

第 8 回 緊張作業時の安全管理

講師：川上 毅*

はじめに

前回の講座まで、プレストレッシングに関する計算方法、管理図の作成および施工について説明してきました。

今回は、これまで行ってきたプレストレスの導入に関する解説から少し着目点を変えて、緊張作業時における安全対策について事故例の紹介を交えながら解説します。

1. 安全対策の基本事項

プレストレッシングによって引張力が与えられている PC 鋼材は、主桁の場合で PC 鋼材 1 本あたり約 100 ～ 300 t/本と、非常に大きなエネルギーを保有しており、万が一 PC 鋼材の破断や、定着具・接続具またはジャッキが破損した場合には、エネルギーが急激に解放されることとなります。その結果、破損した使用材料や機器類が周囲へ飛散し、作業員の人命にかかわる事故や第三者に被害を与える事故を発生させることが懸念されます。

プレストレッシングの施工はこのように危険を伴う作業であるため、第三者はもちろん、直近で施工を行う作業員に対する安全対策を講じて作業を行わなければなりません。

1.1 防護板の設置

PC 鋼材に導入する引張力は非常に大きいので、ジャッキの背面には、万が一に備えて防護板を設置する必要があります。また、緊張作業中は、ジャッキの背面に人が立ち入らないように防護することも必要です。

1.2 足場の設置

高所で行われることが多い緊張作業では、作業性を考慮して作業員が墜落しないような広さの足場を設ける必要があります。また、足場を長期に存置する場合や荒天後に作業を行うときには、足場の点検を行うことが重要です。

1.3 保護具の着用

PC 鋼材やジャッキに直接触れて作業を行う作業員は、安全帽、手袋、安全靴、作業衣などを正しく着用して作業しなければなりません。

1.4 標識による告知

緊張作業中であることを、第三者や周辺の他の作業に従事している作業員に知らせるために、標識を掲げる必要があります。

2. 緊張作業時に講じる安全対策

緊張作業時の手順を追いながら、必要となる安全対策について解説します。図 - 1 に施工フローと安全管理の着目点を示します。

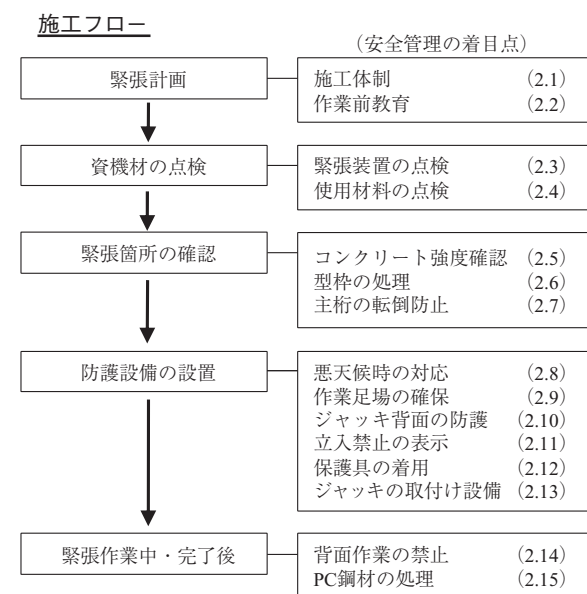


図 - 1 施工フロー

2.1 施工体制

施工の管理者には、PC 工事の重要性を理解し十分な施工経験を有する者を配置します。知識と経験を有する管理者として、プレストレストコンクリート技士の資格(写真 - 1)を有する技術者を選任するとよいでしょう。

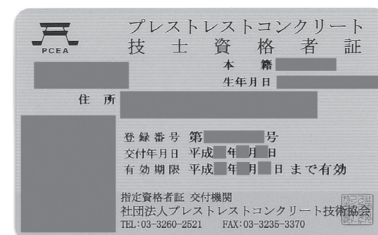


写真 - 1 プレストレストコンクリート技士資格者証

* Takeshi KAWAKAMI : (株)富士ピー・エス 土木本部 土木技術グループ

緊張作業は作業指揮者を選定し、その者に直接指揮をさせることが望まれます。また、作業指揮者は必要に応じて、1～2名選任します。

2.2 作業前教育

緊張作業を開始する前には、作業手順を確認し、緊張作業に関する安全教育を行います。とくに緊張装置は、PC鋼材や定着工法の種類によって異なるので、事前に各工法ごとに規定される作業手順を確認することが必要です。また、作業箇所手順を示した表示(図-2)を行うとよいでしょう。

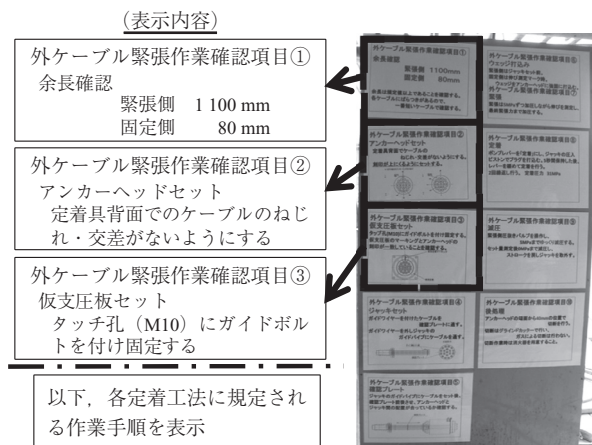


図-2 作業手順の表示例

2.3 緊張装置の点検

作業前には緊張装置(ジャッキ、電動ポンプ、高圧ホースなど)の使用前点検を行います。とくに、高圧ホースに亀裂などの不具合があった場合、ポンプの操作により高圧ホースに圧力が作用したときに、接続部分が破断して破片が飛散したり油脂類の流出が生じるおそれがあるので、必ず交換をします。また、緊張中の不具合の発生に備え、予備のものを用意しておくとい良いでしょう。

2.4 使用材料の点検

使用する材料の点検項目については、本講座の「第6回プレストレスの管理4.2留意点」に詳述されていますので、参照してください。ここでは使用材料について解説します。

(1) PC鋼材

PC鋼材のキズは高い応力集中により破断につながる要因になりますので、キズが入っていないことをPC鋼材の挿入時に確認します。またPC鋼材に浮錆や油脂類が付着していると、プレストレス導入時にジャッキや定着具のくさびの部分で滑りが生じるおそれがあるので、これを取り除きます。

(2) 定着具

定着具もPC鋼材と同様に、キズや欠損がないことを確認します。浮錆は事前に取り除くようにします。

2.5 コンクリート強度の確認

緊張作業を実施する前に、コンクリートの強度が安全に作業を実施できる程度に達していることを、圧縮強度試験

などにより確認します。「第6回プレストレスの管理1.2コンクリート強度の確認」に作業前に必要な確認事項が詳述してありますので参照してください。

2.6 型枠の処理

緊張作業時に主桁の変位を型枠が拘束することで、所定のプレストレスが構造物全体に導入されず、オーバプレストレスの状態が発生するおそれがあります。結果的に、構造物に悪影響が生じることが懸念されるため、事前に主桁の変位を拘束しないような型枠の処理を行うようにしてください。本講座の「第6回プレストレスの施工4.3型枠および支保工の状態の確認」で詳述してありますので参照してください。

2.7 主桁の転倒防止

主桁の転倒防止は、ポステンT桁の緊張時に着目する項目になります。プレストレスを導入することにより、主桁の短縮や端部での反力の移動などが生じ、主桁が転倒することが考えられます。緊張作業前には、主桁の支点付近に設けられる、転倒防止設備を点検します(図-3)。

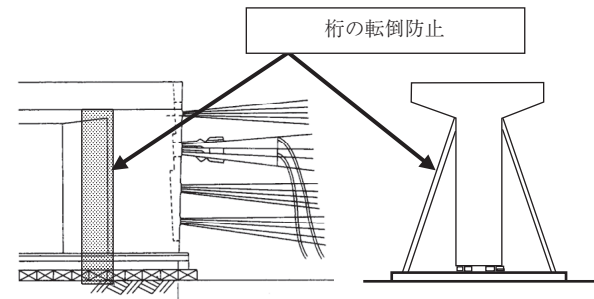


図-3 主桁の転倒防止設備

2.8 悪天候時の対応

緊張作業は重量物となるジャッキを取り扱う作業となりますので、雨天時はなるべく作業を延期するようにしてください。また作業中の天候悪化や、やむを得ず雨天時に作業する場合には、緊張場所や緊張装置全体をシートなどで覆って、雨水に直接あたることの無いような設備を設けて十分に養生します。

2.9 作業足場の確保

高所における緊張作業では、作業員の墜落災害が発生しないように、事故時の退避場所や防護板の設置場所が確保できるように、十分な広さの足場を設けて作業を行うようにしてください。また、荒天後の作業となる場合は足場の点検が必要です(写真-2)。

2.10 ジャッキ背面の防護

緊張作業中は、PC鋼材の方が一の破断に備え、防護板を設けます。防護に使用する材料はコンパネなども使用されますが、衝撃を吸収することができるクッション材がよいでしょう(図-4)。

2.11 立入禁止の表示

緊張作業中は、作業場所の付近の作業員や周辺の第三者に対して、危険作業中であることをわからせるために、緊張作業中の標識(写真-3)を掲げ、立ち入り禁止を徹底

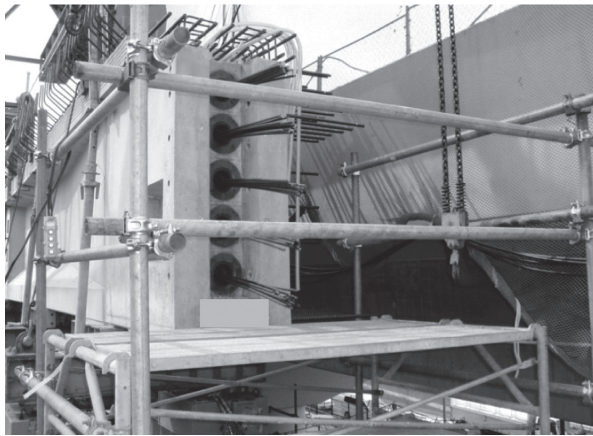


写真 - 2 プレストレッシング用の足場

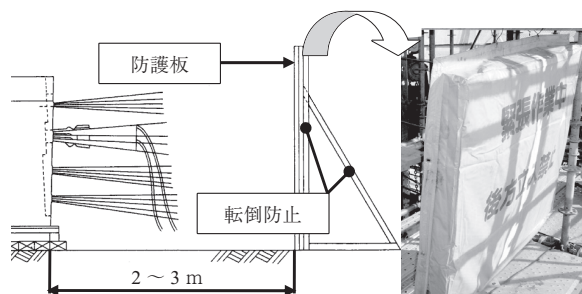


図 - 4 防護板の設置



写真 - 3 緊張作業中の標識

させて作業を行うようにします。

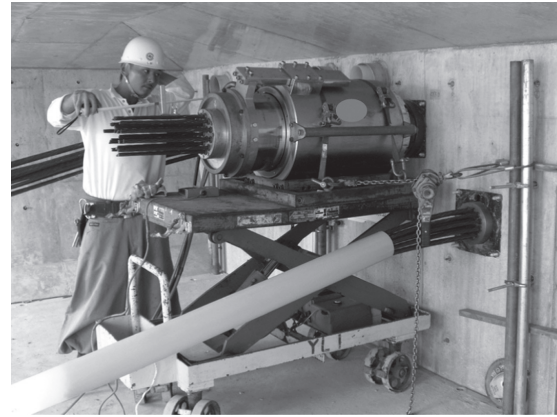
2.12 保護具の着用

安全帽、手袋、安全靴、作業衣、安全帯などを正しく着用することは当然ですが、緊張作業では、付近で緊張ジャッキなど重量物を取り扱う作業や、鋭利な PC 鋼材断面への接触などがあるので、着用する保護具は破れにくい材質のものがよいでしょう。

2.13 ジャッキの取付け設備

緊張ジャッキの取付けや移動に用いる設備は、下方より

支持するものと、上方より吊り下げるものがあります（写真 - 4 (a), (b)）。どちらの場合も、ジャッキの落下事故に繋がる不備がないか確認します。また、ジャッキの吊り具には必ず点検を行った機材を使用するようにします。



(a) 下方より支持



(b) 上方より吊下げ

写真 - 4 ジャッキの取付け設備

2.14 緊張時の背面作業の禁止

緊張開始前には、緊張ジャッキの背面に作業に従事する作業員はもとより、他の作業を行う作業員がいないことを周囲への連絡や合図などで、必ず確認します。背面への立入を防止するための立入防止設備を配置することが必要です。また、作業中の緊張ジャッキのセットなどすべての作業は、横から行います。

2.15 PC 鋼材の処理

(1) PC 鋼材の結束処理

緊張前・緊張完了直後の PC 鋼材は端部の余長部分が広がりやすく、作業中の接触により怪我をするおそれがあるので、シースなどで束ねるなどして、ひとまとめにしておくといでしょう（写真 - 5）。

(2) PC 鋼材の切断

PC 鋼材の端部は、各定着工法に定められた余長を残してディスクグラインダーなどで切断します。ガスバーナーを用いた切断は、PC 鋼材や定着具が熱によって変質するおそれがあるので行ってはいけません。

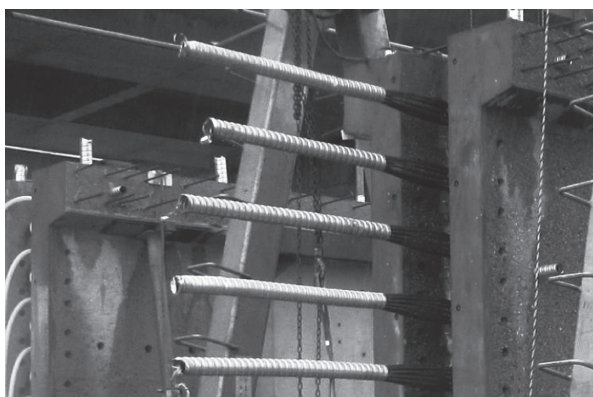


写真 - 5 PC 鋼材の結束処理

(3) 切断時の保護具

PC 鋼材の切断時は、緊張作業と同様に保護具の着用が必要ですが、とくに PC 鋼材の端部の処理を行う際には、ディスクグラインダーでの切断時に発生する火花から目を保護するための保護メガネを着用します。

2.16 安全管理項目の一覧

安全管理について、着目すべき点を施工手順を追った形式で説明しました。まとめとして緊張作業における安全管理項目の一覧表(表 - 1)を示します。

3. 緊張作業時の事故例

これまで、本来行われるべき安全対策について述べました。しかしながら、対策の不備により緊張作業中の事故が発生しています。ここでは実際に起きた事故を例にとって、事故発生の状況と発生原因(安全対策の不備)について解説します。

なお、本項で掲載している写真は事故の状況を説明するためのもので、実際に事故が起こった時の写真ではありませんのでご了解ください。

3.1 PC 鋼材の突出による事故

(1) 発生状況

外ケーブルの緊張作業において、ケーブル長が約 150 m と長く、ジャッキのストロークが不足していたため、PC 鋼より線を一旦仮定着して、ジャッキのストロークを戻しました。再びジャッキをセットして、緊張作業を再開した際に、PC 鋼より線の 1 本が飛び出し、背面にいた作業員に接触する事故が発生しています(写真 - 6)。

(2) 発生原因と対策

安全管理上の問題として、緊張箇所背面で作業を行っていたことが接触事故の原因になります。くさびのセットが不十分であったことなどによる PC 鋼より線の万が一の飛び出しに対して、側面から作業することが重要です。

表 - 1 安全管理項目の一覧表(緊張工)

安全管理項目	点検項目	点検の内容
施工体制	施工管理者の選任	知識、経験を有する者を配置(プレストレストコンクリート技士がよい)
	作業指揮者の選任	知識、経験を有する者を配置 作業指揮者を配置
作業前教育	安全教育	定着工法に関する教育を実施
	作業手順	作業手順の確認(現場に作業手順書を用意するとよい)
緊張装置の点検	装置類	不具合の有無
材料の点検	PC 鋼材	キズの有無 付着した浮錆や油の除去
	定着具	キズの有無 付着した浮錆や油の除去
コンクリート	圧縮強度	プレストレッシングに必要な強度に達していることを確認
型枠の処理	型枠の拘束	主桁の変位を拘束する部分がないことを確認
主桁の転倒	転倒防止設備	プレストレッシング中の転倒防止設備の確認
悪天候時	気象条件	作業の延期を検討
		雨水の防護設備を配置
足場の確保	緊張作業足場	十分な広さの足場を配置
		幅木やネットの取付け
		荒天後の足場の点検
ジャッキ背面	防護設備	堅固な取付け 設置の範囲
立入禁止の表示	表示板の配置	周辺の作業員や第三者に対して認識できる位置に配置
保護具の着用	着用状況	正しく着用していること 破れや損傷が無いこと
背面への立入	背面作業の禁止	プレストレッシング中の背面作業は厳禁
PC 鋼材の処理	緊張後の結束	広がらないように堅固に結束
		グラインダーによる切断
	切断作業	切断時の余長の確認
	保護具の着用	切断時の保護メガネの着用

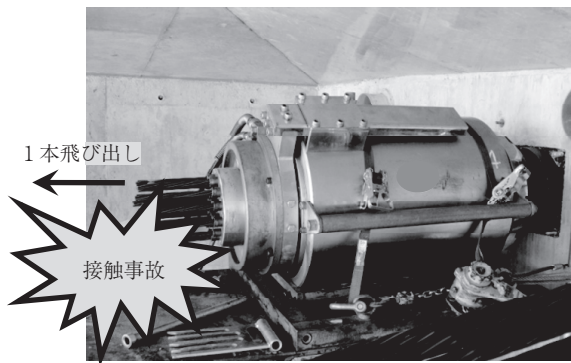


写真 - 6 PC 鋼より線の飛び出し

PC 鋼材の突出は、これ以外にも床版横締め鋼材の突出によって、橋梁工事と無関係の建設作業員への接触事故などが発生しています。緊張作業時は、ジャッキの背面に人がいないことを必ず確認します。

3.2 ジャッキ付替え時の事故

(1) 発生状況

横締めの緊張完了後、作業員が1名で緊張ジャッキを引き出す作業を行った際に、バランスを崩してジャッキを離していまい、床版とジャッキの間に手を挟んで負傷してしまった事故が発生しています(写真 - 7)。

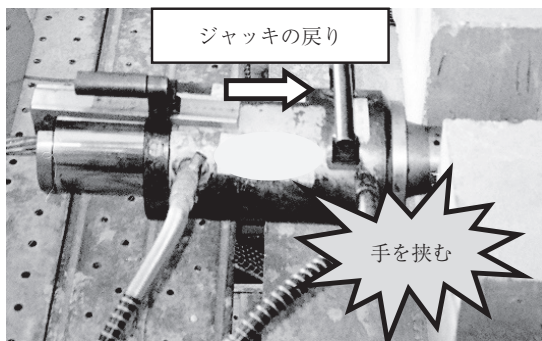


写真 - 7 ジャッキの付替えによる事故

(2) 発生原因と対策

作業員1名が不安定な状態でジャッキの付替えを行ったことによる作業手順の不備による事故になります。ジャッキは横締め用の小型のものでも、50キロ程度の重量物となりますので、適切な吊り装置を設けることや、一人作業を行わないように人員配置することが重要です。

ジャッキの付替え時の事故としては、これ以外にもバランスを崩して緊張用の作業足場から墜落する事故が発生しています。作業手順の確認を行い、作業足場の確保および適切なジャッキの取付け設備の配置を行うようにしてください。

3.3 PC 鋼材の端部処理での事故

(1) 発生状況

緊張完了後に PC 鋼材の余長を切断する際に、ディスクグラインダーの刃が手に接触して負傷する事故が発生しています。事故当時、主に片手でディスクグラインダーを持



写真 - 8 PC 鋼より線切断時の事故

って切断していました。また保護具の着用はありましたが、使い古しの軍手を着用しており、刃の接触で軍手も切断され手を負傷しています(写真 - 8)。

(2) 発生原因と対策

この事故は、作業の慣れによる油断から生じた事故であり、保護具の不備により負傷にまで至った事故です。

保護具を正しく着用し、手順を遵守して作業を行うようにしてください。

おわりに

今回は、プレストレッシングの施工における安全対策について解説しました。プレストレッシングの施工は、事故の発生がそのまま重大事故へと繋がる作業です。安全対策について、詳細な内容を記載した施工計画や作業手順書を作成し、プレストレッシングの導入が安全に行われるように管理することが大切です。

また、安全管理では安全衛生関係法令に基づくほか、「PC 橋架設工事に係るセーフティ・アセスメントに関する指針」、「PC 工事安全管理指針」などを参照して安全管理を計画します。

今回は、緊張計算の実計算例について解説します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編、2002
- 2) 日本道路協会：コンクリート施工便覧、1998
- 3) プレストレスト・コンクリート建設業協会：施工計画書の手引き、2002
- 4) プレストレスト・コンクリート建設業協会：PC 工事安全管理指針、2009
- 5) プレストレスト・コンクリート建設業協会：災害事例集(その1)、1996
- 6) プレストレスト・コンクリート建設業協会：災害事例集(その2)、2001
- 7) 資料提供：極東鋼弦コンクリート振興(株)

【2011年10月30日受付】