

A6 事故事例

鋼構造物の架設施工時における事故は、死傷者を出すなど大きな被害を及ぼす場合がある。事故事例には多くの問題点が含まれているが、同種の事故を繰り返さないためには、これらの問題点を検討し再発防止に努めていく必要がある。

施工時における事故を防止するための資料として、以下に示す代表的な事故事例について、それぞれの概要と発生原因を紹介するとともに、同種事故の再発防止対策および本指針における関連項目を示す。

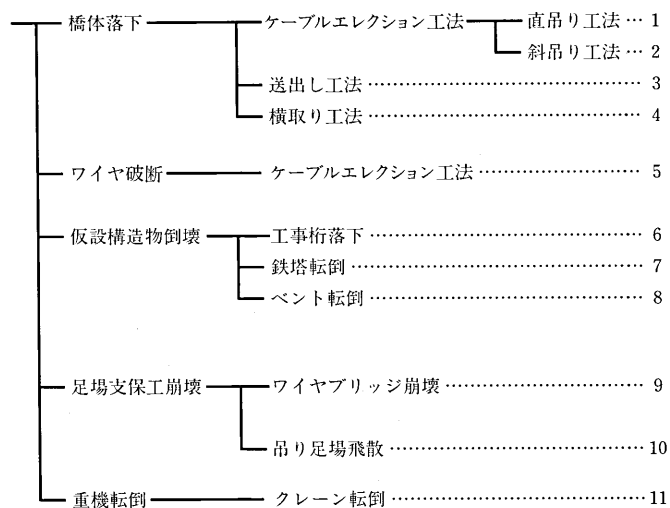


図 A6.0 代表的な事故事例

1 橋体落下.....ケーブルエレクション工法.....直吊り工法

上路トラス桁の架設完了間近で、上弦材の閉合部材を落とし込むため、事故当日は、後方索で鉄塔をセットバックする作業を行っていた（桁長 77 m、質量 210 t）。A₁ 側のセットバック作業が完了したとき、A₂ 側下流側のメインロープが鉄塔頂部で滑り、トラスが下流側に回転しながら谷に落下した。作業員 1 名が死亡、重傷 1 名、2 名が軽傷を負った。ワイヤロープ、ワイヤグリップに損傷はなく、グリップ部でワイヤが滑ったものと推定される。

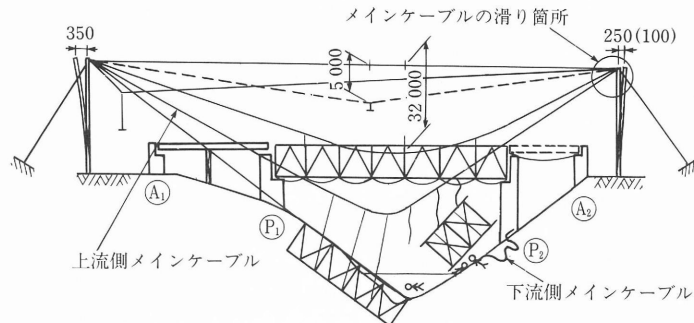


図 A6.1 事故の状況

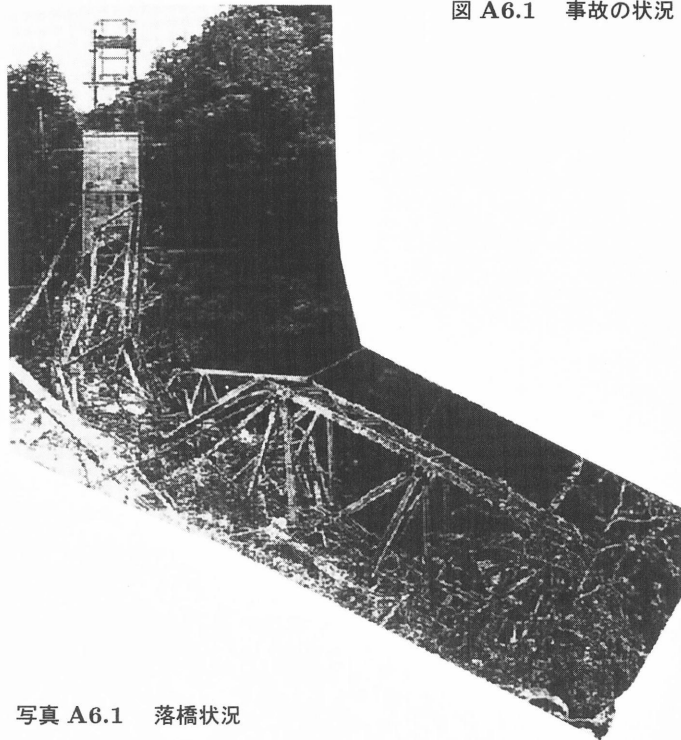


写真 A6.1 落橋状況

概要

原因

- セットバック作業時にメインロープの塔頂部のグリップ部で滑りが生じた原因として、以下のことが考えられた。
- 1) セットバックの載荷速度が速いと滑りが発生することが実験で確認されている。
 - 2) 数日來の降雨でワイヤグリップが滑りやすくなっていた可能性もある。
 - 3) グリップの点検、増し締めが行われていなかった。

再発防止対策

- 1) ロープ張力の大きい閉合時のキャンバー調整は、ロープ張力の増加するセットバックを極力避け、吊り索の長さで調整できるように、架設形状管理を徹底する。
- 2) セットバック作業を行う場合は、急激なジャッキ操作は行わない。
- 3) ロープ末端の適正な処理を行う。
- 4) ワイヤグリップの締付けのトルク管理を行う。
- 5) 張力の増す各架設段階ごとに、ワイヤの滑りなどを点検し、増し締めをする。
- 6) 点検設備の整備（グリップ増し締め・点検用作業床の確保）

関連項目

- 4.5.8 直吊り設備
- 5.1.3 架設途中の測量
- 7.4 ワイヤロープおよび付属品

2 橋体落下.....ケーブルエクシジョン工法.....斜吊り工法

A₁側のアーチリブは、前日までに4ブロック目を架設し、事故当日は、フォワードケーブル(S₂)を(S₄)に盛り替える作業をしていた。

午前中に、東側のフォワードケーブルの盛り替えを完了し、西側の(S₂)を(S₄)へ盛り替えようと、(S₂)の取付け金具を外そうとしたとき、架設済みのアーチリブ(長さ41m、質量約100t)が約50m下の谷へ落下した。アーチリブ上で作業していた作業員3名が落下したが、ワイヤブリッジに引っかかり、谷底への転落は免れたものの重傷を負った。

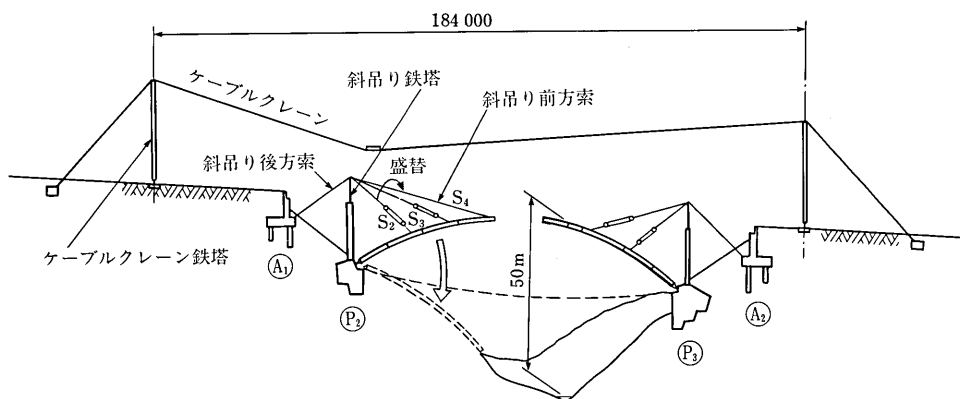


図 A6.2 事故の状況

概要

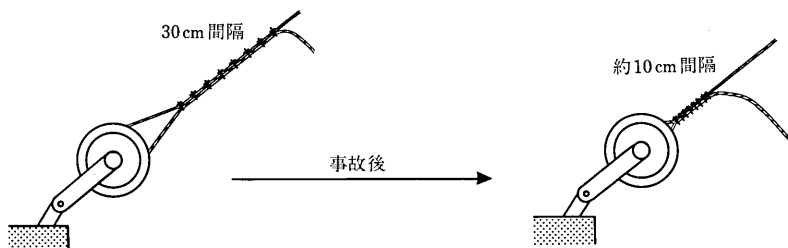
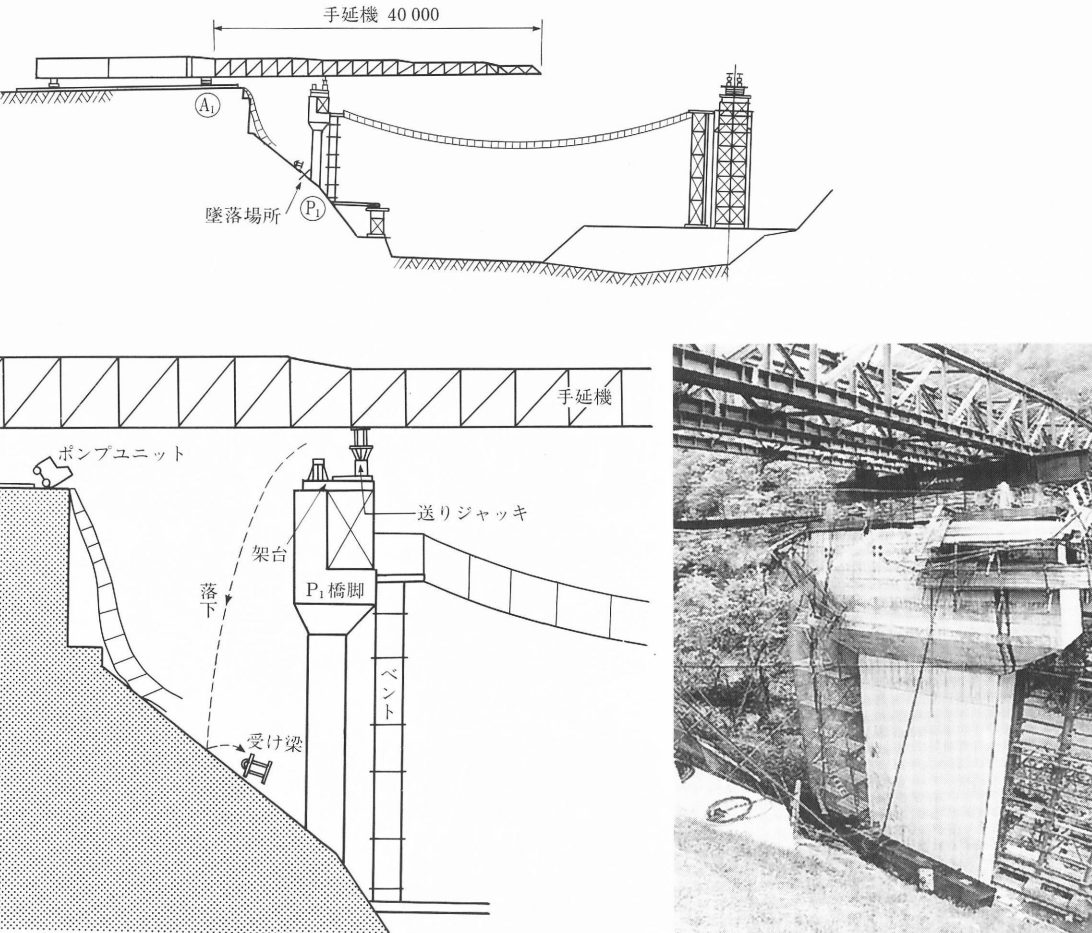


図 A6.3 ワイヤグリップの滑り

原因	後方索のワイヤグリップ部でワイヤが約5m滑った。この原因として、以下のことが考えられた。 1) グリップの締付け管理が不十分であった。 2) 日常点検、増し締めが行われていなかった。
再発防止対策	1) ワイヤグリップの締付けのトルク管理を行う。 2) 張力の増す各架設段階ごとに、ワイヤの滑りなどを点検し、増し締めをする。 3) 点検設備の整備(グリップ増し締め・点検用作業床の確保) 4) 後方索に調整装置を設け、斜吊り鉄塔の鉛直度、ワイヤ張力の管理が行えるようにする。
関連項目	4.5.9 斜吊り設備 5.1.3 架設途中の測量 7.4 ワイヤロープおよび付属品

3	橋体落下..... 送出し工法.....
概要	<p>2 径間連続箱桁を左岸ヤードから右岸へ送り出し、手延機を約 40 m 送り出した段階で事故が発生した。橋脚上の仮受けジャッキ上に受け梁を設置して桁をジャッキアップし、送り装置のストロークを戻す作業中に、突然、桁が送りヤード側に戻るように移動した。</p> <p>このため、仮受けジャッキ上の受け梁（長さ 9 m、幅 90 cm、質量 8 t）が、桁に追従する形で回転を起こし、ワイヤブリッジ上に落下した。その衝撃でワイヤブリッジのワイヤが切断され、受け梁は地上まで落下した。そのとき、足場上で作業していた作業員 3 名が河原に落下して、1 名が死亡、2 名が重軽傷を負った。</p>  <p style="text-align: center;">図 A6.4 事故の状況</p> <p style="text-align: right;">写真 A6.2 落下した受け梁</p>
原因	<ol style="list-style-type: none"> 1) 桁が戻った原因は不明。 2) 後方台車の車輪止めがされていなかった。 3) 橋脚上の送り装置、ジャッキが橋脚に固定されていなかった。
再発防止対策	<ol style="list-style-type: none"> 1) 送り装置・仮受けジャッキは、リブ補強された H 形鋼上に設置し、H 形鋼は橋脚にアンカーをとって固定する。 2) 送り装置と H 形鋼は、ずれ止めを行う。 3) 仮受けジャッキは、転倒防止用台座に収納し、なおかつ H 形鋼とは、ずれ止めを行って使用する。 4) 台車には、必ず車止めを設置する。 5) 各支点で連絡を取り合いながらジャッキアップ作業（盛替え）を行い、急激なこう上・こう下を行わないことを周知徹底する。
関連項目	<p>4.2.8 照査水平荷重 4.2.10 摩擦力 5.4.3 送出し作業 5.4.5 こう上・こう下作業 7.5 ジャッキ、転倒防止用台座 7.10 手延機、架設桁</p>

4 橋体落下.....横取り工法.....

2 径間連続箱桁を6分割したものをクレーンにより揚重してペント架設し、横取り工法により所定位置まで移動した後、こう下して桁を据え付ける作業中に事故が発生した。

事故当日は、橋脚上の所定位置まで横取りした主桁（長さ63m、質量59t）を、支承上にこう下する作業を行っていた。東側橋脚、中央橋脚の順に1回目のこう下を終えて、西側橋脚で主桁をジャッキアップし、仮受け架台の組替えを行っていたが、突然、主桁を支持していたジャッキと架台が耐力を失い崩壊した。

ジャッキの支えを失った主桁は回転しながら、橋脚下の県道に落下し、県道上で信号待ちしていた車両を押しつぶした。第三者10名を含む15名が死亡、8名が重傷を負った。

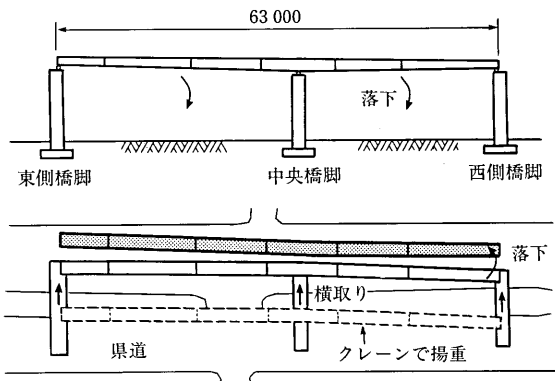


図 A6.5 事故の状況

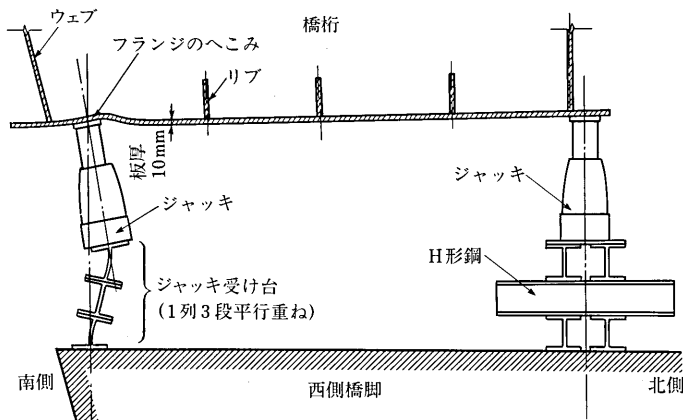


図 A6.6 西側橋脚上のジャッキと架台の設置状況

原因

- 1) ジャッキ受け台のH形鋼が、リップで補剛されていなかった。
- 2) 設置スペースがないためH形鋼が、1列3段に積み重ねられていたため、井桁状に組んだ場合に比べ不安定であった。
- 3) ジャッキの受け点が補剛されていないため、変形した。
- 4) 作業員が作業に不慣れであった。
- 5) 作業手順、作業指揮体制が明確でなかった。

再発防止対策

- 1) ジャッキの受け点、架台の補剛を行う。
- 2) 桁の転倒防止機構を設置する。
- 3) 作業手順、作業指揮体制を明確にする。
- 4) 熟練者の配置。
- 5) 交通規制による第三者災害の防止。

関連項目

- 4.4.3 仮支点部
- 5.4.5 こう上・こう下作業
- 6.3.7 交通規制
- 7.5 ジャッキ、転倒防止用台座

概要	<p>5 ワイヤ破断.....ケーブルエレクション工法.....</p>
	<p>ケーブルクレーンの組立中、横行ワイヤの滑車がよじれていたため、滑車のよじれを戻そうとして横行ワイヤを鉄塔側に引き寄せたところ、①の位置までキャリヤブロック（上部）を巻き上げたときに、よじれが自然に戻った。 その直後、巻き込んだ横行ワイヤ（φ22）と段取りワイヤ（φ16）との継目が抜け、キャリヤが①→②→③と逸走した。逸走したキャリヤブロックは、つながれていた巻き上げワイヤを介して、ローディングブロック（下部）とともに橋台まで引きずられた。そのとき、脇で巻き上げ索の介錯をしていた作業員も橋台まで引きずられ、作業員はローディングブロックの下敷きになり1名死亡した。</p>
	<p>図 A6.7 現場の状況</p>
<p>図 A6.8 A₁ 鉄塔付近拡大図</p>	
<p>図 A6.9 キャリヤブロックの引き寄せ</p>	
<p>原因</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 横行ワイヤ（φ22）と段取りワイヤ（φ16）のショートスプライスの編み込みが丸差し3回であった。 2) 横行ワイヤの滑車がよじれていた。 3) ショートスプライスについて管理者・監督員・作業員の知識および点検が不足していた。 	
<p>再発防止対策</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 異径ワイヤのショートスプライスの適用、加工方法、管理等について作業標準を作る。 2) メインワイヤ、横行ワイヤの緊張前に各種滑車の状態を確認する。 3) ワイヤ加工に関する教育の実施。 	
<p>関連項目</p> <p>6.3.1 安全管理 6.3.2 安全管理体制 7.4 ワイヤロープおよび付属品</p>	

6 仮設構造物倒壊.....工事桁落下.....

事故当日は、桁の送出し架設に使用した工事桁（長さ 18 m、幅 6 m、質量 47 t）を解体し、地上に降ろす作業をしていた。架設した桁上の作業台車の 4 隅に配置したワイヤクランプ方式センターホールジャッキからワイヤを介して工事桁を支持し、解体後地上に降ろす途中で、工事桁と作業台車が約 60 m 下の地面に落下した。台車に乗っていた 8 名のうち 7 名が死亡、1 名が負傷した。

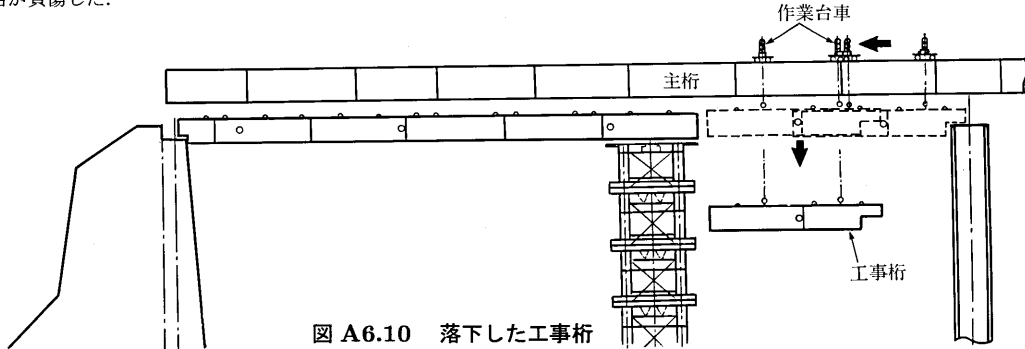


図 A6.10 落下した工事桁

概要

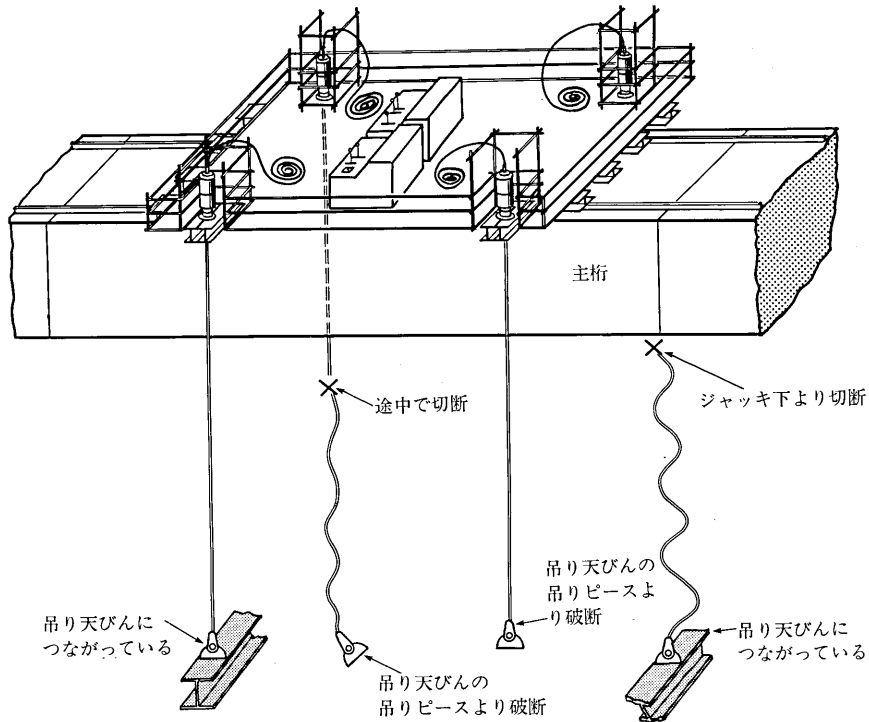


図 A6.11 作業台車の状況

原因	<ol style="list-style-type: none"> 1) 4 台のジャッキの上側ワイヤクランプが解放された状態で、下側ワイヤクランプを操作する油圧ポンプのレバーが倒れたことが事故の引き金になった。 2) 上下のワイヤクランプの同時解放を防ぐインターロック機構が備わっていなかった。
再発防止対策	<ol style="list-style-type: none"> 1) すべての荷重保持機構が、同時に解放することを防ぐ機構を備える。 2) ジャッキ、架台が必要な強度を有し、固定方法を確立する。 3) 吊り材に十分な安全率を見込む。 4) 作業員への教育。 5) 作業計画の作成と周知徹底。 6) 作業区域への立ち入り禁止処置。
関連項目	<ol style="list-style-type: none"> 4.3.1 安全率の標準 4.5.5 吊金具 7.3.1 クレーン車 7.4 ワイヤロープおよび付属品 7.5 ジャッキ、転倒防止用台座

<p>7</p>	<p>仮設構造物倒壊..... 鉄塔転倒.....</p>
<p>概要</p>	<p>ケーブルクレーンの門形鉄塔解体工事で、塔頂サドルを外し、続いて塔頂梁を外した後、鉄塔の水平梁を外すため、梁を25tラフタークレーンで吊り上げたとき、下流側鉄塔が山側に傾き、橋体側ワイヤグリップ（5個）が滑って鉄塔が山側に倒れだした。その勢いで作業員が上がっていた上流側鉄塔が橋体側に倒れだした。作業員は倒れた鉄塔につかまったが、途中で床版コンクリート上に飛び降り（約4m）受傷した。</p> <p>図 A6.12 事故の状況</p>
<p>原因</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) ワイヤグリップの締付けが確実でなかった。 2) 控え索の張力が不均一であった。 3) クレーンでの吊込み作業で、鉄塔に水平力を与えた。
<p>再発防止対策</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 鉄塔解体前に鉄塔基部を転倒防止材で固定するか、仮の横継材を下部に入れる。 2) 鉄塔上部に水平力を作用させて、控え索の強度を検討する。 3) 吊り荷の重心を確認する。 4) 解体手順書の作成と周知徹底を図る。
<p>関連項目</p>	<p>4.2.1 荷重の種類 4.3.1 安全率の標準 7.4 ワイヤロープおよび付属品</p>

8 仮設構造物倒壊.....ペント転倒.....

ペント（高さ 5 m，6 本支柱）の解体中に発生した事故である。
 基礎は鉄板，基礎梁は各 1 本であった。ペントの上部サドル，受け梁部を撤去した後，柱部の撤去作業に移り，6 支柱のうち 4 支柱は，2 支柱の面材で撤去した。残りの 2 支柱は，クレーンの能力不足により単材撤去をした。
 最後の 1 本の撤去で，作業者がペントにのぼり安全帯を付け，玉掛け作業をする直前にペントが倒れ，作業者も一緒に倒れ負傷した。

概要

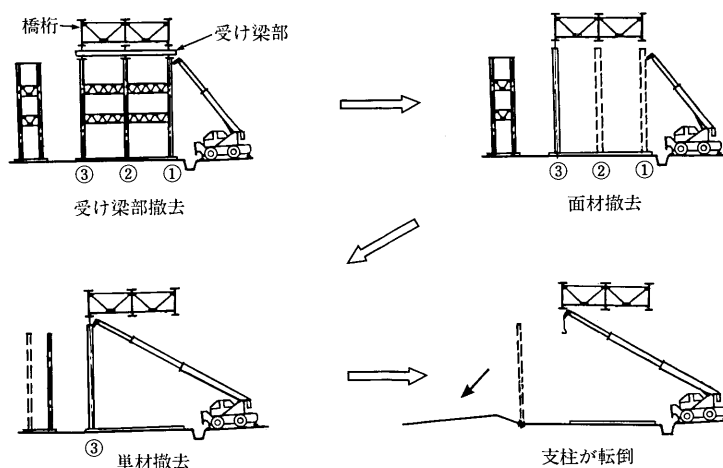


図 A6.13 ペントの解体手順

- 原因
- 1) 基礎梁が 1 本であるにもかかわらず，転倒防止をしていなかった。
 - 2) 最初の 2 面の解体と同様の感覚で作業を進めてしまった。
 - 3) 作業変更（面材撤去から単材撤去に変更）に伴う，詳細な作業指示がなかった。

- 再発防止対策
- 1) ペント基部の転倒防止処置を図る。
 - 2) 仮設備設計時にペント解体を考慮して設計する。
 - 3) ペント解体の作業手順書の作成と周知徹底を図る。

- 関連項目
- 4.5.1 仮設構造物の設計
 - 6.3.1 安全管理
 - 6.3.2 安全管理体制

<p>概要</p>	<p>9 足場支保工崩壊.....ワイヤブリッジ崩壊.....</p> <p>ケーブルエレクションのために、橋脚間にワイヤブリッジを設置する際に発生した事故である。 事故前日に、各橋台上に4カ所の金具をそれぞれ4本のアンカーで固定して、ワイヤを張り渡し、安全ネットの取付けを完了していた。 事故当日、橋脚から約22m地点まで転がしパイプを取り付けた段階で、P₂側の2カ所のアンカー金具がはずれワイヤブリッジが大きく傾いた。ワイヤブリッジ上で作業していた5名のうち、3名が15m下の谷へ転落、1名は安全帯を使用して転落を免れ、もう1名は安全ネットにしがみついで助かった。(死亡2名、負傷者1名)</p> <p style="text-align: center;">図 A6.14 事故の状況とアンカーの施工状況</p>
	<p>原因</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 打込み式のコンクリートアンカーが抜けた。 2) 本来打ち込んだ際に拡張される部分が十分に広がっていなかった。 3) アンカーの施工が不良だったと推定される。 4) 設計には問題がなかった。 <p>再発防止対策</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) せん断、引抜きに対して、より確実なケミカルアンカーを使用する。 2) ケーブルエレクション工法で検討されている場合は、下部工事でアンカーを埋め込む。 3) 安全帯用のワイヤを独立して設置する。 <p>関連項目</p> <p>4.5.10 アンカーフレーム</p>

10 足場支保工崩壊.....吊り足場飛散.....

長大橋に隣接する高架橋の建設現場で、台風による強風にあおられて吊り足場の作業床が飛散した。事故当日、現場近辺の最大風速（10分間平均、高架橋桁付近）は35m/sであった。

発注者は足場の損傷状況や現場近辺の実測値から風向・風速を推定し、作業床の飛散メカニズムを風洞実験で検証した。その結果、風向きが橋軸に対して30～50度の範囲で、吊り足場の作業床上向きに風荷重が生じることがわかった。そのメカニズムは、橋脚に遮られてよどんだ風が後から吹いてくる風に当たって圧縮され、その際に生じる風圧によって作業床が押し上げられ飛散したというものであった。風洞実験では、35m/sの風で作業床に最大約150N/m²の上向きに荷重が発生していた。

そのため、近接工区では、事故事例を参考にして、吊り足場の作業床に働く上向きに風荷重に耐えられるような配慮を図った。ポイントは、単管パイプを介して、足場の作業床と主桁の下フランジを連結したことである。

概要

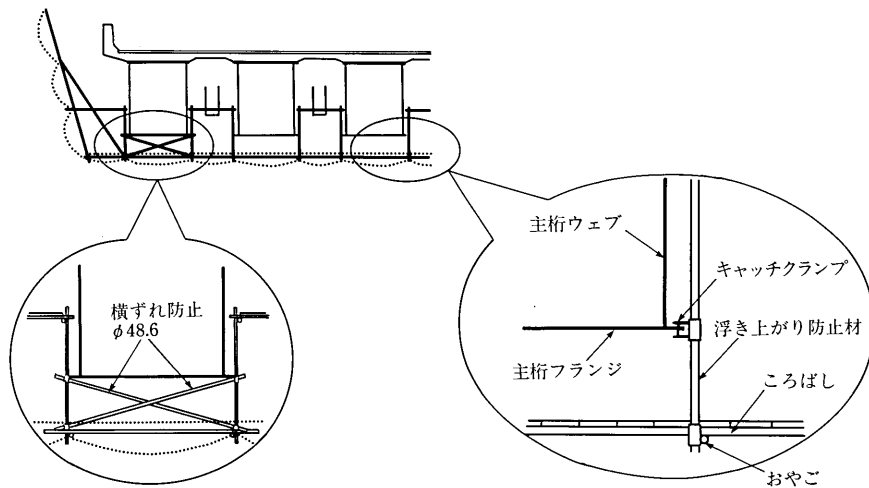


図 A6.15 吊り足場の飛散対策

原因	<ol style="list-style-type: none"> 1) 想定以上の風が吹いた。 2) 台風のため風向が変化し、ある特定の風向で橋脚の影響から吹き上げの風が生じた。 3) 風洞実験の結果より、作業床に最大 150 N/m² の上向きに荷重が加わったこと。
再発防止対策	<ol style="list-style-type: none"> 1) 吊り足場の作業床に作用する上向きに荷重に耐えられるように吊り足場を補強する。 2) 単管パイプを介して足場の作業床と主桁の下フランジを連結する。 3) 足場に作用する風荷重を低減するため、作業床に開口部を設ける。 4) 風荷重は架設地域、地形、季節を考慮して設定する。 5) 鉄道や道路など重要な交差部では、設計風速を大きく設定する。
関連項目	<p>4.2.4 風荷重 7.11 足場 付属資料 A1 架設時の風の影響 参照：JH 名古屋建設局（現中部支社）構造技術課、「高橋脚を有する足場工の設計・施工指針」, H7 年</p>

11 重機転倒.....クレーン転倒.....

地組桁をトラッククレーン右後方で吊り上げた後、所定位置に据え付けるため、左旋回したとき、フロントジャッキ部が養生敷鉄板ごと沈下し、クレーンが右前方に傾いた。その反動でメインブーム 4 段目が折損した。

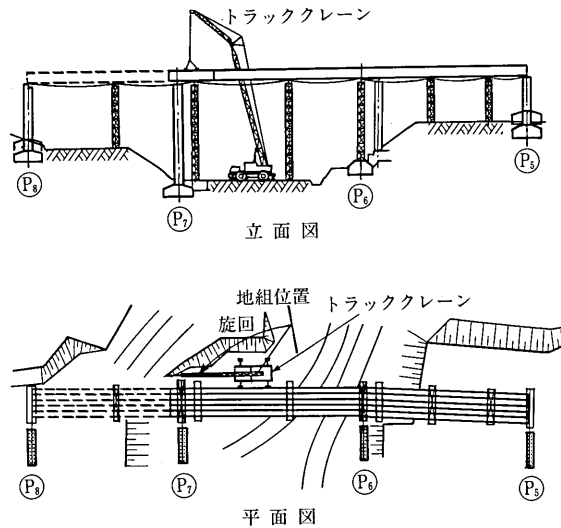


図 A6.16 事故の状況

概要

原因	1) アウトリガー部の地耐力不足.
再発防止対策	1) 地盤に応じたクレーン機種を選定. 2) アウトリガー反力の把握. 3) 地耐力の確認. 4) 養生の検討と実施.
関連項目	6.1.1 仮設建造物の検査と記録 7.3.1 クレーン車