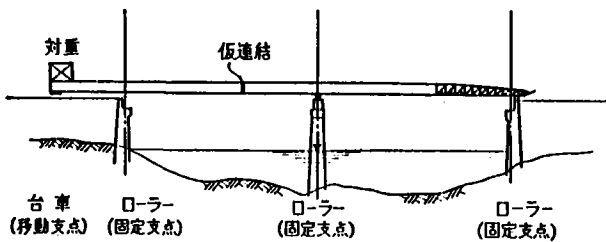
又、単純桁などを連続的に架け渡す方式は重連式と呼ばれている。

1) 手延式



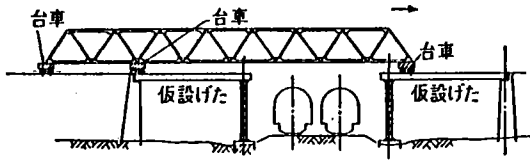
橋桁の先端に手延機をとりつけ、ウインチローラー及び台車または油圧の送出し装置などで引き出して、架設する工法である。

2) 重連式



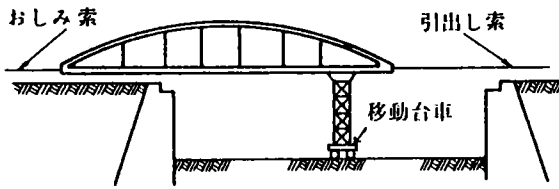
橋桁を数連結して引き出す工法であり、必要に応じて橋桁先端に手延機を取付ける。

3) 台車式

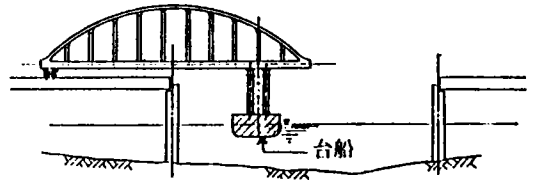


架設径間の一部にベントおよび仮設桁（又は仮設トラス）を設け、この上に台車を走行させて橋桁を引き出して架設する工法である。

4) 移動ベント工法

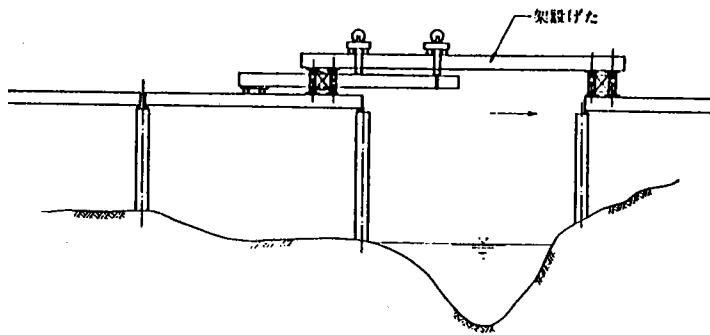


移動ベント工法



ポンツーン式引出し架設

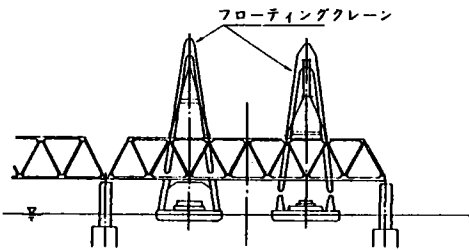
6. 架設桁（架設トラス）式工法



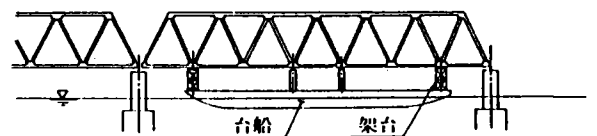
あらかじめ架設桁を架け渡し、この上に橋桁を組み立てたり、架設桁に吊り下げて橋桁を組み立てたりする場合と、架設桁上を軌道として組み立て終った橋桁を引き出す場合がある。

7. 大ブロック工法

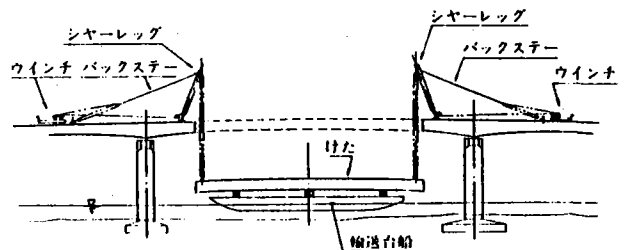
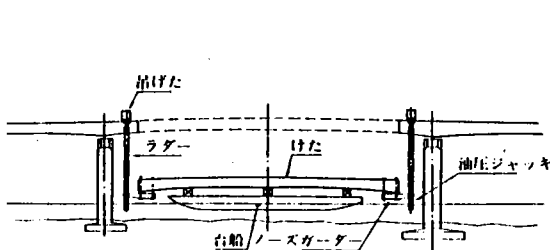
1) フローティングクレーンによる方法



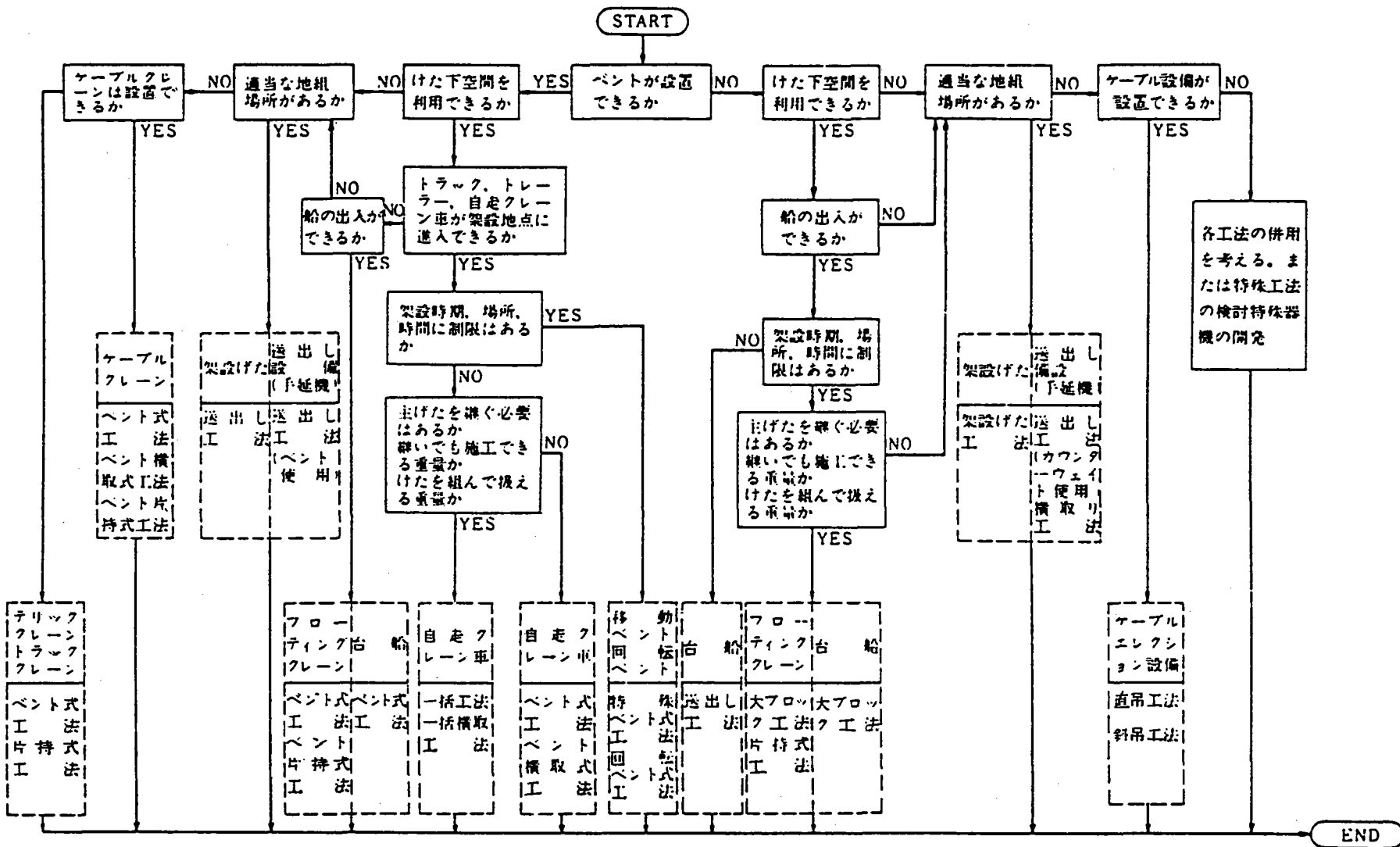
2) 台船による方法



3) 巻上げ機による方法



8-3 工法選定のためのフローチャート



2.1.3 架設工法の選定

架設工法を選定するときは、表2-2に示す要因を総合的に判断する必要がある。これをフローチャートで示すと図2-14の通りとなる。

表2-2 架設工法を定める要因

架設地点、関連する付近に関する要因	<ul style="list-style-type: none"> ・架設地点の地形、地盤、土地利用などの地理的要因 ・架設期間制約、時間制限、利用空間制限その他管理者の条件 ・環境上の問題 ・部材運搬との関連
架設される鋼橋の要因	<ul style="list-style-type: none"> ・構造形式、構造規模 ・設計断面、設計上の制約
架設機材の要因	<ul style="list-style-type: none"> ・架設機材の能力、手配・使用の可能性
一般的要因	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性 ・経済性

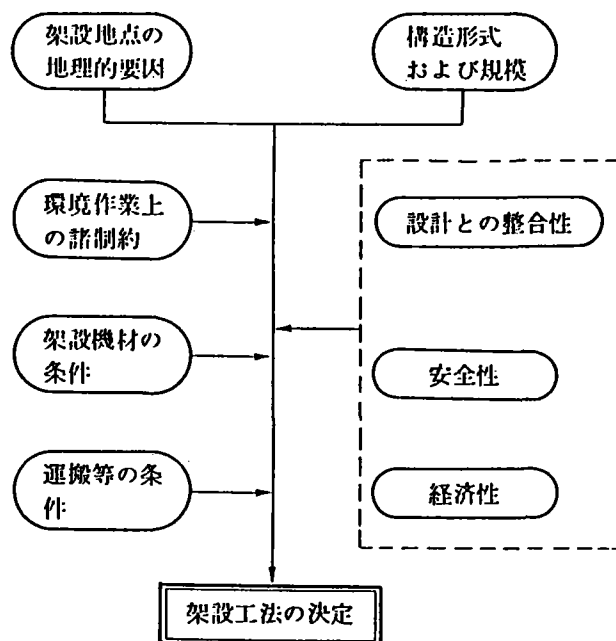
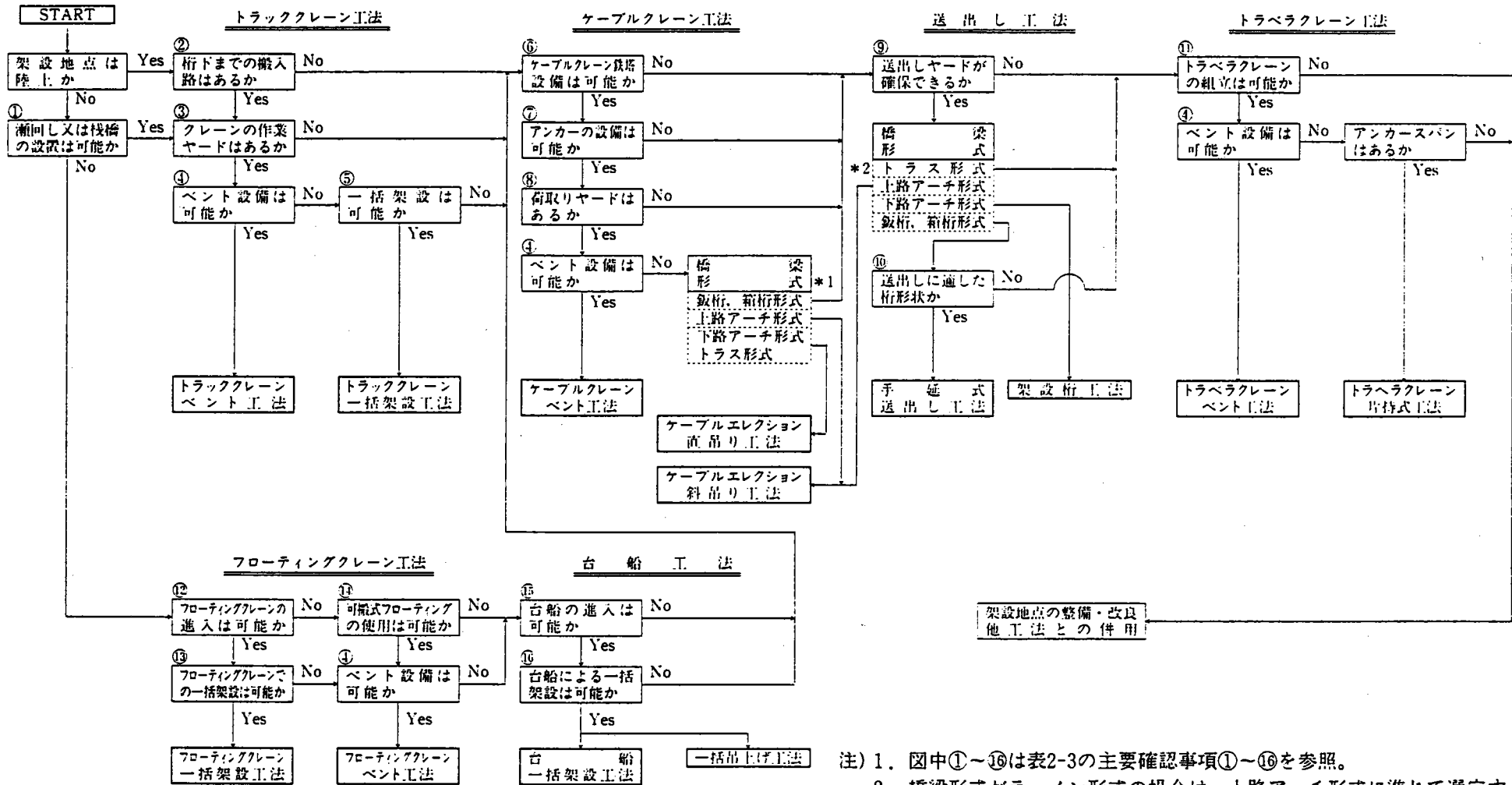


図2-14 架設工法選定の流れ

- (1) 架設工法を定める最大の要因は、架設地点の要因(地理的要因と架設地点の諸制約)であり表2-4と表2-5から架設条件に適合した架設工法の選定についてフローチャート形式に書き換えたものを図2-15に示す。工法を選定して行くに当っては表2-3に示した主要確認事項を参照すること。
- (2) 鋼橋の構造形式から表2-5により適合する架設工法を選定できる。
- (3) (1)、(2)を組み合わせ、さらに、架設機材の使用性、環境との調和その他の制約、運搬との関連等を合わせ検討する。
- (4) 採用すべき架設工法の候補について、安全上の問題の有無、設計との整合性、経済性について検討し、最終的に架設工法を決定する。



- 注) 1. 図中①～⑬は表2-3の主要確認事項①～⑬を参照。
2. 橋梁形式がラーメン形式の場合は、上路アーチ形式に準じて選定する。
3. *1: 鉸桁, 箱桁形式の場合は、ケーブルエレクション工法選定前に、送出し工法の可否を検討し、不可となった場合においてケーブルエレクション直吊り工法を選定する。
- *2: 上路アーチ形式の場合は、地理的条件の整備・改良を行うことを前提にして、ケーブルエレクション斜吊り工法を選定する。
4. 図中各工法について、横取り工法との併用が有利か検討する。

図 2-15 架設地点の利用条件から選ばれうる標準的架設工法

表 2 - 3 フローチャートの主要確認事項

<p>① 棧橋</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 棧橋規模の適否 2. 設置場所の水深の適否 3. 水面利用に関する関係機関の協議 4. 杭基礎地盤の適否 	<p>⑧ 荷取ヤード</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ヤードまでの搬入路の有無 2. 桁下内の荷取スペースの有無(橋台背面部のヤード困難時)
<p>② 搬入路</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 重車輛通行の適否 2. 幅員、線形、勾配(10%以下)の適否(改良の可否) 3. 橋梁、トンネル、架空線等、支障物の有無 4. 下部工用工事道路利用の可否 5. 改良(新設)費用の適性範囲 	<p>⑨ 送出しヤード</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 直線で必要な作業スペース確保の可否 2. 部材搬入路の有無 3. 桁組立用クレーンの据付および作業の可否 4. 縦断勾配の確認(5%程度まで) 5. 隣接径間のヤード利用およびクレーンの据付、作業の可否 6. 既設桁上面利用時の既設桁強度の照査
<p>③ 作業ヤード</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 架設区間へのクレーン接近および据付の可否(既設桁上面使用含む) 2. クレーン組立ヤードの有無 3. クレーン反力地耐力の適否 4. 瀬回し、棧橋の可否および異常出水の有無 5. 供用街路通行規制の可否 6. 整地、造成、改良の有無および撤去、移設の可否 7. 埋設物等、支障物の有無および撤去、移設の可否 	<p>⑩ 桁形状</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 桁は直線(原則として) 2. 縦断勾配の適否(送出し時5%以内) 3. 桁高が一定(原則として)
<p>④ ベント設備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平坦性および地耐力の適否 2. コンクリートまたは杭基礎施工の可否 3. 河川、海上部の杭基礎施工の可否(地形、地質、管理者協議) 4. 埋設物、水路等、支障物の有無および撤去、移設の可否 5. ベント設備重量の適性範囲 	<p>⑪ トラベラクレーンの組立</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 組立ヤード(既設桁上面、取付道路、隣接径間部等)の有無 2. 組立用クレーンの据付および作業の可否 3. トラベラクレーン荷重による橋体強度の確認
<p>⑤ トラッククレーンによる一括架設</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 橋体組立ヤードの有無 2. 供用街路通行規制の可否 3. 部材の座屈等の照査、確認 4. クレーン能力(調達)の可否 5. 据付場所確保の可否 	<p>⑫ フローティングクレーンの進入</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 進入経路水深の適否 2. 進入経路および既設橋桁下空間の上空障害の有無 3. 水面利用に関する関係機関の協議
<p>⑥ ケーブルクレーン鉄塔設備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 鉄塔設置スペースの有無および荷取スペース確保の可否 2. 鉄塔基部の地耐力または構造物強度の適否 3. トラッククレーン等作業車輛の接近、据付の可否 4. 架空線、鉄道、空域制限等、支障物の有無 	<p>⑬ フローティングクレーンによる一括架設</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 架設地点水深の適否(又は浚渫の可否) 2. 架設地点上空障害の有無 3. 航路閉鎖の可否 4. クレーン能力(調達、基地)の可否 5. 水面利用に関する関係機関の協議 6. 吊上げに対する橋体強度、吊点部補強の確認 7. 橋体組立ヤードおよび浜出し設備の有無(岸壁、揚重設備等)
<p>⑦ アンカー設備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 周辺街路、家屋等への支障の有無(控索等) 2. コンクリートアンカー設置に対する地形、地質の適否 3. アース、ロックアンカー設置に対する地形、地質の適否 4. 作業機械接近の可否 5. 地下水位の有無および高さの確認 	<p>⑭ 可搬式フローティングクレーン</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 組立、解体ヤードの有無 2. 水深の適否(2 m 以上) 3. 流速、潮流の適否(2ノット程度) 4. 水面利用に関する関係機関の協議
	<p>⑮ 台船の進入</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 進入経路水深の適否 2. 進入経路および既設橋桁下空間の上空障害の有無 3. 水面利用に関する関係機関の協議
	<p>⑯ 台船による一括架設</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水面から桁下端までの高さの適否(7 m 程度) 2. 流速、潮流の適否(2ノット程度) 3. 水面利用に関する関係機関の協議

表 2 - 4 ① 架設地点の要因と架設工法の適用性

適用可能橋梁形式欄の凡例【◎：頻繁に適用される橋梁形式、○：時々適用される橋梁形式】

架 設 工 法	適用可能橋梁形式	地 形 条 件 等	備 考
1 トラッククレーン ベント工法	◎単純桁(鉄：箱桁) ◎連続桁(鉄：箱桁) ◎曲線桁 ○単純トラス ○連続トラス ○ラーメン橋 ○鋼橋脚	1) 陸上部で、ベントおよび桁の架設地点までトラッククレーンが進入できること 2) 流水部でも瀬回しまたは栈橋等によりベントの設置が可能でトラッククレーンが進入できること 3) 供用中の道路を作業帯とする場合、交通規制により自走クレーン車が進入できること 4) ベントの設置およびトラッククレーンの据付に必要な地耐力が確保できること	
2 トラッククレーン 一括架設工法	◎単純桁(鉄：箱桁) ◎鋼橋脚	1) トラッククレーンの進入は可能であるが、ベントの設置が不可能な場合 2) 桁架設地点付近に橋体組立ヤードが確保できること 3) 吊り荷重に見合ったトラッククレーンが調達できること 4) トラッククレーンの据付に必要な地耐力が確保できること	架設時の橋体強度確認
3 ケーブルクレーン ベント工法	○単純桁(鉄：箱桁) ○連続桁(鉄：箱桁) ○曲線桁 ○単純トラス ○下路アーチ ○下路ローゼ ○下路ランガー ○斜張橋	1) ベントの設置は可能であるが、トラッククレーンの進入が不可能な場合 2) ケーブルクレーン設備の設置が可能なこと ①鉄塔・アンカー設備および荷取ヤードの設置が可能なこと ②桁下に鉄道および架空線等がない場合 3) 鉄塔支間が 250 m 程度以下の場合	
4 ケーブルエレクション 直吊り工法	◎単純トラス ◎下路アーチ ◎下路ローゼ ◎下路ランガー ◎上路ランガー	1) ベントの設置並びにトラッククレーンの進入が不可能な場合 2) ケーブルエレクション設備の設置が可能なこと ①鉄塔・アンカー設備および荷取ヤードの設置が可能なこと ②桁下に鉄道および架空線等がない場合 3) 鉄塔支間が 150 m 程度以下の場合	
5 ケーブルエレクション 斜吊り工法	◎上路アーチ ◎上路ローゼ ◎上路ランガー ◎ π ラーメン橋	1) ベントの設置並びにトラッククレーンの進入が不可能な場合 2) ケーブルエレクション設備の設置が可能なこと ①鉄塔・アンカー設備および荷取ヤードの設置が可能なこと ②桁下に鉄道および架空線等がない場合 3) 鉄塔支間が 200 m 程度以下の場合	架設時の橋体強度確認

表 2 - 4 ② 架設地点の要因と架設工法の適用性

架 設 工 法		適用可能橋梁形式	地 形 条 件 等	備 考
6	送 出 し 工 法	等断面の鉸桁：箱桁 ゆるやかな曲線桁 (R=500m程度以上)	1) 桁下空間に次の制約条件がある場合 ①鉄道線路がある ②通行規制をし難い主要道路がある ③ペントが設置できない河川、山間峡谷部である ④トラッククレーンが進入できずケーブルエレクション設備の設置が不可能な場合 2) 送出しヤードが確保できること 3) 縦断勾配が5%程度以下であること	架設時の橋体強度確認
7	架 設 桁 工 法	◎曲線桁(鉸：箱桁) 変断面の鉸桁：箱桁 ○下路アーチ ○下路ローゼ ○下路ランガー ○下路トラス	1) 桁下空間に次の制約条件がある場合 ①鉄道線路がある ②通行規制をし難い主要道路がある ③ペントが設置できない河川、山間峡谷部である ④トラッククレーンが進入できずケーブルエレクション設備の設置が不可能な場合 2) 送出しヤードが確保できること	
8	トラベラクレーン工法	◎連続トラス ◎斜張橋 ○連続桁(鉸：箱桁) 曲線、縦断、変断面 等で送出しができない桁形状	1) 桁下にトラッククレーンが進入できずケーブルエレクション設備の設置ならびに送出しヤードの確保が、ともに不可能な場合	架設時の橋体強度確認
9	フローティングクレーン 一括架設工法	○単純桁(鉸：箱桁) ○連続桁(鉸：箱桁) ○単純トラス ○連続トラス ○鋼橋脚	1) 桁の架設地点までフローティングクレーン(以下FC)が進入できること 2) 流速、潮流が2ノット程度以下であること 3) 吊り荷重に見合ったFCが調達できること 4) 架設工期が制約される場合 5) 橋体を搬出できる岸壁や、揚重設備を確保できること	架設時の橋体強度確認
10	フローティングクレーン ペント工法	◎斜張橋 ○連続桁(鉸：箱桁) ○曲線桁 ○単純トラス ○連続トラス	1) FCまたは可搬式FCの使用が可能で、かつペント設備の設置が可能 な場合 2) 流速、潮流が2ノット程度以下であること	
11	台船一括架設工法	○単純桁(鉸：箱桁) ○連続桁(鉸：箱桁) ○単純トラス ○上路アーチ ○上路ローゼ ○上路ランガー	1) 桁の架設地点まで台船が進入できること 2) 流速、潮流が2ノット程度以下であること 3) 桁下から水面までの高さが7m程度以下であること	架設時の橋体強度確認

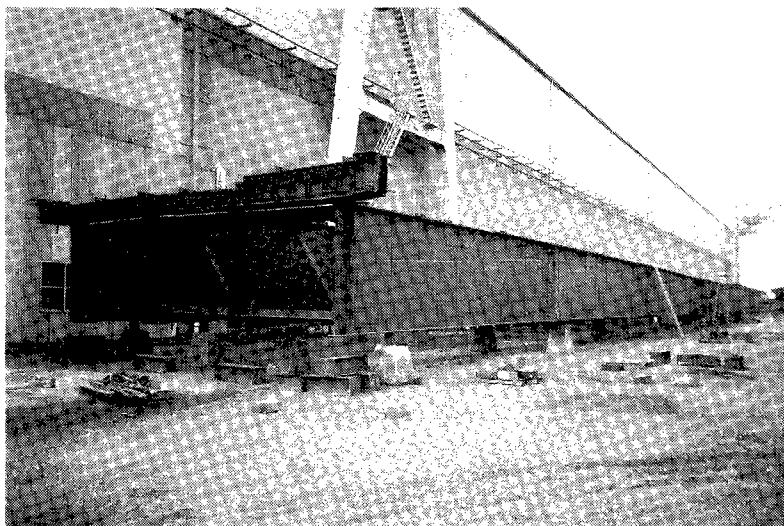
表 2 - 5 鋼橋の構造形式と架設工法の適用性

架設工法 構造形式	ベント工法					ケーブルエレクション		架設桁(トラス)工法	送工 手延機	出 台船・移動ベント	し 架設桁(トラス)	片持式工法				一括架設工法			備 考	
	トラッククレーン	ケーブルクレーン	トラベラクレーン	門型クレーン	フロートインククレーン	直吊り	斜吊り					トラッククレーン	ケーブルクレーン	トラベラクレーン	フロートインククレーン	トラッククレーン	フロートインククレーン	台船		巻上機
単純桁(鉄・箱桁)	◎	○	△	○		△		○	◎	○					◎	○	○			
連続桁(鉄・箱桁)	◎	○	○	○	○	△		○	◎		○	○	○	○	△	○	○	△		
曲線桁	◎	○	○		○			◎			○	○			△					
単純トラス	○	○	○		○	◎										○	○			
連続トラス	○	△	◎		○	△						○	○	◎	○			△		
下路アーチ	△	○				◎	△			○							○			
〃ローゼ	△	○				◎	△			○							○			
〃ランガー	△	○				◎				○	○						○			
上路アーチ							◎													
〃ローゼ							◎													
〃ランガー						◎	◎											斜吊りは総鋼重を吊る		
ラーメン橋	○	△					◎													
斜張橋	△	○	○		◎							○	○	◎	○					
鋼橋脚	○														◎	○				

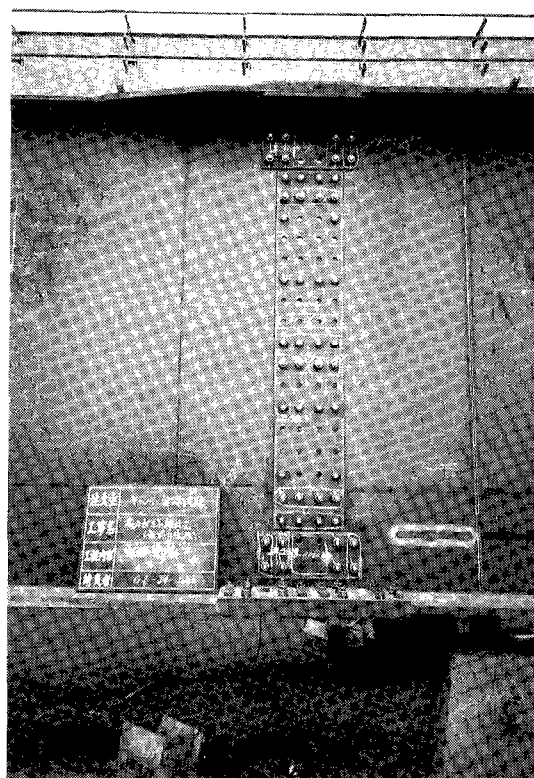
注) ◎：頻りに用いられる工法
 ○：時々用いられる工法
 △：採用が検討できる工法

① 仮組立時(多点支持)

全 景

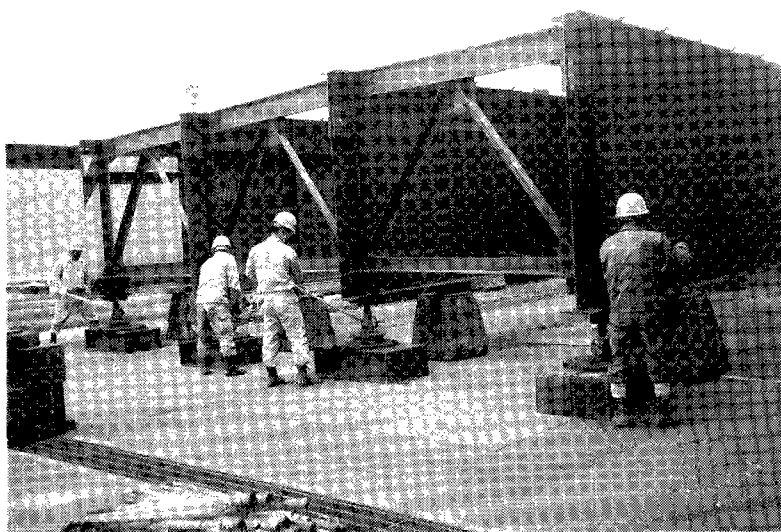


高力ボルト締付

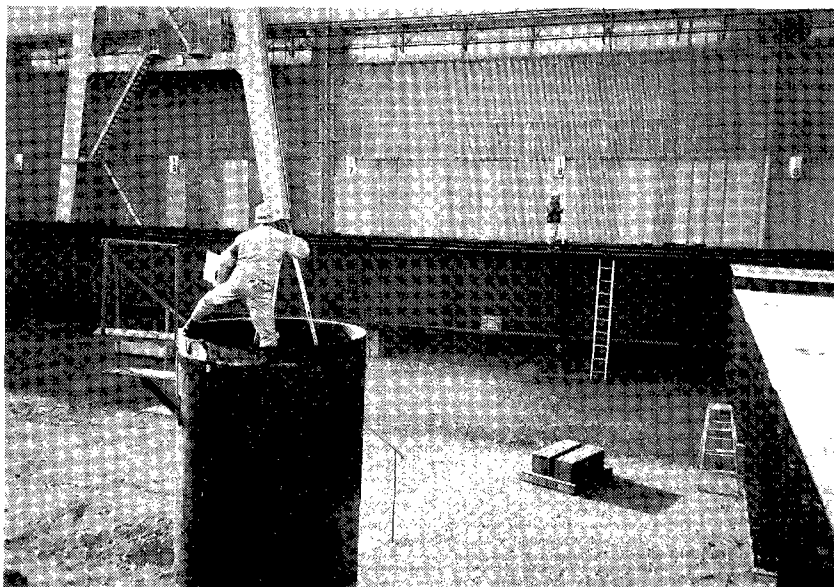


② 仮組立時(支点支持)

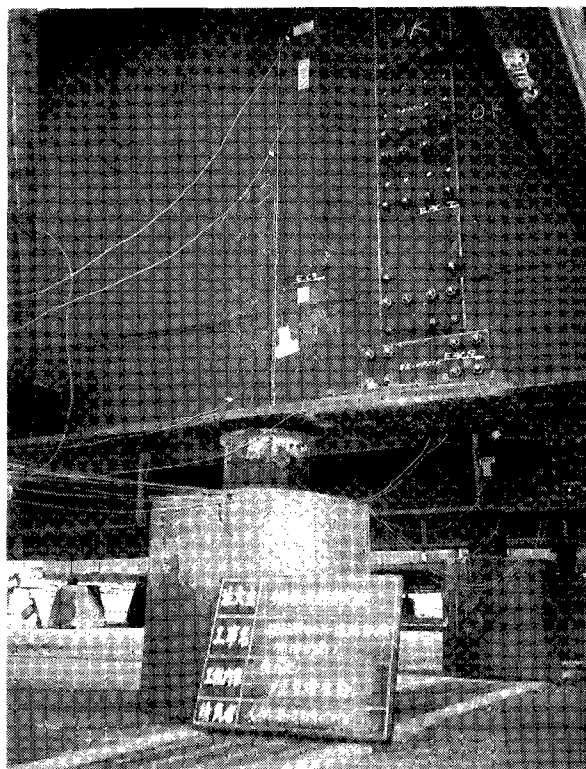
ジャッキアップ作業



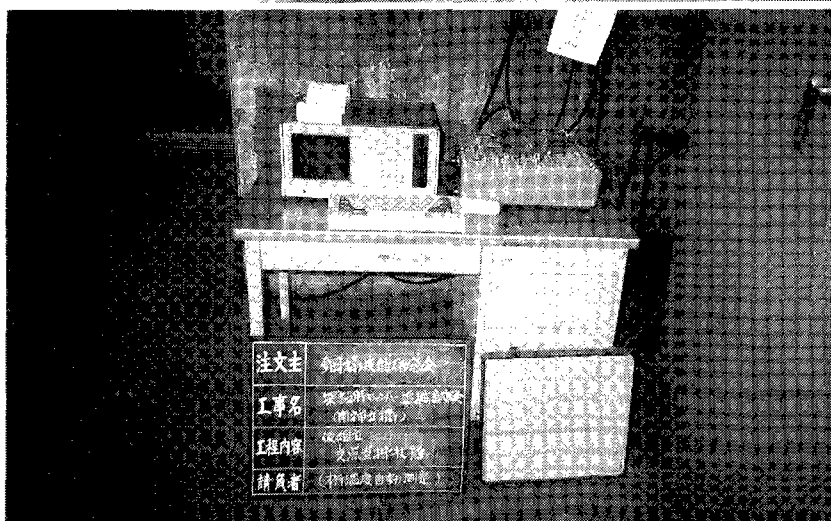
キャンバー測定



桁温度測定

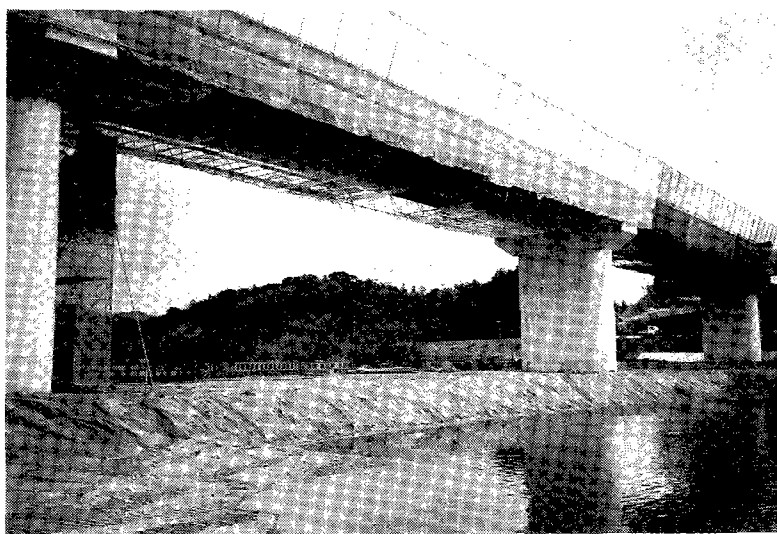


桁温度測定
(自動記録温度計)



④ 現地架設完了時(ベント撤去後)

架設完了全景

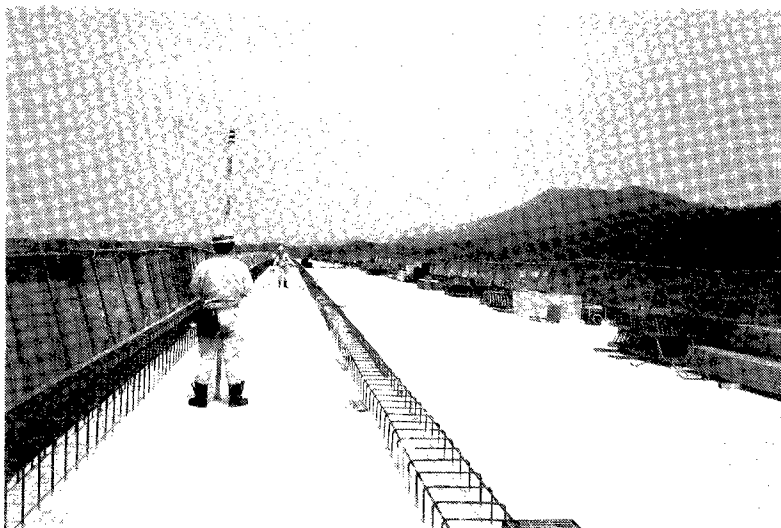


キャンバー測定

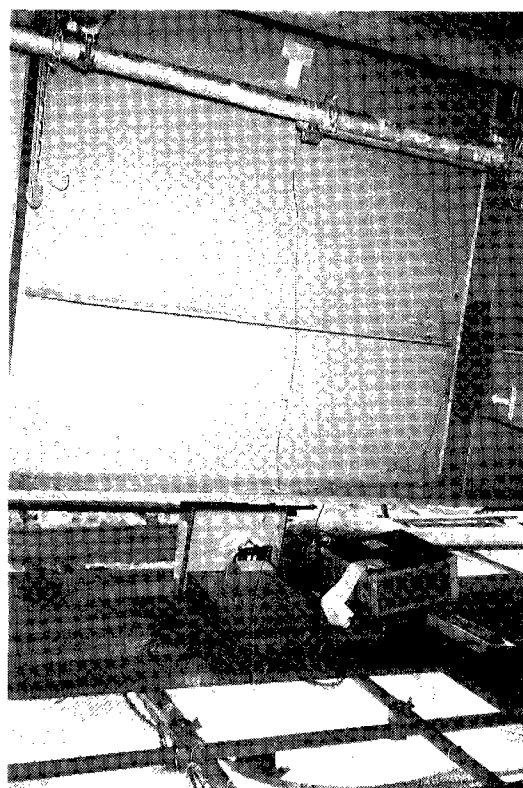


⑤ 床版工完了後
(地覆・高欄設置前)

キャンバー測定



桁温度測定



桁温度測定
(自動記録温度計)

