

### 3.1 技術員のページ 9

耐震実験センターの設備固定はPCボルトとナットを締めて行っています。実験床は約φ45の貫通孔が縦横50cmピッチで1020（南北30×東西34）個開いていますので、設備を位置合わせした後、設備と床の貫通孔にPCボルトを通してワッシャー・ナットで仮締めし、その後、専用機械でPCボルトを引張り、既定のテンションをかけナットを固定します。この作業は安全と専門知識が必要ですので、今回このPCボルト取付け・締付け作業方法についての説明をします。

#### < 1. 使用機械 >

理研製DC7-150センターホールジャッキとMP-5C電動ポンプ、PC引き用ボルトと丸ナット、そしてそれらを乗せるトラスコ製HLF-350Wハンドリフター台車[写真1]です。

#### < 2. PCボルトの選択 >

まず、使うPCボルトの長さを次の計算式で決めます。{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±30mm)}を計算してPCボルトの長さを決定します。だいたい1500mm以上になるはずです。Xの値及び上側突出長によっても長さが変わりますので、事前に長さを計算して下さい。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が、径の異なる物もあるので注意すること。通常使用するのはM38のPCボルトで、必要な長さの物を取り出して下さい。

#### < 3. PCボルトの仮締め >

作業前にPCボルトを通す孔を床下から全て確認し、孔の真下に信号線・油圧ホース等が這わされていないかチェックして下さい。もし障害物があれば邪魔にならない所に移動しておきます。選択したPCボルトの片側に専用のナットとワッシャーを取

付け、もう一方を設備の取付け孔に入れ、丁寧に落とし込みます。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ワッシャーを出ているPCボルトに入れ、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ります)ナットを手で仮締め[写真3]します。全てのPC鋼棒を同じように仮締めします。

#### < 4. 機械の準備 >

本締めする場所付近に< 1 >項のハンドリフター台車を持っていき、電動ポンプの電源コードを電源コンセントに差し込みます。電源は200Vですので注意してください。又2Fとは異なった形状の差し込み口[写真4]で1F専用(差し込み口は中央通路の左右に各6カ所配置)となっています。また、その時PCボルトの引張り圧力を確認します[写真5]。合っていないければ規定圧に調整します(調整は圧力スイッチの調整ダイヤルを回し合わせます・普通は締付け時40MPa、緩め時43MPaでセットしていますが、実験によっては指定がある場合もあるので最初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 >

a) PC引き用ボルト[写真6]を手で持ち、雌ネジ部分を、PCボルトの雄ネジ部に取付けます(PC引き用ボルトは14Kgあ

るので気を付けて扱う事)。ネジの掛りは40mm以上必要で、また上のナットとの隙間は20mm程開けておきます。次に、b)ハンドリフターを動かして、PC引き用ボルトの真下にセンターホールジャッキの中心が来るように移動させます。c)台車のリリースハンドル[写真7]が閉まっていることを確認してから、フットペダル[写真8]を踏んでセンターホールジャッキを上昇させていきます(30cm程上げた辺で、センターホールジャッキの内径が細くなった場所とPC引き用ボルトの段が当たって引っ掛かる事がありますが、その場合はセンターホールジャッキを少し揺すりながらゆっくりフットペダルを踏み上昇させる)。そして、ナット逃しスペーサー部の先端と板ワッシャーの隙間が20mm程になった所で上昇を止めます。そうするとPC引き用ボルトの下側ネジがピストンの下から出てきているので、そこにd)PC引き丸ナットを取付けます[写真9]。ピストンの端面より10mm程下まで締め込みます(この時、PC引き丸ナットのネジは全て掛かっていること、ネジが全て掛かってない場合はPCボルトが短いので、もう少し長いものに変える必要があります)。次にe)電源スイッチをONにして油圧ポンプを起動させます。そしてf)方向制御弁レバー[写真10]を左側に回すと、センターホールジャッキのピストンが伸び下側にせり出してきます。ピストンがPC引き丸ナットに当たると、今度はセンターホールジャッキが持ち上がっていきナット逃しスペーサー先端が上の板ワッシャーに当たります。そして尚ピストンは伸びるので、板ワッシャーを反力にピストンがPC引き丸ナットを押して、PCボルトは引張られます。規定の圧力に達すると自動的にPCボルトを引張ったままピ

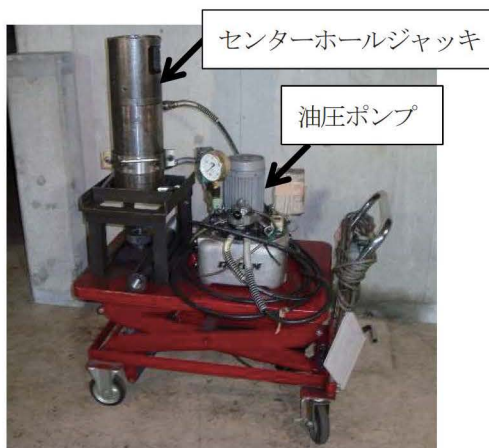
ストンは止まります。この時、板ワッシャーとナットの間隙ができていますので、g)ナット逃しスペーサー部の隙間から手を入れ、ナットを素早く締めて隙間をなくします。[写真11]そしてh)方向制御弁レバーを戻して中立にし、それから今度はさらにi)右側に回し、センターホールジャッキのピストンを縮めます。初期位置付近までピストンが戻ったところでj)レバーを再度中立に戻して、k)電源スイッチをOFFにします。l)ジャッキ引き丸ナットはフリーになっていますので取り外します。そしてm)リリースハンドルをゆっくり左に回し(注意→速く回すとポンプ等の重みで一気に下がってしまい危険ですし、油圧ホースや配線を挟み込む可能性もあるため十分注意する事、レバーを左(開)・右(閉)・左(開)・右(閉)と小まめに繰り返し動かすとより安全に操作できる)台をゆっくり一番下まで下げます。そしてn)台車を移動させ、o)PC引き用ボルトをPCボルトから外して、これで1本目のPCボルトの締付けが完了です。次からは、この作業の繰り返しになりますが、2本目は1本目の対角の位置を締めて下さい、それ以降3本目からはどれを締めても構いません。それで全てを締付けて、PCボルトの本締めは完了です。

#### < 6. PCボルトの取外し >

実験が終わりPCボルトを取外す場合、基本的には締付けた順序とほぼ同じ作業を行います。その前に圧力スイッチのダイヤルを3MPa程締付け時よりも高くしておきます。そして< 5 >項のa)~f)工程の作業を行い、PCボルトを引張ります、g)工程はナットを締めるではなく→ナットを緩めて隙間を5~6mm開ける。そしてh)~o)工程の作業を行うとPCボルトが緩まり、ナットがフリー状態になります。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。

◎壁際のPCボルトはスペース的に<1>項の機械が使えない場合があります。その場合、機械を上を持っていき、上側から引張ることになります。上側からも引張れない場合、別に小型のPCボルト引張り装置が有りますので、これについては次回に使用説明します。



[写真1] PCボルト引き用  
ハンドリフター台車



[写真2] PCボルト保管棚



[写真3] ナットの仮締め



[写真4] 200V電源口



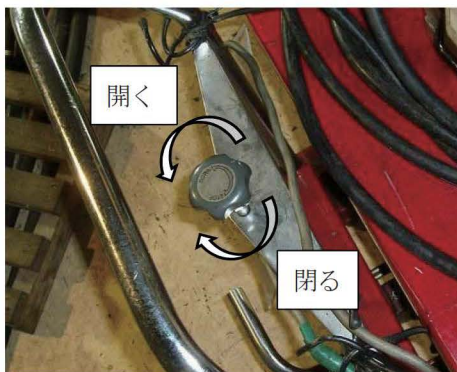
[写真5] 圧力調整スイッチ



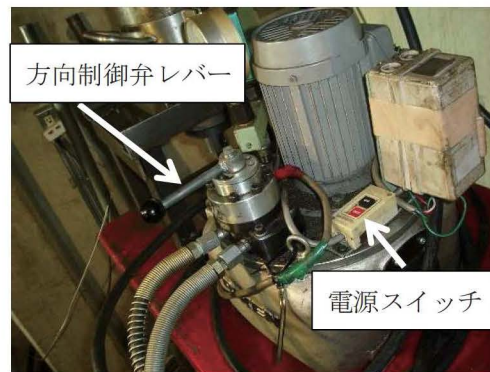
[写真6] PC 引き用ボルト



[写真9] PC 引き丸ナット付け



[写真7] 台車のリリースハンドル



[写真10] 油圧ポンプ操作部



[写真8] 台車のフットペダル



[写真11] ナットの締め付け

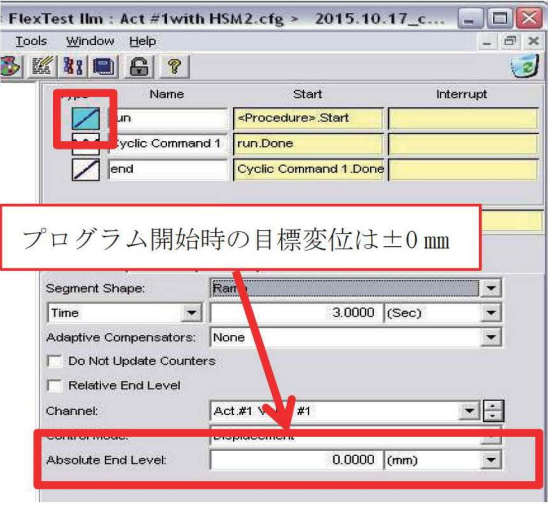

### 3.2 失敗例と改善策



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。

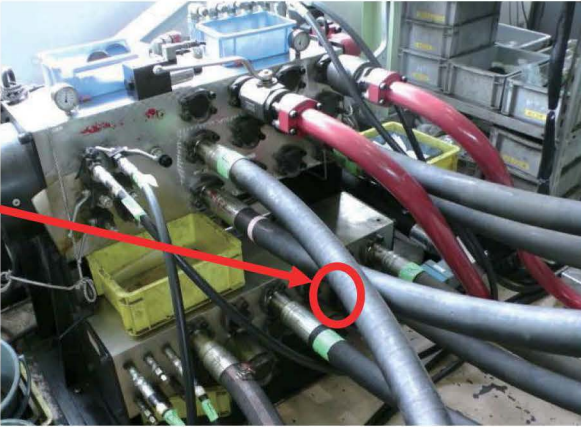
3.2.1 トラブル事例報告1：MTSのプログラム制御時における操作ミス

3.2.2 トラブル事例報告2：MTS100tアクチュエータからのオイル噴出

3.2.3 トラブル事例報告3：MTSハイドロリックサービスマニホールド盲蓋の付け忘れ

トラブル名 MTS のプログラム制御時における操作ミス			
トラブル発生日 H27年11月6日	発生場所 or 個所 2F MTS100t アクチュエータ	被災者	報告者 嶋口 儀之
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) 粘弾性ダンパーの载荷実験において、プログラム制御(MPT)により繰り返し载荷をしようとしたが、プログラム開始と同時にアクチュエータが引張側に急激に動き、供試体が大きく変形してしまった。アクチュエータ性能の限界荷重に達した時点で、それ以上引っ張ることができずに停止したが、担当オペレータがすぐに状況を把握できず、変位を戻そうとして、逆にさらに変形させてしまった			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: 30%;">                     アクチュエータの変位が±0 mmでないため Offset して±0 mmに設定する必要がある。                 </div> <div style="text-align: center;">  <p>プログラム開始時の目標変位は±0 mm</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>			
図-1 想定される操作ミス時の制御画面の状況			
被害状況 本来の目標値を超える変形を供試体にて与えてしまった。再実験は可能ではあったが、供試体の状態がある程度回復・安定するまで実験が延期となった。			
原因 変位の Offset を忘れたため：MPT 制御時には AutoOffset によりアクチュエータの変位を±0 mm として開始する必要があるが(MPT 終了時に 0 mm に戻る設定のため)、Offset のし忘れにより、目標変位(0 mm)まで急激に動こうとした。 MTS 使用者への注意・説明不足：MTS 操作に関して学生に対する注意徹底されておらず、説明が不十分であった			
対策 MTS 操作時の注意書きおよびトラブル事例報告を制御 PC 付近に掲示し、注意を徹底する。 MPT の新しいプログラムを使用する場合は、実際に動かす前にシミュレーションモードで確認を行う。 状況が十分把握できていない場合は、学生ですぐに動かさず、指示を仰ぐ。			

<p>トラブル名</p> <p>MTS100t アクチュエータからのオイル噴出</p>			
<p>トラブル発生日</p> <p>H28年4月27日</p> <p>17:30頃</p>	<p>発生場所 or 個所</p> <p>2F床版疲労試験装置</p> <p>MTS100t #2 アクチュエータ</p>	<p>被災者</p> <p>なし</p>	<p>報告者</p> <p>嶋口 儀之</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>床版疲労試験用に設置した MTS100t アクチュエータの試運転をするため、オイルポンプを起動し、HSM を LOW に入れたところ、#2 アクチュエータのホースの接続部からオイルが吹き出した。非常停止ボタンで緊急停止したが、床版試験体と 2F フロア北側が油まみれになってしまった</p>			
<p>油圧を上げた際にホース接続部の隙間からオイルが噴出した。</p>			 <p>破損した O リング</p>
<p>被害状況</p> <p>実験供試体と実験床の一部が油まみれになってしまった。 オイル噴出時の圧力によるシールの O リングの破損。</p>			
<p>原因</p> <p>MTS100t アクチュエータの油圧ホースの締め付け忘れ。 ホースのねじれを防ぐためアクチュエータ側の取付けを仮止めにしてホースを這わせた後、本締めする手順にしていたが、確認不足により締め付け忘れが発生してしまった。 取付け位置が非常に高く足場の悪い状態の所であったこともあり、最終確認を怠ってしまった。</p>			
<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ MTS アクチュエータを移動後に初運転をする前は、従来より指導されている“運転前に全ての取付けボルトの締め確認を行う”という最終確認を必ず履行する。</li> <li>・ このトラブル事例を掲示し、関係者を広く啓蒙する。</li> <li>・ ホース接続部よりオイル漏れが発生した場合、必ずシール面の O リングの破れを確認する事！</li> </ul>			

トラブル名 MTS ハイドロリックサービスマニホールド盲蓋の付け忘れ			
トラブル発生日 H28年5月 2日 10:30頃	発生場所 or 個所 2F 版実験場所 北側HSM	被災者 なし	報告者 嶋口儀之
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） MTS100t アクチュエータの試運転をしようと HSM の油圧を入れた所、圧力がうまく上がらず、異常音（水が落ちるような音）がして、しばらくすると HSM からオイル漏れが発生した。 リターンホース取り付け口の一カ所が、蓋がされておらず、締付けフランジのみが固定されており、そこからオイルが漏れた。			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">                         蓋の付け忘れ箇所                     </div>  </div>			
被害状況 2F 北側 HSM 周辺および HSM 真下の 1F 北側通路付近が油まみれになってしまった。			
原因 MTS のホースを HSM に取付けている時、位置が悪い場所があり、そこから付け替えをした。この時元の場所に盲蓋を入れずに固定フランジのみ取付けたため、最終確認でボルトのトルクチェックはされたが盲蓋が付いていないのが見過ごされてしまった。			
対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>・盲蓋を入れずにフランジを付けるという行為は根本的に間違いの元なので、フランジを仮止めしておく場合でも 2 個を取付けてはいけない。</li> <li>・ケルミスであるがこういうことも現実起きるので、このトラブル事例を掲示し、広く周知する。</li> </ul>			