

## 技術員のページ 10

前回、設備固定のためのPCボルトとナットの締付け機械として、理研製のセンターホールジャッキの取扱い方法を説明しましたが、耐震にはもう一つ理研製の機械では入れない狭い場所でも使える日本プララド製ボルトテンショナーもありますので、今回はそれについての取扱い方法を説明します。

### <1. 使用機械>

日本プララド製TPT-M038ボルトテンショナーとBE2000EPR電動油圧ポンプ、それらを繋ぐ3mの油圧ホース、そしてそれらを乗せる台車[写真 1]です。この機械の主な特徴はボルトテンショナー部が軽い(6.5kg)ということで、手で持てますので、狭い奥の方の場所でも作業が可能です。

### <2. PCボルトの選択>

使うPCボルトの長さは理研製のセンターホールジャッキの選択と同じで、上側のナット・ワッシャー分(約70mm) + 共締めする設備の厚さ(X) + 実験床の厚さ(1200mm、一部に1600mm部分もあり) + 床下突出し(170±20mm)を計算し、PCボルトの長さを決定します。PCボルトは実験室2Fの北・窓側に保管場所[写真 2]があり、長さ毎に分けて置いてあります。同じ長さでも径の異なる物もあるので注意すること。使用するのはM38のPCボルトで、必要な長さの物を必要な本数取出して下さい。

### <3. PCボルトの仮締め>

作業前にPCボルトを通す孔の蓋を外し、その孔を床下から全て確認して、孔の近くに信号線・油圧ホース等が這わされていないかチェックしてください。もし障害物があれば邪魔にならない所に移動させます。固定する設備をPC孔の上にセットして、選択したPCボルトの片側に専用のナットと丸ワッシャーを取付け、もう一方を設備

の取付け孔に通し、丁寧にPCボルトを落とし込みます。必要な全ての孔にPCボルトを入れたら、床下に行き、板ワッシャーと丸ワッシャーを天井より突き出ているPCボルトに通して、ワッシャー類を支えながら(板ワッシャーを専用の板などで支えておくと作業性が上がる)、対辺65mmのナットを手で締め付けて下さい[写真 3]。そして、全てのPCボルトを同じようにナットで締めつけます。

### <4. 機械の準備>

本締めする場所付近に<1>項の台車を持っていき、ボルトテンショナーと油圧ポンプが油圧ホースで繋がっていない場合は油圧ホースを繋ぎます[写真 4]。そして油圧ポンプの給油栓[写真 5]を1回転開き圧力を開放します(移動時ポンプが揺れるとオイル漏れが生じるので移動時には給油栓を閉にしてオイル漏れを防ぐこと)。電動ポンプの起動スイッチ[写真 6]がOFFになっていることを確認してから、電源コードを100V電源コンセントに差し込みます。この時点では起動スイッチを絶対に入れないこと! 電源が入ると油圧ポンプが回り、ボルトテンショナーに圧力がかかって、そのうちにピストンが本体から飛び出て分解してしまいます。15mmを超えてピストンが出た場合、簡単には復帰できなく、メーカー修理が必要になります。重要なことはボルトテンショナーをPCボルトにセットしてからでないと電源起動スイッチは入ってはならないという事です。そして次に、

引張り圧力値を確認[写真 7]、合っていないければ規定値に調整します。通常の締付けは138MPaの圧力でセットします。実験によって、圧力指定がある場合もあるので、初めに実験責任者に締付け圧力を確認する事。

#### <5. PCボルトの本締め>

本締めするPCボルトのネジ部に a) ボルトテンショナーのサポートスリーブ[写真 8]を手で持って差し入れ、b) ソケット部を前後に回しながらナット面を合わせ奥にはめ込みます。そして、真中に出てきている c) PCボルトのネジ部にスリーブ[写真 9]を手で締め付けて密着させます。次に d) 起動スイッチをONにして油圧ポンプを起動させ、e) 油圧吐出切り替えバルブ[写真 10]を時計方向に回し、手でしっかり締め付けます。油圧吐出切り替えバルブが半締めになっていると、モーターのON/OFFが頻繁に繰り返され故障の原因になるので、きっちりと手で締め付けて下さい。圧力が上がってくると、板ワッシャーを反力にしてサポートスリーブ内のピストン部[写真 11]が伸びてスリーブを押す(=PCボルトが引張られる)構造になっており、規定の圧力に達すると自動的にピストンの動きは止まる(PCボルトが伸びた状態)。この時、板ワッシャーとナットの間隙ができていたので、サポートスリーブの切り込み部分から見える f) ソケット孔にトミーバー[写真 12]を差し込んでソケットごとナットを締め込み着座させます。その後、g) 油圧吐出切り替えバルブをゆっくり反時計回りに回して圧力を落とすと、PCボルトで設備は緊張された状態になります。そして h) 油圧ポンプの起動スイッチを切り、ボルトテンショナーを外せばPCナットの締付けは完了なのですが、このままではPCボル

トを引張った長さ分、シリンダーがボディーから出たままになっているので、次の作業を始める時にはストローク不足になってしまいます。i) スリーブを外す前に、トミーバーをスリーブ孔に差し込んで右方向に回し、ピストンを押し込み(結構強く回す必要あり)、ピストンをボディーに密着させる。そして j) トミーバーを左方向に回しスリーブを取り外して k) サポートスリーブも取外し、PCボルトの本締め作業は完了となります。後は同様に a)~k)の作業を必要数分を行います。

**注意事項** 構造物を挟んだときに隙間があったり、長いPCボルトを使ったりした場合、スリーブの引張りストロークが15mmを超える可能性があります。この時は、ストロークが15mmを超える前に直ちに油圧吐出切り替えバルブを戻し圧力を下げ、圧力スイッチのダイヤルを下方調整します。そして e)の作業をして、ストロークが15mm以内であれば、f)~i)の作業をして、ナットを一度締付けます。そして圧力スイッチの値を正規値に戻して、e)の作業をしてストロークが15mm以内になっていれば、f)~k)の作業を行い、ナットを本締めします。この様に1回で本締めできない場合は2回、あるいは3回と何回かに分けて作業する必要もあります。

#### <6. PCボルトの取外し>

実験が終わって、PCボルトを取外す場合、基本的には締付けた時と同じような作業を行います。まず圧力スイッチのダイヤルを締めた時よりも若干高くします(緩め専用の作業)。そして<5>項の a)~c)までの作業を行い、スリーブを密着状態から約1回転手で戻しておきます(緩め専用の作業)。そして、d)・e)の作業でPCボルトを引張ります。f)作業ではトミーバーでナットを緩め

て板ワッシャーとナットの間を4~6mm  
開けます (緩め専用の作業)。そして g)~k)  
作業を行いPCボルトを緩め、ナットをフ  
リー状態にします。全てのPCボルトを同  
じように緩めて、下側のナット・ワッシャ  
ー・板ワッシャーを全て外して、指定の場  
所に返します。PCボルトは設備の上側か  
ら引抜き、ワッシャーと共に耐震2F北通  
路付近の取出した保管所に返却して下さい。  
これでPCボルトの取外し作業は完了です。



[写真3] ナットの仮締め



[写真1] 台車全景



[写真4] 油圧ホースの繋ぎ



[写真2] PCボルト保管棚



[写真5] 油圧栓



[写真6] 起動スイッチ



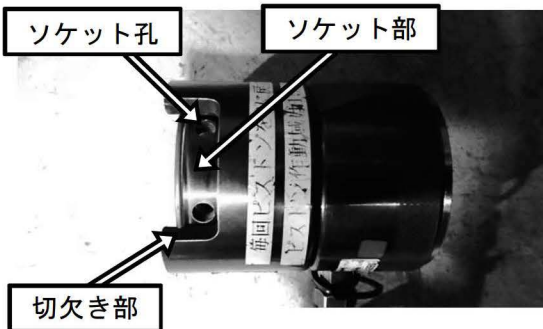
[写真10] 油圧吐出切り替えバルブ



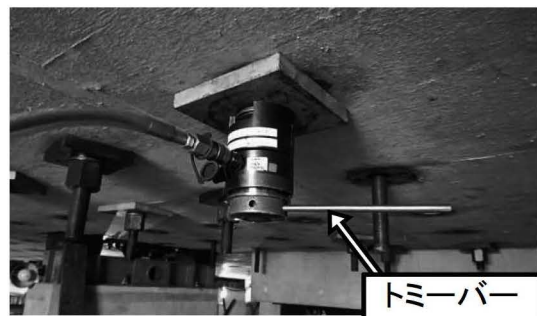
[写真7] 圧力調整器



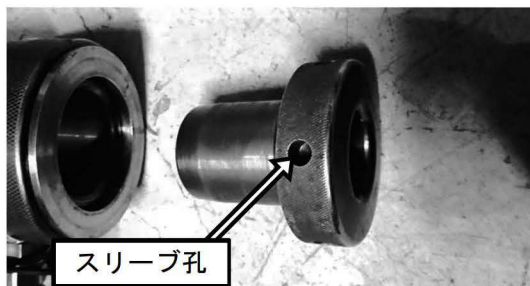
[写真11] ピストン部



[写真8] サポートスリーブ



[写真12] トミーバー



[写真9] スリーブ

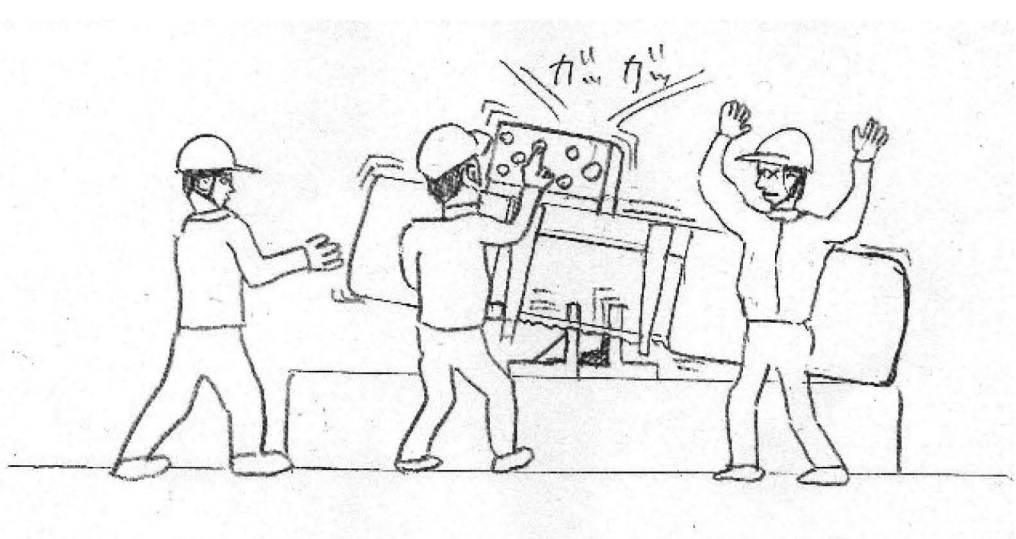
### 3.2 失敗例と改善策

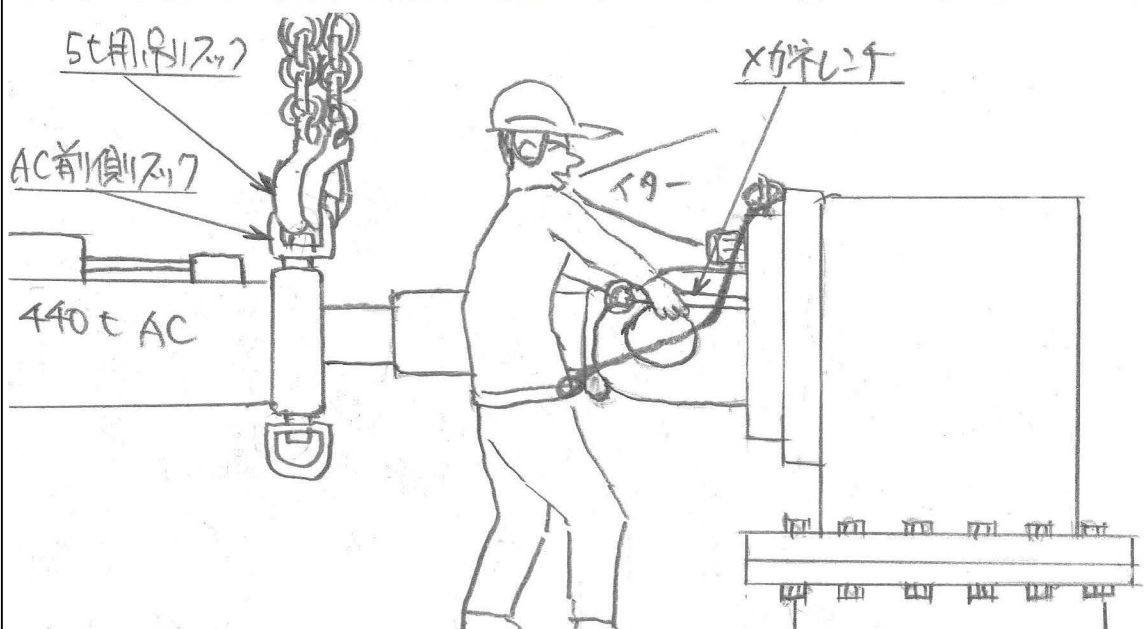
毎年、いくつかの失敗の例が生じる。これは普通からいえば、隠したくなるが、失敗の事例は、あとから続くものにとっては非常に重要な教訓、情報となるので、あえて報告書に記録しておく。失敗の責任は実験の当事者、およびセンター長にある。

3.2.1 トラブル事例報告1： 帯鋸切断機の操作ミス

3.2.2 トラブル事例報告2： アクチュエータ頭の取り外し作業での負傷

3.2.3 トラブル事例報告3： MTSアクチュエータの操作ミス

<p>トラブル名 帯鋸切断機の操作ミス</p>			
<p>トラブル発生日 H28年7月7日</p>	<p>発生場所 or 個所 2F南西 帯鋸切断機</p>	<p>被災者 無し</p>	<p>報告者 鈴木博</p>
<p>トラブル内容（出来るだけ詳しくまた図示等を交え解り易く記入）</p> <p>鋼材切断に、学生が初めて帯鋸切断機を使うということになったので、機械各部の操作説明と取扱い方法について指導した。その後、学生に実際に操作させ、バイスに鋼材を挟み、鋸刃を鋼材に近づけ、運転ボタンを押し、鋸刃を摺動させたところで、下降ボタンを押したため鋸刃が鋼材に食い込み緊急停止した。</p> 			
<p>被害状況 鋸刃の破損（鋸刃交換）</p>			
<p>原因</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・運転ボタンを押したら、後は自動的に切断されるから触るな！という明確な指示をしなかった。</li> <li>・学生自身が切断機のリクツを理解できていなかったので、運転ボタンを押して下降ボタンを押さないと切れないと、勝手に思い込んでいた。</li> </ul>			
<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マニュアルを整備し、マニュアルを読んで基礎知識を使う前に持たせる。</li> <li>・人間がすることは、指導者の想像以上のことが起こりうるという事を認識し、注意喚起のため事故事例を掲示する。</li> </ul>			

<p>トラブル名 アクチュエータ頭の取り外し作業での負傷</p>			
<p>トラブル発生日 H28年8月29日(月) PM 2時頃</p>	<p>発生場所 or 個所 2F南 橋脚載荷実験設備内</p>	<p>被災者 4年生</p>	<p>報告者 鈴木博</p>
<p>トラブル内容 (出来るだけ詳しくまた図示等を交え解り易く記入)</p> <p>供試体交換の為、水平載荷用 440 t アクチュエータ (約 3 t) の前側フックをクレーンで吊って、アクチュエータ先クビスのボルトを取り外す作業をしていた。作業者は縦側のボルトを外して、上部横側のボルトを外すためクビスボルト孔にメガネレンチの柄を差し込んでクビスを支えていた。クレーンオペレータがクレーンを少し動かした所、アクチュエータが突然不自然に動き、取付け作業者の指がメガネレンチとアクチュエータの間にこの時挟まれてしまった。</p>			
			
<p>被害状況 作業者の右手人差し指と中指が設備に挟まれ、打撲症状を負った</p>			
<p>原因</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>クレーンフックが 5 t 用の大きい物であったにも関わらず、アクチュエータ前側フックに 2 個を強引に差し込み、しっかり収まってない状態で吊った為、フックが不均衡になっていて、クレーン操作の振動により不均衡さが解放された時、アクチュエータが不意に大きく動き指が挟まってしまった。</li> <li>作業者の作業不慣れ、知識不足</li> </ul>			
<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 回目の安全教育で事例を紹介し、作業安全知識をしっかり持たせる。</li> <li>不安定ということは、想像以上のことが起こりうるという事を認識させ、注意喚起のため事故事例として現場にこれを掲示する。</li> </ul>			

<p>トラブル名</p> <p>MTSアクチュエータの操作ミス</p>			
<p>トラブル発生日</p> <p>H28年11月8日(火)</p> <p>PM 2時頃</p>	<p>発生場所 or 個所</p> <p>2F MTS操作PC</p> <p>床板载荷装置付近</p>	<p>被災者</p> <p>無し</p>	<p>報告者</p> <p>鈴木博</p>
<p>トラブル内容 (出来るだけ詳しくまた図示等を交え解り易く記入)</p> <p>床版疲労試験に於いて、100tアクチュエータを少し縮めようとオペレータがパソコンを操作したところ、意に反して急激に大きく動かしてしまい、载荷梁を固定してあるボルトを壊すトラブルが発生した。</p> <div style="text-align: center;"> <p>マニュアルコマンド画面</p> </div>			
<p>被害状況</p> <p>人的被害はなかったが、片持ち载荷梁の可動側部4本ボルトの内の2本が破壊した。</p>			
<p>原因</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マニュアルコマンドで変位調整をする際、サイドのつまみでは動きが微動で遅すぎる為、サイドつまみより10倍速く動かされる現位置つまみとサイドつまみの間をクリックするつもりが、誤って現位置つまみを触ってしまい大きく動いた。</li> <li>・作業者のヒューマンエラー</li> </ul>			
<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アクチュエータがフリーでない場合は、現位置つまみ付近を絶対クリックしないよう作業者に安全指導する。</li> <li>・作業慣れしていてもパソコン操作では、ヒューマンエラーは絶対に起こりうるという事を注意喚起し事故事例として現場にこれを掲示する。</li> </ul>			