

第7章 架設機材

7.1 架設機材

架設に使用する架設機材は、関連する法規、規格、基準に準拠したものでなければならない。

【解 説】 架設機材は架設用機械、仮設構造物、器具、加工製品、材料等に分類される。

(1) 架設用機械

クレーン、デリック、移動式クレーン、工事用エレベーター、建設用リフト、ゴンドラ、ウインチ、台車、フローティングクレーン、引き船、台船、トラック、トレーラー、発電機、コンプレッサー、溶接機、桁送出し装置、ジャッキ式吊上げ機械、大型搬送車（ドーリー等）、移動型枠等。

(2) 仮設構造物

ベント、鉄塔、架設桁、手延機、ケーブル直吊り設備、ケーブル斜吊り設備、アンカー設備、工事用栈橋、軌条設備、足場等。

(3) 器具、工具

組立用工具、ボルト締め用器具、溶接用工具、ガス器具、工具、ジャッキ、ジャッキ用ポンプ、ホイスト、チェンブロック、ローラー、コロ、ジャッキ箱、サンドル、ラムチェア、測量用機器等。

(4) 加工製品、材料等

木材、鋼材（形鋼、レール等）、ボルト、ドリフトピン、足場板、鋼管（足場用等）、クランプ、スタンション、安全ネット、シート、枠組足場、ワイヤロープおよび付属品等。

計画、設計段階で検討された架設機材を、実際の施工において十分理解しないまま誤って使用すると危険である。したがって、施工段階において計画、設計時に考慮した条件を十分理解したうえで使用目的のほか、強度、性能、安全性を把握し、法令、規則、規格、基準に従って架設機材を正しく使用しなければならない。また、計画、設計時と施工段階で条件が著しく異なる場合や、使用目的、強度、性能、安全等に疑念が生じた場合は再検討を行って、架設機材の変更を行わなければならない。

7.2 ウインチ

ウインチの巻上げ速度は、その用途に応じた適正な速度とし、能力に十分余裕のあるものを使用しなければならない。ウインチは、巻上げ荷重による滑動、転倒、浮き上がりに対して安全であるように十分固定しなければならない。

【解 説】 ウインチは架設工事に用いる機械類のうち、最も広く利用されている機械であり、各種クレーンの動力としても用いられている。ウインチの呼称は動力の容量や定格荷重の大きさを表され、定格ロープ速度、使用ワイヤロープ径、巻取り長さ、等級等が表示されている。

ウインチの構造・機能の多くの点については「クレーン等各構造規格¹⁾」, 「クレーン等安全規則²⁾」に規定されている。なお, 電動ウインチについては, 日本工業規格 (JIS B 8813) で規格化されている。ウインチに関連する労働災害の防止については「労働安全衛生法³⁾」, 「労働安全衛生規則⁴⁾」に述べられている。ここでは一般的な注意事項についてのみ記す。

(1) ウインチの能力を計画する場合は, その用途に応じた適切なロープ速度と, 余裕のある巻上げ能力が必要である。重量物を巻き上げたり, 横引きする際に必要な巻上げ速度と巻上げ能力は, 滑車の組合せによって調整される。速度が速すぎたり, 巻上げ能力不足は直接に作業の危険につながるので適切な滑車の組合せを行うよう十分注意しなければならない。また電圧降下などによって巻上げ能力が不足することのないよう注意しなければならない。

ウインチの巻上げ能力は, 定格荷重で表す。定格荷重とは, ドラムにワイヤロープを巻き取る基準層において, ワイヤロープに負荷することのできる最大荷重であり, 基準層を超えないときは定格荷重とし, 基準層を超えたときは巻層に応じて減じる。また巻上げ速度は, 基準層における速度を定格ロープ速度としているので, 実際の使用にあたっては注意を要する。

ウインチの所要動力は, 次式により求めてよい⁵⁾。

$$X = P \times V / (60\,000 \times K)$$

ここで, X : 所要動力 (kW)

P : 定格荷重 (N)

V : 定格ロープ速度 (m/min)

K : 機械効率 [参考値——動力ウインチ: 単胴式 0.70, 複胴式 0.62 /

電動ウインチ: 単胴式 0.84 / 油圧ウインチ: 複胴式 0.56]

であり, 動力ウインチとは, 動力を用い摩擦クラッチを介してドラムを減速回転するウインチ, 電動ウインチとは, 電動機を用い摩擦クラッチを介さず直接ドラムを減速回転するウインチ, 油圧ウインチとは, 電動機等により駆動される油圧ポンプが発生する油圧を油圧モーターに伝達してドラムを減速回転するウインチをいう。

(2) ウインチには巻上げ荷重の反力が作用するので, 滑動, 転倒, 浮き上がりが生じないように十分に固定しなければならない。

(3) ウインチが巻上げワイヤロープの方向に正しく設置されていないとワイヤロープが乱巻きとなり, ワイヤロープの破断の原因となるので注意しなければならない。クレーン等各構造規格では, 溝巻きドラムに対しては溝とワイヤロープのなす角 (α) が 4° 以下に, 溝なしドラムに対しては図 7.2.1 に示すフリートアン

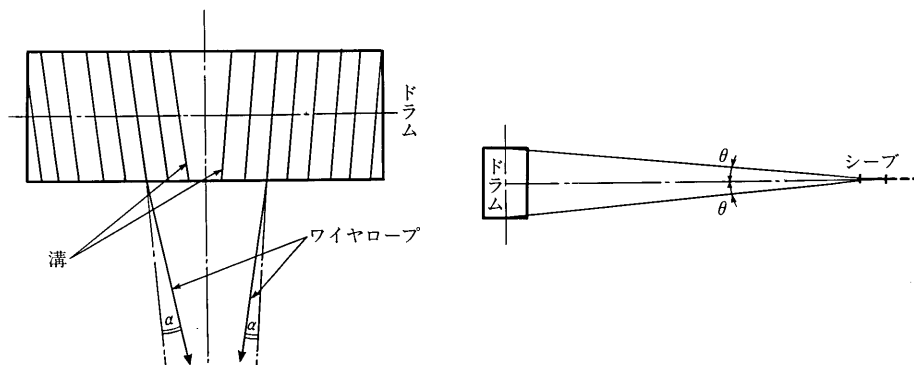


図 7.2.1

グル (θ) が 2° 以下になるようにシーブの位置を規定している。

(4) ウインチ、クレーン類の事故には、クラッチ、ブレーキの作動不良による例が少なくない。したがって、雨水、油の付着が生じないように保護するとともに、日常の整備点検を十分に行わなければならない。その他、作業上での注意事項、点検項目については、「労働安全衛生規則⁴⁾」、「クレーン等安全規則²⁾」に従わなければならない。

7.3 クレーン等

7.3.1 クレーン車

クレーン車は、いかなる場合においても吊り能力表の範囲内で使用するものとし、常に強固な地盤で水平に支持するとともに、必要な地耐力が確保できるよう適切な処置を講じなければならない。

相吊り作業を採用するにあたっては、クレーンの据付け、取扱い、作業姿勢は、2 台のクレーンが極力同一操作で稼働できるように配置しなければならない。

【解 説】 トラッククレーンやクローラークレーンの移動式クレーンは、機動性に優れているので建設工事をはじめとして広範囲に利用されており、架設工事においても最も多く使用されている重機であるが、作業中地盤の陥没等による転倒、ブームの崩壊などの事故例も少なくないので、その使用にあたっては十分な注意が必要である。

移動式クレーンは「移動式クレーン構造規格¹⁾」および「クレーン等安全規格」に規定されているのでそれらを準用されたい。ここでは架設計画の立案上および使用上での主な注意点などを記述した。

(1) クレーンの能力は、車両の安定度だけでなくブームの強度や巻上げ機構の能力などにより決定されているので、いかなる場合においてもクレーンの作業半径と吊上げ重量を一覧表にまとめた吊り能力表の範囲内で使用するものとする。

移動式クレーンの定格荷重は作業半径により異なり、一般に次の条件により決定される。

- ①クレーンの安定度
- ②ブームおよび機械構造部分の強度
- ③巻上げ機構の能力と巻上げロープの強度

①、②、③を総合して図 7.3.1 に示されるような定格荷重曲線が決定される。

(2) 移動式クレーンの定格荷重は、クレーンを水平堅土上に設置した場合のものである。クレーン自体の能力は十分あるにもかかわらず、吊上げ時の偏心荷重や地盤の急激な沈下により、クレーンが転倒したりブームが崩壊したりという思いがけない事故が生じることもあるので十分注意しなければならない。

1) 傾斜と安定

トラッククレーンの場合には一般にアウトリガー操作によってある程度据付け地盤の不整に対して調整できるが、クローラークレーンの場合には整地が必要である。クローラークレーンを傾斜した状態で使用するのは安全上極力避けるべ

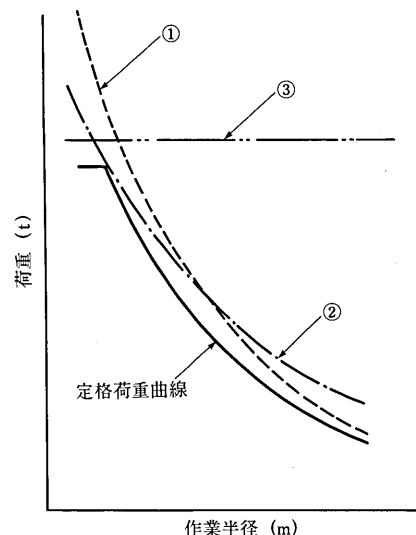


図 7.3.1

きである。特に大型クローラークレーンを使用する場合には、大きな接地圧が発生し、地耐力の確保のため、地盤補強等が必要となる。

2) 移動式クレーンの接地圧

移動式クレーンの作業時には、作業地盤の地耐力が作業時のクレーンを十分支持できるものでなければならない。また、構造物上に移動式クレーンを設置する場合には、クレーン作業時における構造物各部の強度の検討が必要となる。このためトラッククレーンにおいては、アウトリガー反力、クローラークレーンにおいては、クローラースューの接地圧を把握しなければならない。

(a) トラッククレーンのアウトリガー反力

アウトリガー反力 ($P_1 \sim P_4$) に作用する反力の計算は JIS D 6301 解説の中で次の計算式が与えられている。

$$W_u = W_1 + W_2 + W_3 \quad \dots\dots\dots (7.3.1)$$

$$e = (W_1 l_1 + W_2 l_2 + W_3 l_3) / W_u \quad \dots\dots\dots (7.3.2)$$

$$P_1 = W_c \times \frac{c+f}{2a} + W_u \times \frac{c+g+e \cos \theta}{a} \times \frac{b/2+e \sin \theta}{b} \quad \dots\dots\dots (7.3.3)$$

$$P_2 = W_c \times \frac{d-f}{2a} + W_u \times \frac{d-g-e \cos \theta}{a} \times \frac{b/2+e \sin \theta}{b} \quad \dots\dots\dots (7.3.4)$$

$$P_3 = W_c \times \frac{d-f}{2a} + W_u \times \frac{d-g-e \cos \theta}{a} \times \frac{b/2-e \sin \theta}{b} \quad \dots\dots\dots (7.3.5)$$

$$P_4 = W_c \times \frac{c+f}{2a} + W_u \times \frac{c+g+e \cos \theta}{a} \times \frac{b/2-e \sin \theta}{b} \quad \dots\dots\dots (7.3.6)$$

ここに、 e : W_u の重心～旋回中心間距離

W_1 : 吊荷重重量

W_2 : ブーム重量

W_3 : 旋回部重量

W_c : 走行体重量

l_1 : 旋回中心から吊荷重重心間の距離

l_2 : 旋回中心からブーム荷重重心間の距離

l_3 : 旋回中心から旋回荷重重心間の距離

a, b : アウトリガー間隔

c, d : 後輪軸～アウトリガー間隔

f : 後輪軸～走行体重心間隔

g : 後輪軸～旋回中心間隔

したがって、アウトリガー反力を求めるには、クレーン各部分の重量と重心位置が必要であるが、一般にはカタログなどには明記されていないので、クレーン車メーカーなどにより資料を取り寄せ照査しなければならない。通常の使用状態では θ が 45° および 135° の付近で P_1, P_2 がそれぞれ最大となり、その値は (吊荷重+クレーン総重量) の 0.8 倍を超えないことが経験的に明らかになっている。

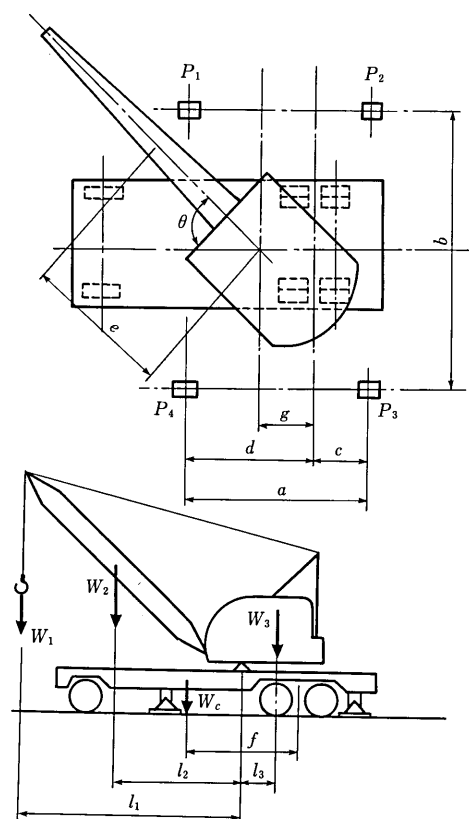


図 7.3.2

(b) クローラークレーンの接地圧

クローラークレーンの履帯にかかる最大接地圧の計算は、以下の方法により行う。

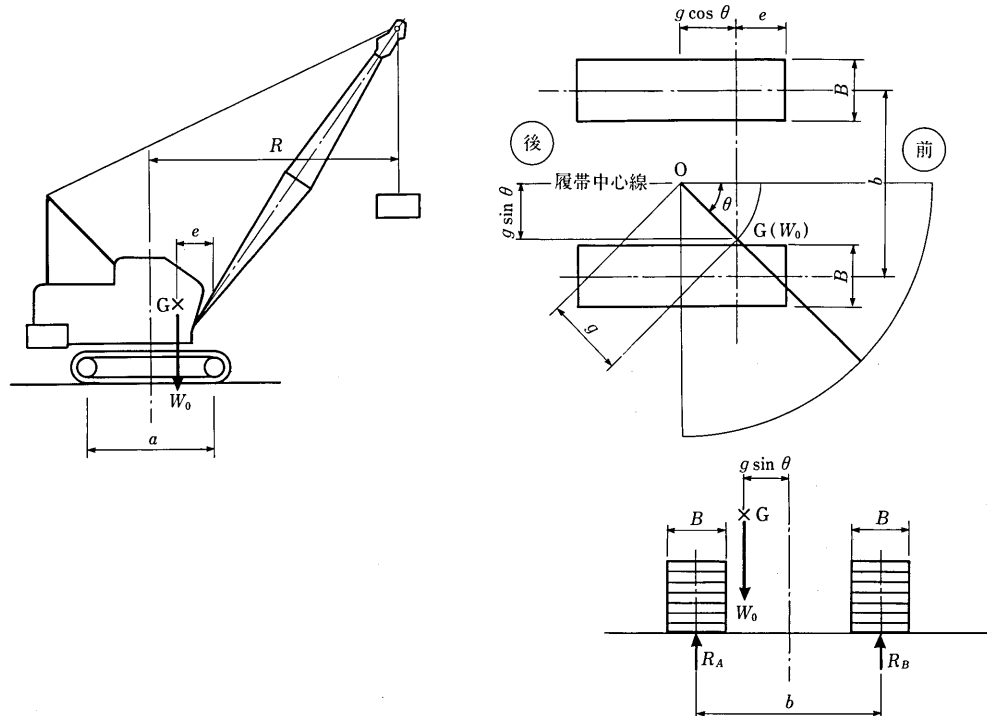


図 7.3.3

ここに、G：総合重心位置

O：旋回中心位置

g ：旋回中心と総合重心間の距離

B ：クローラースシュー幅

R ：作業半径

a ：クローラースシューの接地長

b ：クローラー中心間距離

θ ：旋回角度（ブームの方向）

W_0 ：G 点に作用する全体重量

R_A, R_B ：履帯反力

図 7.3.3 より履帯反力 R_A, R_B を求めると

$$R_A = W_0(1/2 \cdot b + g \cdot \sin \theta) / b \quad \dots\dots\dots (7.3.7)$$

$$R_B = W_0(1/2 \cdot b - g \cdot \sin \theta) / b \quad \dots\dots\dots (7.3.8)$$

また

$$e = a/2 - g \cdot \cos \theta \quad \dots\dots\dots (7.3.9)$$

クローラークレーンの接地圧分布には、 $3e$ と a の相互関係により、三角形接地圧分布と台形接地圧分布の場合がある。

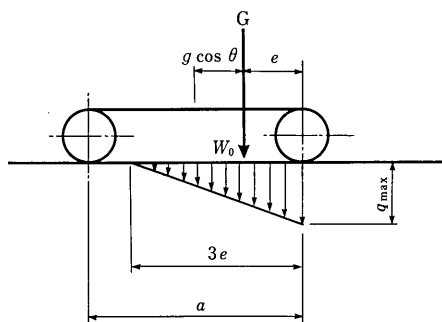


図 7.3.4

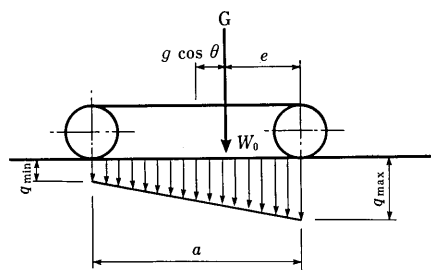


図 7.3.5

a) $3e \leq a$ (三角形接地圧分布) の場合

図 7.3.4 の分布となり, 最大接地圧 $q_{\max}$ は, R_A の反力が生じる履帯に発生する.

$$R_A = 3e \cdot q_{\max} \cdot B/2 \quad \dots\dots\dots (7.3.10)$$

したがって $q_{\max}$ は

$$q_{\max} = \{2W_0(b + 2g \cdot \sin \theta)\} / \{3b \cdot B(a - 2g \cdot \cos \theta)\} \quad \dots\dots\dots (7.3.11)$$

b) $3e > a$ (台形接地圧分布) の場合

図 7.3.5 の分布となり, $3e \leq a$ の場合と同じく $q_{\max}$ は, R_A の反力が生じる履帯に発生する.

$$R_A = (q_{\max} + q_{\min}) \cdot a \cdot B/2 \quad \dots\dots\dots (7.3.12)$$

また, 台形の重心位置の関係より

$$e = (a/3) \times (q_{\max} + 2q_{\min}) / (q_{\max} + q_{\min}) \quad \dots\dots\dots (7.3.13)$$

ゆえに

$$q_{\min} = q_{\max}(3e - a) / (2a - 3e) \quad \dots\dots\dots (7.3.14)$$

したがって $q_{\max}$ は

$$q_{\max} = W_0(b + 2g \cdot \sin \theta) \times (a + 6g \cdot \cos \theta) / 2a^2 \cdot b \cdot B \quad \dots\dots\dots (7.3.15)$$

最大接地圧は, 式 (7.3.11), (7.3.15) において, $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ を代入することにより, それぞれ前後方向吊り, 斜め方向吊り, 側方向吊りの場合について得られる. 以上 3 点について最大接地圧を確認すればよい.

(3) 相吊り作業を採用するにあたって, クレーンの据付け, 取扱い, 作業姿勢は 2 台のクレーンが極力同一操作 (同一機種, 同一姿勢, 同様な吊り方, 同様なブーム長等) で作業できるようにすることが望ましい.

自走クレーンの相吊り作業は吊荷の偏心, 横振れ, 合図の不統一, 操作ミスなど事故の要因となる要素が多い. したがって相吊りする相互の自走クレーンの吊能力は同程度の能力を有する自走クレーンを選定する必要がある, その操作は慎重に行う必要がある. また, 吊り荷重に対して 125% 以上の能力を有するクレーンを使用することが望ましい.

2 台のクレーンによる相吊りの場合

$$\text{吊り総荷重} = (\text{部材重量} / 2 + \text{吊具重量})$$

相吊り架設の場合には、吊荷が長くなり、風の受圧面積も大きくなることから、風荷重による影響には十分な注意が必要である。地域的・季節的に風向が定まっている場合等には、あらかじめ風の影響を考慮してクレーンの選定を行う必要がある。

(4) クレーン等安全規則の改正（平成4年10月1日施行）により10分間の平均風速が10m/s以上のときの中止が定められた。しかし、移動式クレーンにかかる風荷重は瞬間風速で考える必要がある。平均風速が10m/sであっても瞬間風速は通常1.6倍程度はあるといわれており、また高さ、周辺の建物等の状況によっても変化するので、風速には十分注意し、作業の実施に危険が予測されるときは作業を中止しなければならない。

また、強風時には、作業を行わないばかりでなく、ブームを降下させたり、控えロープを設けて支持するなど適切な処置を講ずることが必要である。

(5) ウインチと同様に整備不良による事故例が多いので、作業開始前に十分な点検・整備を行う必要がある。

7.3.2 フローティングクレーン (FC)

使用するフローティングクレーンは、その吊り能力、シアース数、アウトリーチ、揚程、フック数、船体寸法、使用隻数等を考慮して選定しなければならない。

【解 説】 フローティングクレーンを選定する際の外的要因としては、吊上げ部材の重量・重心・形状・寸法、吊点の位置・数、浜出し・架設地点の状況がある。これらに対して、その吊能力、シアース数、アウトリーチ、揚程、フック数、船体寸法、使用隻数等を考慮して選定しなければならない。

(1) 吊り荷重

吊り荷重はフローティングクレーンの選定にあたり最も重要な選定基準となるため、重量を正確に算出する必要がある。一般的には、吊り荷重に見合った吊り能力を有するフローティングクレーンを選択すればよいが、詳細計画を進めて行くうえで吊り荷重が変更される場合があるので、ある程度余裕を持たせて吊り荷重を設定することが重要である。「鋼橋海上（水上）架設工事マニュアル〔技術編〕：（社）日本橋梁建設協会、（社）日本海上起重技術協会⁷⁾」には、吊り荷重の目安として以下の式が与えられている。

$$\text{吊り荷重：} W = W_0 + W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \leq W_a$$

ここで、 W_a ：FC 許容吊り荷重（定格荷重に相当）

W_0 ：架設物重量＝架設部材＋付属物＋吊金具＋塗装重量等

W_1 ：架設資機材重量＝足場材＋保安設備＋その他

W_2 ：架設吊り具重量（吊り索、吊りビーム、平衡滑車等）

W_3 ：不均等荷重（部材重心の移動による荷重）

W_4 ：余裕荷重 $= (W_0 + W_1 + W_2 + W_3) \times \alpha$

α ：余裕率

$(W_0 + W_1 + W_2 + W_3) \geq 19600 \text{ kN}$ の場合 $\alpha=5\%$

$(W_0 + W_1 + W_2 + W_3) < 19600 \text{ kN}$ の場合 $\alpha=10\%$

(2) フローティングクレーンの作業別吊り能力

フローティングクレーンの選定にあたっては、吊り荷重以外に、フローティングクレーンの使用状態によって発生する付加荷重についても考慮しておく必要がある。付加荷重の発生要因としては次のようなものが考えられる。

表 7.3.1 フローティングクレーンの仕様例

最大吊り能力 (t)	船体主要寸法				クレーン 形式	アウトリー チ* (m)	リフト* (m)
	長さ (m)	幅 (m)	深さ (m)	吃水 (m)			
3600	107.0	49.0	8.0	4.97	俯仰	29.3	100.0
2200	90.0	41.0	7.0	4.09	俯仰	37.0	93.6
2050	85.0	38.8	6.0	3.77	俯仰	29.7	79.7
1300	80.0	36.0	6.0	3.34	俯仰	28.8	76.8
700	60.0	26.4	4.5	3.26	俯仰	21.3	58.8
700	63.0	26.4	4.5	3.16	俯仰	20.4	58.8
600	63.3	32.0	5.0	2.94	俯仰	30.0	70.0
300	50.0	23.0	4.2	2.70	俯仰	23.4	57.0
300	50.0	23.0	4.2	2.70	俯仰	23.4	57.0
1600	113.0	42.0	8.0	3.70	旋回	13.5	62.0
3700	110.0	50.0	8.5	4.80	俯仰	47.1	107.6
3000	94.0	40.0	7.8	4.80	俯仰	32.2	58.8
2200	94.0	40.0	7.8	4.60	俯仰	43.1	84.6
200	53.0	22.0	4.0	2.30	旋回	4.0	18.0
1700	115.0	45.0	9.0	6.80	旋回	25.0	80.0
4100	120.0	55.0	7.5	3.80	俯仰	47.6	117.9
3000	110.0	45.0	7.0	3.70	俯仰	47.0	97.2
3000	95.4	41.0	7.5	3.60	俯仰	33.0	82.2
2050	110.0	39.0	7.0	2.80	俯仰	32.0	103.0
1400	85.0	36.0	6.0	2.70	俯仰	40.1	90.6
1300	90.0	36.0	5.5	2.87	俯仰	41.2	84.8
1600	95.0	45.0	7.0	4.90	旋回	14.9	66.3
300	55.0	24.0	5.0	2.55	旋回	12.5	29.4
200	75.0	24.0	4.5	2.50	旋回	24.0	55.0

* 最大荷重時

- 1) 単吊り (1 隻吊り) におけるフック間の巻上げスピードの相違等の機械特性によるフック荷重の不均衡
- 2) 相吊り (2~3 隻吊り) における各フローティングクレーンの力学的・機械特性の相違によるフック荷重の変動
- 3) 気象・海象の影響で発生するフローティングクレーンおよび吊り荷の動揺によるフック荷重の変動
- 4) 吊上げ・設置時の重心移動によるフック荷重の変動

また、2 シアースをそれぞれ異なったアウトリーチで同時に使用する場合には、シアース傾斜角の変化に伴う吊り能力の変動にも注意を払う必要がある。

以下に「鋼橋海上 (水上) 架設工事マニュアル [技術編]」に記載されている単吊りの場合と相吊りの場合のフローティングクレーン選定における吊り能力の目安を示す。

単吊り (1 隻吊り) の場合 ; $W \leq W_a \times 90 \sim 100\%$

相吊り (2 隻吊り) の場合 ; $W \leq W_a \times 85\%$

相吊り (3 隻吊り) の場合 ; $W \leq W_a \times 80\%$

吊り運搬の場合 ; $W \leq W_a \times 80\%$

(3) 寸法的な条件

1) アウトリーチおよび水深

架設物の据付け芯から水際線までの距離の確認および水深に対するフローティング吃水の確認を行い、アウトリーチを設定して条件を満足するフローティングクレーンを選定する。この場合、無負荷時、負荷時のアウトリーチおよび吃水の変化量についてもチェックする。

フローティングクレーン吃水に対しては水深の余裕が必要である。吃水が不足する場合は、浚渫などにより水深を確保する必要がある。最大吃水に対する水深の余裕は0.5m以上必要である。また、水深の設定にあたっては、潮位の変化も考慮に入れる必要がある。

2) 揚程 (リフト)

揚程については、架設物の高さおよびそれを搭載する場所の高さの確認を行い、それらにある程度の余裕を見込んで必要揚程を設定する。この場合も無負荷時、負荷時の揚程の変化量を確認しておくことが肝要であり、揚程の変化に対応可能なフローティングクレーンを選定しなければならない。

フローティングクレーン選定時の揚程余裕代およびふところ余裕代の目安を以下に示す。

揚程余裕代 ; 5m 以上

ふところ余裕代 ; 3m 以上

7.4 ワイヤロープおよび付属品

7.4.1 適用の範囲

この節は鋼構造物の架設に使用するワイヤロープに適用される。ワイヤロープおよび付属品は使用箇所に応じた安全率を有すること。

【解 説】 この節は、鋼構造物の架設に使用されるワイヤロープのうちクレーン等以外に使われるワイヤロープに適用される。具体的には、斜吊りワイヤ、アンカーケーブル、仮ドラワイヤ(仮控え索)、引出しワイヤ、控え索等のワイヤロープを指し、クレーン等に使われるワイヤロープは、「クレーン等各構造規格¹⁾」および「クレーン等安全規則²⁾」によるものとする。

ワイヤロープに作用する荷重は、その使用条件により大きく異なり、その用途を十分検討しなければならない。ワイヤロープの切断荷重は、直線での引張試験より求められた値であるのに対して、実際に使用される状態では、ロープに曲げによる付加応力が発生したり、ロープの端部が加工されて、局部的に強度が低下していたりする。

ワイヤロープは次式を満足するように設計することを原則とする。

$$\frac{P_r}{T + T_w} \geq K_0 \quad \dots\dots\dots (7.4.1)$$

$$T_w = \frac{100 - \alpha}{\alpha} T \quad \dots\dots\dots (7.4.2)$$

ここに、 P_r : ワイヤロープの切断荷重

T : ワイヤロープに作用する引張荷重

T_w : ワイヤロープに生ずる付加荷重

K_0 : ワイヤロープの安全率

α : 取付け方法に対応する使用効率または取付け効率 (%) (表 7.4.3 参照)

7.4.2 ワイヤロープの選定

ワイヤロープは JIS G 3525 ワイヤロープの規格に適合するものおよび同等以上の品質を有するものを使用する。また、ワイヤロープの選定にあたっては、その用途を検討し、使用目的にかなったワイヤロープを選定しなければならない。

【解 説】 ワイヤロープには、その構成、より方、よりの方向などによって区別される多くの種類があるが、JIS G 3525 に規定されているもの、あるいはこれと同等以上の品質のものを使用することとした。JIS G 3525 と同等以上の品質のものとは非自転性ロープ、共芯ロープ、ロックドコイルなどの JIS 規格に規定されていない構造のものであって、素線の機械的性質や検査方法などが JIS 規格に適合しているものをいう。

ワイヤロープの選定にあたっては表 7.4.1 などを参照し、使用目的に十分かなったワイヤロープを選定しなければならない。

7.4.3 ワイヤロープの廃棄

ワイヤロープは使用する前に断線、摩耗、腐食などの程度を確認し、不相当と判断される場合はこれを廃棄しなければならない。

【解 説】 ワイヤロープの廃棄は、「労働安全衛生規則⁴⁾」、「クレーン等安全規則²⁾」など国内法規に規定されているほか、国際規格 (ISO 4309-1990)⁸⁾ でもその基準が示されている。鋼構造物の架設に使用するワイヤロープについてもこれらの規則に準ずるのを原則とする (表 7.4.2)。

- (1) ワイヤロープの 1 よりの間において素線の 10%以上が切断しているもの (フィラー線は除く)。
- (2) 直径の減少が公称径の 7%を超えるもの。
- (3) キンクの発生したもの。
- (4) 著しい形崩れ、または著しい腐食のあるもの。

また、上記 (1)~(4) の各項は下記に示すような点について注意しなければならない。

(1) 断線について

“1 より間において素線の 10%以上が切断しているもの”と規定されているが、これは等分布断線の場合と考え、1 ストランドに集中して断線が発生した場合は 5%程度の切断に対しても取り替えるようにしなければならない。

(2) ロープ径について

“公称径の減少が 7%を超えるもの”と規定されているが、注意すべき点は、

- 1) ロープ径とはロープ断面の外接円の直径であり、三方向の測定値の平均をとると規定されている。
- 2) 新品ロープの実際径は公称径より約 3~5%太く製作されているのが普通である。
- 3) 公称径の 7%以上減少するまでに断線が生ずる場合が多い。6 × 7, 6 × 19 などの素線径の太いロープのときはロープ径の管理が重要となる。

(3) キンクについて

キンクとは図 7.4.1 に示すような過程で、よりに変化をきたしているものをいう。物の角などで単純に曲げられて曲りぐせがついてはいるが、よりは変化していないものはキンクと考えなくてよい。

表 7.4.1 各種ロープの特性比較

分類	代表ロープ		特性比較				特徴等
	構成記号	断面図	破断強度	可撓性	疲労性	形崩れ	
交差よりロープ	6×24		△	◎	△	△	破断強度や耐疲労性は、一般平行よりロープより劣るが、可撓性（曲げやすい）に優れ、取扱いやすいので、一般に多く使用されている。
	6×37		△	◎	△	△	
平行よりロープ	6×WS (36)		○	○	○	○	交差よりロープより破断強度が高く耐疲労性も優れ、強い圧力を受けても変形しにくい。
	IWRC 6×Fi (29)		○	○	○	○	繊維心入りに比較し、破断強度が高く、伸びも少ない。
	8×S (19)		△	◎	○	○	8 ストランドであるので、表面の凹凸が少なく、エレベータ用に多く使用されている。
異形線平行よりロープ	6×P・WS (36)		○	○	◎	◎	平行よりロープに比較し ① 破断荷重が高い。 ② 耐疲労性が良い。 ③ 耐摩耗性が良い。 ④ 形崩れしにくい。 ⑤ ドラム、シープ等の傷みが少ない。
	IWRC 6×P・WS (36)		○	○	◎	◎	
	8×P・S (19)		△	◎	◎	◎	
蛤形ストランドロープ	3×F (40)		◎	△	△	◎	非自転性ロープ ① からみつきが生じにくい。 ② 形崩れしにくい。 ③ 耐摩耗性が良い。
	4×F (40)		○	△	△	◎	
多層ストランドロープ	35×7		○	○	△	△	非自転性ロープ 蛤形ストランドロープと同じ特性であるが、多層よりのため、取扱い不良等により形崩れを起こしやすい。
	P・S (19) +39×P・7		◎	○	△	△	
フラット形三角ストランドロープ	6×F [(3×2+3)+12]		○	△	◎	◎	耐摩耗性に優れているが、取扱いに注意が必要である。ケーブルカー巻上げ索として多く使用されている。
スパイラルロープ	1×37		◎	△	—	—	静索用であり、控え索、吊橋メインロープ、電線の吊り索等に使用されている。

◎：優れている，○：普通，△：やや劣る

(4) 腐食について

ロープはその体積に比して表面積がきわめて大きく、腐食の影響を受けやすい。腐食の進行度はロープの使用条件と雰囲気、グリースの種類と塗油量、めっきの有無などによって異なる。

ロープが局部的にやせたり、ストランドのよりが緩んだときは、多くは内部が腐食している可能性がある。腐食はシープやドラムで絶えず繰返し曲げを受ける箇所に最も多く発生し末端には現れない。また、ワイヤ

表 7.4.2 厚生労働省関係の関連

法規名称	記載事項
労働安全衛生規則	くい打機又はくい打機の巻上げ用 (第 174 条)
	斜道の巻上げ装置の巻上げ用 (第 217 条)
	揚貨装置の玉掛用 (第 471 条)
	機械集材装置又は運材索道用 (第 501 条)
クレーン等各構造規格	クレーン (第 51 条)
	移動式クレーン (第 14 条)
	デリック (第 38 条)
	エレベーター (第 36 条)
	ゴンドラ (第 36 条)
	簡易リフト (第 17 条)
	建設用リフト (第 36 条)
クレーン等安全規格	玉掛け (第 215 条)

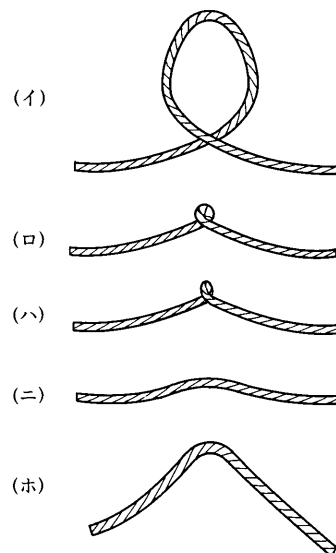


図 7.4.1

ロープの寿命は仕事量や使用期間により大きく左右されやすいので、疲労による強度の低下や、内部腐食を起こしていることなど、ワイヤロープ強度に著しく影響を及ぼす要因が考えられる場合に使用年数に制限を設けて、ワイヤロープの廃棄を検討する必要がある。

7.4.4 ワイヤロープの付加荷重

ワイヤロープを安全に使用するために、各法規で安全率と D/d の最低限を規定している。法規での規定がないロープの使用方法については、ロープの曲げによる付加荷重、ロープ端末の取付け方法の違いによる取付け効率などを考慮し安全を照査しなければならない。

【解 説】 ワイヤロープの付加荷重は、ロープの S 曲げとか、玉掛索を小径の棒などに引っかけて使うなどするとロープの曲げにより極端に強度が低下したり、また端部の止め方によって、取付け効率がかなり異なるので次の例等を参考にして、十分に注意して安全を照査しなければならない。

(1) ワイヤロープが S 曲げ（逆曲げ）を受けるとロープの寿命を短くするので、シーブの配置上 S 曲げが避けられないときは、シーブ径を大きくするなど、できるだけシーブ間隔を大きくとる。

(2) ワイヤロープを小径の丸棒にかけたときの、ロープ強度の低下は図 7.4.2 に示すような関係となる。たとえば、 $D/d = 1$ すなわち、ロープ径と同径の棒に掛けたときは、ロープ強度は半減する。またロープの結びやロープ同士の引掛けは行わないこと。図 7.4.2 における $D/d = 1$ に近い状態になりロープ強度は半減する。

(3) ワイヤ端部を加工した場合

ワイヤロープの取付け効率は端部の止め方によって異なるので、取付け方法別の取付け効率を表 7.4.3 に示す。その表のうち、グリップ止めについて、正しい方法を図 7.4.3 に示す。

1) 合金止め方法は、強度の低下がなく付加荷重を考慮しなくてもよいこととした。ただし、鋳込みが正しく行われていないものは使用してはならない。

2) グリップ止め方法は、ロープ端末加工のうちで手軽な方法であるが、取付け方法を誤るとロープが抜

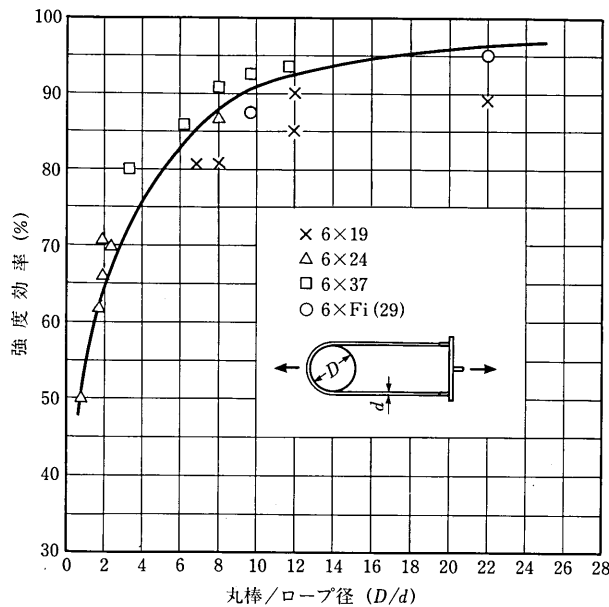
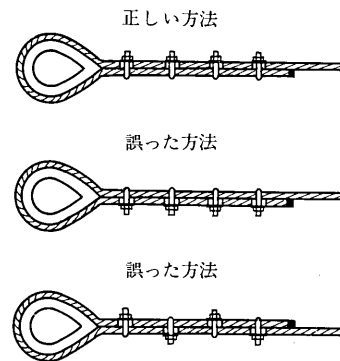
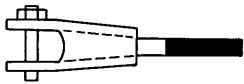
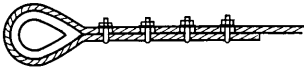
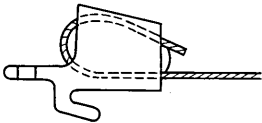
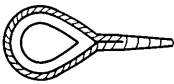
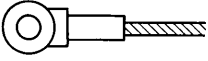
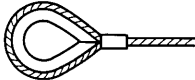
図 7.4.2 D/d と強度効率

図 7.4.3 グリップ止めの方法

表 7.4.3 取付け方法とその効率

取付け方法	α (%)	摘 要
合金止め 	100	正しい加工方法によらなければ、効率が著しく低下する。
グリップ止め 	80~85	正しい方法 (図 7.4.3). グリップによる重ね継ぎは避けること。
くさび止め 	65~70	グリップ 1 個との併用がよい。
アイスブライス 	75~90	直径 16 mm 以下 90% 直径 16 mm~26 mm 85% 直径 28 mm~38 mm 80% 直径 39 mm 以上 75%
圧縮止め 	100	共心ロープ, IWRC ロープに適合。
アイ圧縮止め 	95	アルミ合金製で圧縮止め。 高温時使用禁止。(100°C 以上)

けて大事故を起こすことがあり、注意しなければならない。グリップの止め方、グリップの数とその間隔は表 7.4.4⁹⁾ に示す値に準拠したものを目安にするのがよい。また、ニッサクグリップ締付けは表 7.4.5 を参考にするとよい。

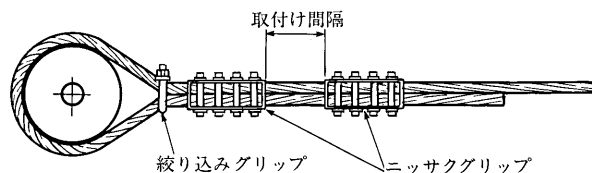
また、ワイヤグリップの締付けトルクが小さいとワイヤロープのスリップの原因となるが、締付けトルクが大き過ぎてもワイヤロープの切断荷重は低下する。太径のロープでは、効率に差が出ることもある。なお、ワイヤグリップは一度締め付けられてからも、ワイヤロープに荷重が作用すればロープ径が減少しワイヤグリップの締付け軸力が低下し、締付けトルクが減少することがあるので、荷重を載

表 7.4.4 ワイヤグリップの取付け基準

ロープ径 (mm)	適合グリップサイズ		取付け個数			取付け 間 隔 (cm)	締付けトルク (N・m)		
	鍛造品	マリアブル品	6 × 7	6 × 19	6 × 24 6 × 37		6 × 7	6 × 19	6 × 24 6 × 37
10	F-10	MR-10	6	5	4	7	22	19	16
12	F-12	MR-12	6	5	4	8	34	29	24
14	F-14	MR-14	6	5	4	9	52	46	37
16	F-16	MR-16	6	5	4	10	73	63	52
18	F-18	—	8	7	5	12	93	81	67
20	F-20~22	—	8	7	5	13	116	100	83
24	F-24~25	—	8	7	5	16	166	143	119
26	F-26~28	—	8	7	5	17	193	165	138
30	F-30~32	—	9	8	6	20	261	224	187
36	F-33~38	—	11	9	7	23	365	313	261
40	F-40~45	—	11	9	7	26	419	359	300
47.5	F-47~50	—	12	10	8	31	556	477	398
53	F-52~54	—	15	12	9	35	632	542	452
60	F-56~60	—	15	12	9	39	756	648	540

備考：繊維心入り平行よりは、6 × 19 と同様とし、ロープ心入り平行よりは、ロープが硬いことから 6 × 19 よりさらに 1 個増やすようにすること。

表 7.4.5 ニッサクグリップ締付け（参考値）



メーカー 呼 称	ロープ径 (mm)	取付け 個 数	取付け間隔 (mm)	ボルト 本 数	ボルト径	締付けトルク値 (N・m)
M22~M26	22~26	2	130~150	4	W5/8"	147
M28~M32	28~32	2	160~190	4	W3/4"	255
M34	34	2	200	4	10.8T M24	588
M36~M38	36~38	2	210~220	6	10.8T W1" × 170	588
M40~M44	40~44	2	240~260	6	10.8T M27 × 170	588
M46~M48	46~48	2	270~280	8	10.8T M27 × 170	588
M50~M52	50~52	2	300~310	8	10.8T M27 × 200	588
M54~M60	54~60	2	320~360	8	10.8T M27 × 250	588

荷する前にあらかじめ増し締めを行うなどして、そのトルク管理を定期的 to 実施し記録するのがよい。

長期間放置した状態のワイヤグリップ止めた箇所に急激な荷重変化を与えてはならない。グリップの点検は入念に行わなければならない。

- 3) アイスブライス方法はクレーン等安全規則第 219 条に「アイスブライスはワイヤロープのすべてのストランドを 3 回以上編み込んだ後、それぞれのストランドの素線の半数の素線を切り、残された素線をさらに 2 回以上（すべてのストランドを 4 回以上編み込んだ場合には 1 回以上）編み込むものとす

る。」と規定されている。

径の異なるワイヤロープをショートスプライスする場合、継手効率が極端に低下する。ワイヤロープ端末の耐荷力に関して、異径ワイヤロープのショートスプライス（いも継ぎ）、異径ワイヤロープの簡易継手（いわし継手）等についての参考文献としては、文献10)がある。

- 4) アイ圧縮止めは加工にプレス機が必要なことから、工場で加工されたものを使用するのが原則とする。現場で施工できるアイ圧縮加工設備が開発されているが継手効率の低下に注意が肝要である。

7.4.5 シープの効率

シーブを複数組み合わせる場合は、シーブ数や組合せ方法によりワイヤロープに作用する力が異なるので、シーブの効率とワイヤロープの作用力を照査しなければならない。なお、シーブに滑り軸受けを使用する場合と、転がり軸受けを使用する場合では、隣りあうロープの張力の比 ε はそれぞれ0.96, 0.98として計算してよい。

【解 説】 シープの効率の例が「クレーン各構造規格」等に示されているので参考として表7.4.6に示す。その場合の η_ν の値を表7.4.7に示す。

ここに、 n ：シーブの数

$$i: Q \text{ と } T \text{ との速さの比} = \frac{T \text{ の速さ}}{Q \text{ の速さ}}, \quad \varepsilon: \text{隣りのロープとロープの張力の比}$$

Q : 負荷側, T : 駆動側

表 7.4.6 シープの効率¹⁾

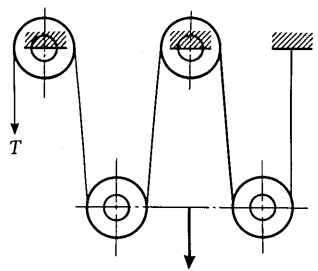
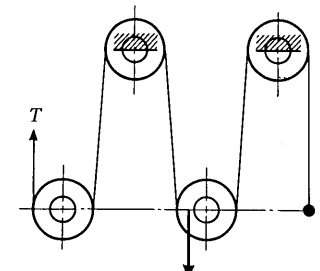
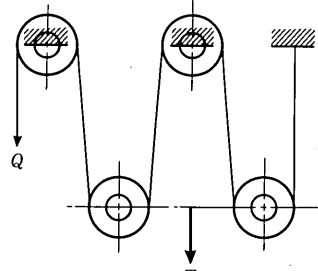
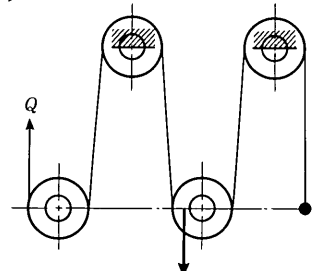
(I)  $n=4$ $i=4$ $\eta_{\nu 1} = \frac{1-\varepsilon(1-\varepsilon^n)}{n(1-\varepsilon)}, \quad T = \frac{Q}{n\eta_{\nu 1}}$	(II)  $n=4$ $i=5$ $\eta_{\nu 2} = \frac{1-\varepsilon^{n+1}}{(n+1)(1-\varepsilon)}, \quad T = \frac{Q}{(n+1)\eta_{\nu 2}}$
(III)  $n=4$ $i=\frac{1}{4}$ $\eta_{\nu 3} = \frac{n(1-\varepsilon)\varepsilon^n}{1-\varepsilon^n}, \quad T = \frac{nQ}{\eta_{\nu 3}}$	(IV)  $n=4$ $i=\frac{1}{5}$ $\eta_{\nu 4} = \frac{(n+1)(1-\varepsilon)\varepsilon^n}{1-\varepsilon^{n+1}}, \quad T = \frac{(n+1)Q}{\eta_{\nu 4}}$

表 7.4.7 計算に使用する η_ν の値¹⁾

滑り軸受 ($\varepsilon = 0.96$) の場合の η_ν													
		$n = 1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
η_ν	$\eta_{\nu 1}$	0.960	0.941	0.922	0.904	0.886	0.869	0.852	0.836	0.820	0.804	0.789	0.775
	$\eta_{\nu 2}$	0.980	0.961	0.942	0.923	0.905	0.888	0.871	0.854	0.838	0.822	0.807	0.792
	$\eta_{\nu 3}$	0.960	0.940	0.921	0.902	0.883	0.865	0.847	0.829	0.811	0.793	0.776	0.758
	$\eta_{\nu 4}$	0.980	0.959	0.940	0.920	0.901	0.882	0.863	0.845	0.827	0.809	0.791	0.774

滑り軸受 ($\varepsilon=0.98$) の場合の η_ν													
		$n = 1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
η_ν	$\eta_{\nu 1}$	0.980	0.970	0.961	0.951	0.942	0.932	0.923	0.914	0.905	0.896	0.888	0.879
	$\eta_{\nu 2}$	0.990	0.980	0.970	0.961	0.951	0.942	0.932	0.924	0.915	0.906	0.897	0.888
	$\eta_{\nu 3}$	0.980	0.970	0.960	0.951	0.941	0.931	0.922	0.912	0.903	0.893	0.885	0.875
	$\eta_{\nu 4}$	0.990	0.980	0.970	0.960	0.950	0.941	0.931	0.921	0.912	0.902	0.893	0.883

新クレーン各構造規格等¹⁾の解説, 労働厚生省 ((社)日本クレーン協会)

7.5 ジャッキ, 転倒防止用台座

ジャッキの容量は鉛直荷重に対して余裕をもたせなければならない。

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。

【解 説】 ジャッキは, 重量物を押す, 引く, 上げる, 下げる等に広く使用される機械である。ジャッキは機構的に油圧式と機械式 (一般的にはジャーナルと呼ばれる) に分類され機能的には押しジャッキと引きジャッキに分けられる。さらにラムの移動により片側だけの単動式と往復移動する復動式に分けられるが, 容量, 揚程, 機械の高さ, 幅, 長さ, 重量等を勘案して選定するのがよい。

油圧ジャッキを駆動させるには, 油圧ポンプが必要であり, 手動式と電動式のものがある。手動式のものでは単動ジャッキ用と復動ジャッキ用のものがある。電動式油圧ポンプでは, 1 台のジャッキを操作する単動式と複数のジャッキを操作する連動式がある。

架設時に使用するジャッキは容量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こう上, こう下作業では各ジャッキ高さの相違により, 不均等荷重が作用しがちなので, 使用するジャッキの能力は反力の 1.5 倍から 2 倍の容量を有するジャッキを用いるのがよい。

橋梁の架設で橋桁をジャッキによりこう上, こう下するケースはあらゆる工法で設置高さ調整のため行われる。この場合, ジャッキの作用点は, 本体に傷がつかぬよう下フランジに鉄板 (またはライナープレート) を置き, 本体支点と同様に補剛材を設けて柱として耐えるようにし, 本体構造が座屈および局部変形しないよう応力照査を行わなければならない。

ジャッキをサンドル上にセットする場合は, ジャッキ基部に転倒防止用台座を設置する。転倒防止用台座は耐力に余裕のあるものを用いるほか, 上昇高さの違いにより構造物が傾斜したり, 基礎の沈下によりジャッキ自体が傾斜しようと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

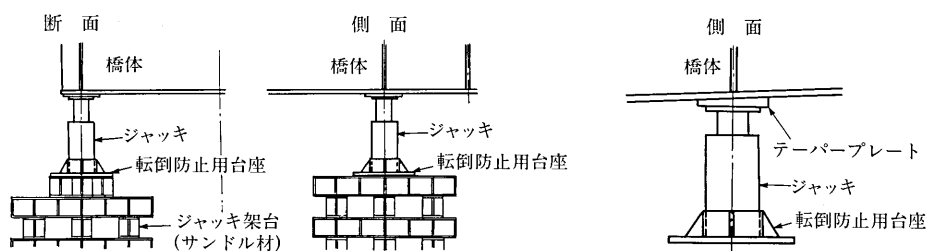


図 7.5.1

頭部に作用すると仮定する。

また、ほとんどの場合、ジャッキの盛替えを必要とするので盛替えのできる構造とするのがよい。

7.6 送出し設備

送出し設備に作用する鉛直荷重および水平荷重は、送出し設備の許容荷重を超過してはならない。また、荷重位置がずれて送出し設備から逸脱してはならない。

【解 説】 送出し設備は、架設中の橋桁を受け水平に移動させるもので、その主なものとして送出し装置、ローラー、台車、キャタピラー式送出し装置等がある。送出し装置は、滑り架台、鉛直ジャッキおよび水平ジャッキを組み合わせて架設中の橋桁を受け水平に移動させるものである。

送出し設備の耐荷力は、許容鉛直荷重のほか許容水平荷重や荷重の許容偏心量についても照査しなければならない。

送出し設備には据付け高さ誤差等により不均等荷重が作用することが多いので、計画鉛直荷重に対して1.5～2倍程度の容量を有する送出し設備を用いるのがよい。

送出し設備の摩擦抵抗や作業上の原因で水平荷重が作用する。このため、送出し設備のフランジや固定アンカーボルトは水平荷重に対して照査しなければならない。

荷重位置がずれて構造物が送出し設備から逸脱するおそれのある場合には防止装置を取り付けるのがよい。

橋梁において送り出す側の先端から到達側にローラー等を用いて送出しを行う場合があるが、この工法はローラー等の受点に非常に大きな局部応力が発生するので腹板の降伏、座屈に注意する必要がある。一方、送出し装置を用いる場合は、送り出す主桁の腹板の局部座屈に対しては、主桁を平面にて受けるので、ローラーのように主桁を線にて受ける場合に比べ補強が不要または少なくともすむ利点がある。このため、支持点反力が小さい短径間橋梁の架設には、ローラーを用いる。ローラーの耐力は1軸で200～300kN程度であり、2軸でボギー式のものが多く使用されている。

送出し設備の耐力、選定および数量は、送出し時の各ケースごとに反力を算出し衝撃荷重、不均等荷重を加味する。

7.7 台 船

使用する台船は、積載能力および吃水、幅、長さ、高さ等のほか曳航中の安定、荷重の集中と台船の強度および損傷の有無等を考慮して選定しなければならない。

【解 説】 輸送台船の選定における外的要因としては、積載物の重量、積載物の形状・寸法、台船の曳航条件、浜出し地点・架設地点の状況等があり、これらに対応して使用する台船を選定するには、積載能力および吃水、幅、長さ、高さ等の構造寸法ならびに台船の強度、曳航途中の安定性等を考慮しなければならない。

(1) 積載物の重量

積載物の重量は、台船の選定にあたり最も重要な選定要因であり、積載する架設ブロック等の重量を細かく確認する必要がある。

一般的には、積載物の重量に見合った積載能力を有する台船を選定することでよく、台船の負荷率といった基準は定められていないが、運搬する水域（平水、沿海、近海）に対して船舶復元性規則による台船の安定性が確保できるよう積載重量および台船を決定しなければならない。

台船の吃水は、浜出し・架設地点の状況（水深）および曳航時の台船の安定性に深く関連しているため、積載物による台船の吃水変化については十分に確認しておく必要がある。

「鋼橋海上（水上）架設工事マニュアル [技術編]」によれば、鋼橋における積載物重量 W としては一般的には次のようなものを考慮している。

$$W = W_0 + W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 \leq W_a$$

ここで、 W_a ：台船の許容積載重量

W_0 ：架設物重量＝架設部材＋付属物＋吊金具＋塗装重量等

W_1 ：架設資機材重量＝足場材＋保安設備＋その他

W_2 ：架設吊り具重量（吊り索、吊りビーム、平衡滑車等）

W_3 ：ラッシング設備重量

W_4 ：艀装補強重量（支持架台、補強、係留設備等）

W_5 ：部材上の仮置き機材重量（クレーン等）

(2) 積載物の形状・寸法

運搬に必要な台船の大きさは、積載物の寸法が台船の寸法に対しどのような状態になるかを考えて選定する必要がある。一般的には、積載物の寸法に対し、台船の寸法が大きいことが望ましいが、やむをえず積載物をオーバーハングさせる場合には各種の制約（護岸との関係、曳航条件、接岸要領等）に対して問題がないかどうかを確認しておく必要がある。以下に計画時点における台船選定時の参考として、オーバーハング量の目安を示す。

表 7.7.1 オーバーハング量の目安

海域区分	オーバーハング量	
	前方＋後方	幅方向
平水域	0.3L 以下	0
沿海（外海）域	0.2L 以下	0

※オーバーハング量については、各種条件を十分に考慮して決定すること。

L：台船の長さ

(3) 台船の構造および強度

台船はデッキ上に等分布荷重が作用するものとして設計されているので、鋼橋の架設工事で使用する場合には重量物をいくつかの支持点で局部的に受ける場合には、支持点の許容耐力により台船が決定されることがある。局部耐力が不足する場合には内部補強を行うか、支持要領の再検討を行う。全体耐力について

は、曳航中の波浪の影響による台船の動揺や台船のたわみによる浮力分布の変化も考慮して照査を行う必要がある。

(4) 台船の吃水

台船の吃水は、浜出し・架設条件および曳航条件、曳航時の安定計算等に深く関連してくるため、吃水の変化については、十分にチェックしておく必要がある。

一方、浜出し地点、架設地点はもちろん曳航途中の航路についても水深の調査を行い、必要吃水が確保できるかどうかを確認しておかなければならない。この場合曳航時については、気象・海象の影響による船体の動揺も考慮して水深の確認を行う必要がある。水深余裕量の目安としては0.5 m以上必要である。

(5) 台船の安定計算

台船の安定計算は、常時と強風時に対して行うものとする。安定は以下の式によって判定してよい。

1) 常時の安定計算

$$\overline{G_V M_T} = \overline{B M_T} + \overline{K B} - \overline{K G_V} > 0 \cdots \cdots \cdots \text{横方向安定}$$

$$\overline{G_V M_L} = \overline{B M_L} + \overline{K B} - \overline{K G_V} > 0 \cdots \cdots \cdots \text{縦方向安定}$$

ここで、 $\overline{G_V M_T}$ ：横メタセンター高さ (m)

$\overline{G_V M_L}$ ：縦メタセンター高さ (m)

$\overline{B M_T}$ ：横メタセンター半径 (m) = I_T/V

$\overline{B M_L}$ ：縦メタセンター半径 (m) = I_L/V

$$I_T = l \cdot b^3/12, \quad I_L = b \cdot l^3/12$$

V ：船舶の排水容積 (m³)

b ：船幅 (m)

l ：船体長 (m)

$\overline{K B}$ ：浮心高さ (m). 吃水 (D) の 1/2

$\overline{K G_V}$ ： $\sum M/W_V$ (m)

$$\sum M = W_{BR} \cdot \overline{K G_{BR}} + W_J \cdot \overline{K G_J} + W_B \cdot \overline{K G_B}$$

G_{BR}, W_{BR} ：部材の重心および重量

G_J, W_J ：艀装品の重心および重量

G_B, W_B ：船舶の重心および重量

G_V, W_V ：全体の重心および重量

B ：浮心 ($D/2$ としてよい)

D ：吃水

K ：船底位置

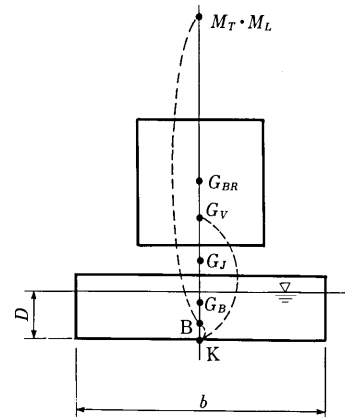


図 7.7.1

2) 強風時の安定計算

$$G_Z = M/V < G_{Z0}$$

ここで、 $G_{Z0} = \overline{G_V M_T} \sin \alpha$

G_Z ：風による傾斜偶力矩

M ：風による部材および船舶の転倒モーメント

V ：船舶の排水容積

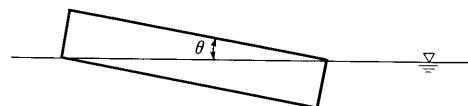


図 7.7.2

G_{Z0} : 許容傾斜時の静的偶力矩

α : 船舶 (台船) の許容傾斜角 = 0.8θ

7.8 大型搬送車 (ドーリー等)

大型搬送車 (ドーリー等) は、載荷重量物の重量、重心位置、荷台高さの変動を十分考慮したうえで選定しなければならない。

【解 説】 道路を跨ぐ橋梁や橋脚梁部材の架設において、長期間の車線規制を伴うベントによる仮受工法より、大型搬送車による一括架設工法を採用することで、道路の機能低下を最小限に抑えることができる。

大型搬送車を用いる一括架設工法の最大の特徴は、重量部材を地組ヤードから架設地点まで運搬し、大型クレーンを使用することなく架設ができることである。

この工法は、今後、工事の集中化、短時間化が望まれるなか、採用される機会も多くなってくる。ただし、この工法を採用するにあたっては、事前に以下の項目を十分に検討する必要がある。

- (1) 運搬経路およびその経路途中の既設構造物の耐力検討。
- (2) 地組ヤードは大型搬送車荷重に耐えられるように地盤改良を行い、地盤勾配は大型搬送車の走行時の安定性を考慮し、できるだけ平坦にする必要がある。
- (3) 大型搬送車の編成台数については、一括架設部材重量と架台重量を合わせた運搬重量より決定する必要がある。また、配置については、架設地点および架設地点までの道路幅員等の条件から決定する。
- (4) その編成における安定性については、運搬物の総合重心、風荷重、タイヤの変形による傾きを考慮し、安定限界勾配を求めて安定性の確認を行う必要がある。
- (5) 大型搬送車上の架台構造は、大型搬送車に均等に荷重分散できる構造にするとともに可能な限り軽い構造にする必要がある。

7.9 鉄塔およびベント

架設に使用する鉄塔およびベントは、十分な剛性および耐荷力を有し、点検、保守が行われているものでなければならない。また、現場に据え付ける際は部材に有害な曲り、損傷、腐食等のないことを確認し、その組立方法、組立順序等を十分に検討しなければならない。

【解 説】 鋼構造物の架設に使用する鉄塔は多くの場合、ケーブルクレーン、ケーブル直吊りまたは斜吊り設備に使用する。また、ベントは鋼構造物架設時の一時的な支えとして使用するもので、組立、運搬が簡単に行えるよう工夫されたものが多く、架設構造物の規模に対応できるよう作られている。すなわち、柱材間隔、高さおよび柱材断面の変化等が可能であるよう作られているものが多い。

(1) 点検、保守

架設用鉄塔およびベントは組立、解体、運搬を繰り返すので、部材や部品等が曲げられたり損傷を受けたりすることがある。また、保管の状態が悪いと腐食したり損傷を受けやすく不十分な整備、補修が繰り返されると非常に危険であり、点検と保守を行っておかなければならない。

(2) 組立

鉄塔およびベントを組み立てる場合、組立条件が悪いと曲がったりねじれたりするので、事前に組立方法、順序を検討するのがよい。柱材、梁材、その他付属品等は組立に先だって、耐荷力に影響する曲り、損傷、腐食等のないことを確認する。また、柱材および梁材等は組立途上で曲り、ねじれが生じないように正確に組立を行い、添接部は組立に先だって清掃しボルト締めする。

アイバー、シーブ、滑車、サドル等の鉄塔付属品は、その鉄塔に合ったものを使用し正確に取り付ける。また、支承ピン、索止ピン等は正しい方法で締め付け、脱落、緩み等が生じないように注意しなければならない。

(3) 据付け

基礎構造物へ据え付ける場合は水平力、揚力等を検討し、適宜アンカーボルト等で基礎構造物と緊結する。

アンカーボルトは曲げたりしないよう施工し、十分な埋込み長を確保して締め付ける。鉄塔およびベントのベースプレート、支承等は基礎構造物と密着するよう施工し、不陸、偏心、傾斜等が生じないように据え付ける。

鉄塔のベース、支承は回転変位に対し無理な力が生じないことを確認し据え付けなければならない。

7.10 手延機、架設桁

手延機および架設桁は十分な剛性および耐荷力を有し、有害な変形、損傷、腐食等がないものを使用しなければならない。

また、組立は耐荷力、機能に影響しないよう正確に行わなければならない。

【解 説】 手延機、架設桁の使用目的は異なるが、構造、機能的に大差がなく、ともにプレートガーダーおよびトラス桁形式のものがある。

(1) 手延機

手延機は橋桁等を橋台、橋脚間等に送出し工法等で架け渡す場合、架設しようとする桁の先端に（まれには後端に）取り付けて全体が転倒しないよう架け渡すための補助桁である。

(2) 架設桁

架設桁は鋼構造物の架設において使用範囲の広い多目的汎用機材であり、ねじれに対し弱いものが多いので注意を要する。手延機と異なる点は、桁に重量物を直接載荷する点であり、集中荷重に対する検討が必要である。また、台車等を走行させるためレール等を取り付けたものが多い。その他、トラス桁では組立、解体が容易にできるようピン結合構造としたものもある。

(3) 手延機および架設桁組立時の注意事項

- 1) 組立にあたっては、あらかじめ組立方法、順序を検討する。
- 2) 組立に先だって、主部材および付属品等に耐荷力、機能に影響する曲り、損傷、腐食等のないことを確認する。
- 3) 組立中は曲り、ねじれ等が生じないように確認するとともに、組立完了後は、たわみ、支間長、連結構との取り付け角度等が計画どおり組まれていることを確認する。
- 4) 対傾構、横構、支材等は組立完了後、ボルトの締め忘れ、ターンバックル等の締付け不足がないよう点検する。
- 5) 添接に高力ボルト接合を採用している場合は、添接部のケレン、清掃およびボルトの締付け管理を行う。

わなければならない。

- 6) 架設桁の組立で段差が生じると台車等の走行に支障があるばかりでなく、衝撃力が大きくなるので注意が必要である。

7.11 足 場

架設には「労働安全衛生規則」に準拠した足場を使用し、その積載荷重（載荷荷重）限度を明示するとともに、通路、手すり、柵、階段等の安全設備を設けたものでなければならない。足場に使用する材料は「JIS 規格」等に適合したものを使用するのがよい。

【解 説】

(1) 足場の種類¹¹⁾

足場は部材の組立、解体、塗装、ボルト締め等の作業を行うために設けた作業床およびこれを支持する支柱等の仮設構造物である。足場は一般的に形状、構造、用途等により図 7.11.1 のように分類される。

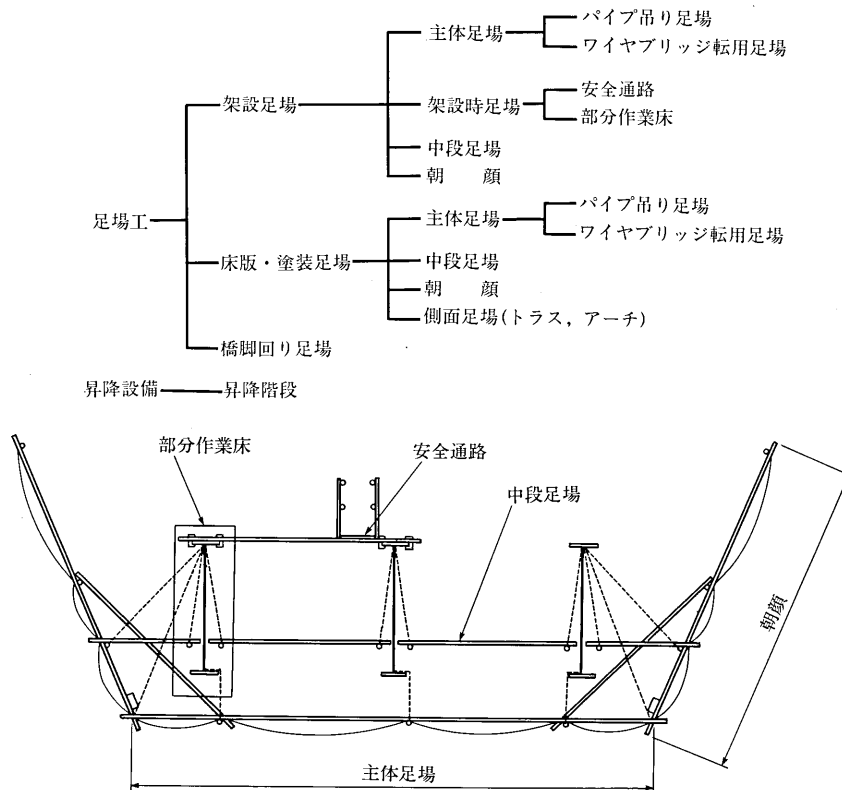


図 7.11.1 足場の分類

(2) 足場材料

足場には木製と金属製があるが、強度的な信頼性、組立・解体の容易性、安全性等から金属製のものが多く使用されている。

足場材料を選ぶとき、次の点を検討することが望ましい。

- 1) 強度（信頼性）
- 2) 作業性（組立・解体作業の難易度、安全性）

3) 使用期間（期間の長短による強度低下）

4) 入手の難易度

5) 外観（周辺の条件等）

主要足場材料と適用規格を次に示す。

1) 合板足場板

日本農林規格（JAS），厚生労働省規格

2) 鋼製足場板，アルミ足場板

（社）仮設工業会認定品

3) 単管足場用鋼管

JIS G 3444「一般構造用炭素鋼鋼管」，厚生労働省規格

JIS G 3466「一般構造用角形鋼管」，厚生労働省規格

4) 単管足場用付属金具

JIS A 8951「鋼管足場」，厚生労働省規格

5) 枠組足場

JIS G 3444，JIS A 8951，厚生労働省規格

6) 吊りチェーン

厚生労働省規格

(3) 足場の組立・解体

吊り足場の組立・解体作業は特に危険を伴う作業であるが，近年，事前に地上にて地組立を行い，一括にて吊上げ，吊下げを行い，組立・解体時の危険を低減できる製品も開発されている。

7.12 ゴンドラ

ゴンドラは「ゴンドラ安全規則¹⁴⁾」，「ゴンドラ構造規格¹⁵⁾」に基づいて製造，設置されたものを使用しなければならない。

【解 説】

(1) ゴンドラの種類

ゴンドラは，適当な方法で吊り下げた作業台を昇降させ作業を行うための昇降装置である。ゴンドラはその昇降の方法，機構，使用目的により多くの種類があるが，大別すると図 7.12.1 のようなものがある。一般に架設工事に使用するゴンドラは「仮設ゴンドラ」が多く，工事完了後撤去する。

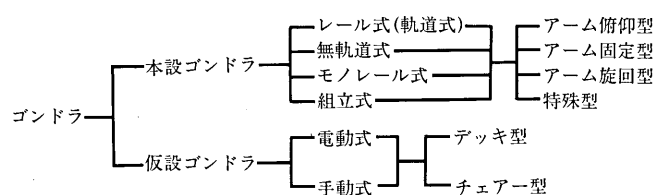


図 7.12.1 ゴンドラの種類

(2) ゴンドラ使用上の制約

ゴンドラは「ゴンドラ安全規則¹⁴⁾」,「ゴンドラ構造規格¹⁵⁾」の規制を受ける。ゴンドラを使用する場合の主な規制を示すと次のとおりである。

- 1) 労働災害防止措置をとらなければならない。
- 2) ゴンドラ構造規格に適合したゴンドラを使用しなければならない。
- 3) 製造検査または使用検査を受けたものでなければならない。
- 4) ゴンドラ検査証の有効期間は1年で、この期間内に性能検査を受け、期限の更新を受けなければならない。
- 5) 定期自主検査を行わねばならない。
- 6) ゴンドラ取扱員は、安全のための特別教育を受けなければならない。

7.13 高所作業車

高所作業車は「労働安全衛生規則」に従って、使用しなければならない。

【解 説】

(1) 高所作業車の種類

高所作業車は、屋内外の地盤面から支えられた作業台を昇降させ作業を行う、支え足場である。高所作業車は、走行体、機構、使用目的により、多くの種類があるが、大別すると図 7.13.1 のようなものがある。

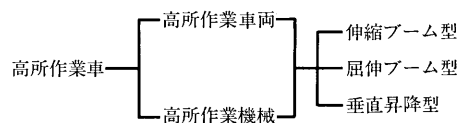


図 7.13.1 高所作業車の種類

(2) 高所作業車使用上の制約

高所作業車は、「労働安全衛生規則」の規制を受ける。主な規制は次のとおりである。

- 1) 運転者は作業床の高さに応じて技能講習または特別教育を受けなければならない。
- 2) 特別教育を行った事業者は、修了者、科目等の記録を作成して、これを3年間保管しなければならない。
- 3) 使用する高所作業車の種類および能力、作業方法を関係者に周知徹底すること。
- 4) 作業計画を定め、作業指揮者を選任すること。
- 5) 1 カ月以内ごとに1回、定期的に自主検査を行うこと。

7.14 移動型 枠

移動型枠はその重量が大きく、選定にあたっては主桁の安定性と床版打設時の変形性を十分検討して選択しなければならない。

【解 説】 PC 床版を有する少数主桁の場所打ち床版施工には、施工の機械化、省力化を図る設備として移動型枠が採用されている¹⁶⁾。移動型枠は、型枠支保工、作業床および緊張用足場を有し現場作業の機械化・自動化の推進により作業の安全性を図ることができる。以上のことから、場所打ち PC 床版施工は、移動型枠を用いたサイクル施工が標準となっている。

これまでに施工実績のある我が国の移動型枠の打設長は 10～15 m 程度であるが、サイクル施工を行う場合は、床版施工期間、打設ブロック長を考慮のうえ移動型枠を計画する必要がある。

移動型枠は、自重、作業荷重をはじめ、作用すると予想される各々の荷重に対して十分に余裕を持たせなければならない。

型枠支保工の許容たわみ量は床版の仕上がり精度との関係から 5 mm 以下が望ましい。

移動型枠自体かなりの重量を有するため、使用に際しては、床版施工時の鋼桁全体座屈や腹板局部座屈など鋼桁安定性の検討が必要となる。床版コンクリートの施工においても、既設コンクリート床版の橋軸方向引張応力度が極力小さくなるような打設順序を検討する必要がある。

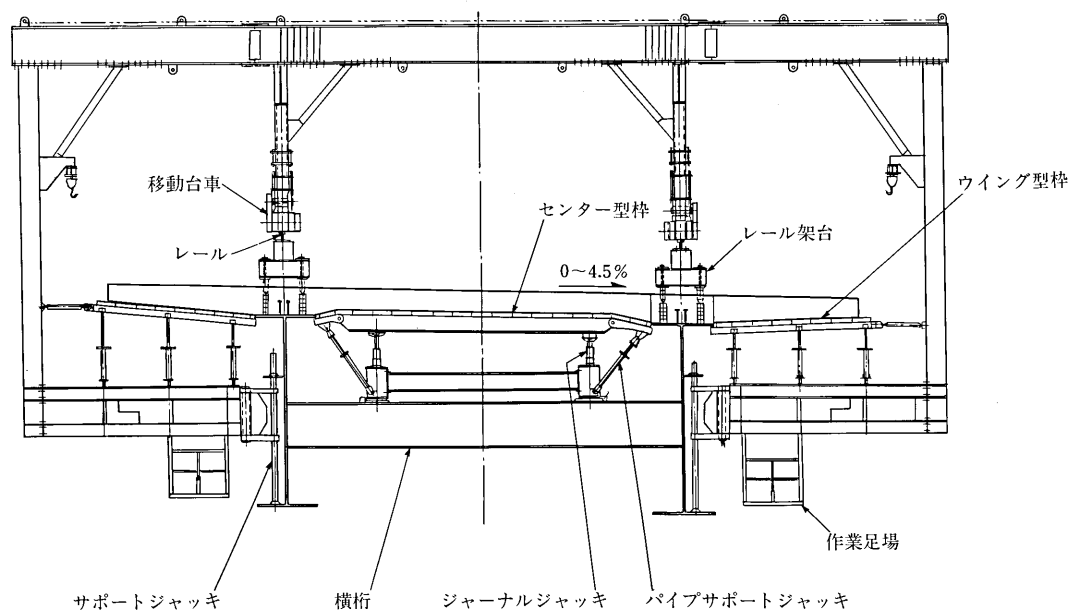


図 7.14.1 移動型枠構造概要図

7 章の参考文献

- 1) 厚生労働省：クレーン等各構造規格
- 2) 厚生労働省：クレーン等安全規則
- 3) 厚生労働省：労働安全衛生法
- 4) 厚生労働省：労働安全衛生規則
- 5) 日本機械学会：クレーンの電動機出力計算基準分科会成果報告書，1983.
- 6) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説，JASS 2 架設工事，1994.
- 7) 日本橋梁建設協会，日本海上起重技術協会：鋼橋海上（水上）架設工事マニュアル [技術編]，1992.
- 8) ISO : Cranes-Wire ropes-Code of practice for examination and discard, ISO 4309 : 1990, 1990.
- 9) 日本道路協会：小規模吊橋指針・同解説，昭和 59 年
- 10) 鎌田他：ワイヤロープの端末加工・継手部強度の確認試験，三菱重工工事技報，Vol.4, pp.83-89, 2000.
- 11) 日本橋梁建設協会：足場工・防護工の構造基準，平成 8 年
- 12) 建設業労働災害防止協会：ジャッキ式つり上げ機械の安全作業マニュアル
- 13) 日本橋梁建設協会：わかりやすい鋼橋の架設，平成 9 年
- 14) 厚生労働省：ゴンドラ安全規則
- 15) 厚生労働省：ゴンドラ構造規格
- 16) 日本橋梁建設協会：PC 床版施工マニュアル 場所打ち PC 床版編，平成 11 年