

3. 実験雑記

3.1 センター長所感 ー 載荷、支持装置の設計 ー

耐震実験センターにおける構造実験は、ほとんどの場合、引っ張り試験のような同一実験を繰り返すものより、多種多様な複雑な実験を進めることが多い。これらの構造実験をうまくやるには、載荷、支持装置、計測装置の設計、製作をうまくやることに尽きる。大型で、複雑な実験ほど載荷、支持装置の設計を慎重にやらないと、実験そのものはもとより、人身の危険を招くことになりかねない。以下に載荷、支持装置の設計についての所感を述べる。

・設計のセンス： 構造実験において載荷はほとんどの場合、2次元的な場合が多いが、その場合でも可動平面内ばかりでなく、それに直角方向の動きもあり、これを拘束する装置をあらかじめ考えておかねばならない。したがって、3次元空間的認識能力すなわち、載荷される構造物の挙動を頭の中で予想し、シミュレーションする能力が必要となる。この能力は一朝一夕にはできないから、あるレベルの実験載荷、支持装置の設計には経験年数が必要となる。しかしこの能力は訓練によって向上させることができる。この訓練は、いわゆる「3次元空間を想像する」練習である。これを繰り返せば、能力はついてくる。しかし多くの人は、頭を使うと疲れてしまって、やめてしまう。英語や数学のテストの点数が高くても、この能力があまり高くない人も多い。一方、いわゆるパズルや知能テストの類で高い点数を取る人、いわゆる知能指数の高い人は3次元シミュレーションが出来る人である。このような問題を考えても疲れなところか、脳内にモルヒネのような快感物質が流れ出してきて、長時間考え続けている。ジョギングランナーが飽きもしないで走り続けるのと似ている。実験装置の設計が自分でできない場合は、そのような専門家に任せた方がいいかもしれない。

・市販ベアリングの利用： 載荷、支持装置はほとんどの場合、回転や摺動運動の可動部分を含む。これらの可動部分には、市販のローラーベアリングを用いるのがよい。何より精度が非常によく、安価である。ただし設計ではカタログ値に注意が必要で、機械部品として使用されるローラーベアリングは使用回数が、200万回レベルで、実験室での使用回数はせいぜい数百回であるから、ほぼ静的使用状態のカタログ値で十分である。ある実験でベアリングが破壊したら、消耗品として廃棄し、Iランク上げたものをセットしなおすと考える程度でよく、できるだけ小さい部品を選ぶほうがよい。

・安全率： 一般に機械部品の安全率は、疲労強度に関係して定められ、降伏強度の3倍程度が多い。例えば100tfアクチュエータに接続される部品を設計する場合、このような過大な安全率を設けるべきではない。なぜなら100tfアクチュエータに100tfを超える荷重が作用する確率は極めて低いからである。接続ボルトのサイズも同じ考えでよい。ギリギリで設計しておいて10年間使用したら、ボルトをすべて取り換えるという設計思想の方が合理的である。このほうが、経済的で、コンパクトな装置の設計ができる。航空機はこのような設計思想で、部品ごとあるいは、ひと固まりの部品パッケージごとに、規定に従って数年ごとに取り換えている。

・ひずみゲージを貼らないこと： 我が国の多くの実験室では、ひずみゲージをやたら多くはりつけているが、以前ドイツの実験室で見た実験では、ひずみゲージは一枚も無しであった。荷重と変位の測定で、弾塑性域での構造物の破壊挙動を掴まえていた。これには驚いたが、合理的であると感じ、それ以降ひずみゲージを惰性で貼ることはやめ、場合によっては無しで実験することにしたが、これで困ったことはない。

3.2 技術員のページ

今回はコンクリート充填された鋼製橋脚等の表面パネルを切り取る作業に使う酸素アーク溶断についての、機械の使い方及び諸注意を紹介します。

< 1. 酸素アーク溶断の特徴 >

酸素アーク溶断は、鋼材の切断部分をスターカッテンド棒の燃焼熱で溶かし、そして溶けた部分を酸素圧で吹き飛ばしながら切り進むという作業である。アセチレンガス切断と似てはいるが、アセチレンガス切断よりも切断部分を幅広くとることができるため、裏側にコンクリートが充填されていても、切断が確実にできることを特徴としている。

< 2. 機械の準備 >

使用する主な機械は a) 溶接機 (パナソニック製小型交流アーク溶接機 250AD1 [写真 - 1]) ・ 溶接機は容量 150A 以上のものが必要) と b) 酸素ボンベ関係 [写真 - 2] (酸素圧力調整器と酸素ホースを含む、また酸素アーク溶断用としての専用品は用意していないのでアセチレンガス溶断機の酸素設備部分を使う) と c) ホルダー KT78 [写真 - 3 - 1] (酸素アーク工業製) 及び専用キャブタイヤケーブル [写真 - 3 - 2] と d) 切断棒 [写真 - 4] (酸素アーク工業製スターカッテンド SC9-5) である。

< 3. 機械のセット >

酸素アーク溶断作業は溶融物が非常に多く飛び散るので、安全性を考慮し屋外の広い場所で行う。①その作業場所に溶接機 (パナソニック製小型交流アーク溶接機 250AD1) をセットする。(この場合、溶接機の入力側ケーブルを通常屋内で使っている場所から作業場所に近い配電盤 [写真 - e] に付け替えないといけないが、溶接機の入力ケーブルは 200V 電源に直付けとなるため、万一触って感電すると非常に危険であるのでケーブルの付け替えには特に注意が必要である、配電盤の電源ケーブルを付け替える時は必ず技術

員立ち会いのもとに行うこと) ②溶接機の配電盤の電源がオフになっていること [写真 - 6] を確認してから、溶接機の溶接棒ホルダーのキャブタイヤケーブルを溶接機から取り外し、そこにホルダー KT78 専用のキャブタイヤケーブルを取り付ける。アース用のキャブタイヤケーブルはそのまま使用し、切断物に直接接触させておく。③アセチレンガス溶断機のアセチレンボンベと酸素ボンベのメインコックが閉まっていることを確認してから、ガス切断器部から酸素ホースを取り外し、ホルダー KT78 の酸素ホース取り付け口に取り付ける。[写真 - 7] ここでは酸素ホースのみを使うので、ガス切断器は邪魔になるためアセチレンガスホースを取り外して収納ボックスに保管しておく、アセチレンガスホースは邪魔にならないように養生して固定しておく。[写真 - 8] ④切断棒スターカッテンド SC9-5 のソケット部分 [写真 - 9] を、ホルダー KT78 に固定 (ヘッドを左に回しネジを緩めて、ヘッド中心部奥まで切断棒のソケット部分をしっかり差し込み、ヘッドを今度は右に回し締め付ける) する。そして溶断棒が切断物とアースしないよう絶縁物の上に置いて [写真 - 10]、セットを完了する。

< 4. 溶断作業前の準備 >

内側にコンクリートが詰まっている鋼供試体の表面パネルの切断作業は、通常のアセチレンガス切断時のように溶融物を内側に落とし込むということができない。溶融物はコンクリートに跳ね返されて外側に吹き出てしまうため、場合によっては自分に溶融物が吹きかかることもあるので、より安全には注意が必要である。作業服装は通常の上着・長ズボン・安全靴・革手袋・ヘルメットはもちろんのこと、この他に防災前掛け

や革製足カバーも用意してあるので、必要に応じて使用すること。そして遮光メガネであるが通常のサングラスだと顔の表面積の約3/4は露出してしまい危険であるので、より露出が少ない理研オプティク社製ヘルメット取り付け型色つき防災面[写真-11]（顔全体を覆うことができるため顔に飛んでくる溶融物があるレベルで防ぐことができる）を使うことを推奨する。また作業場所周りの5m四方内は何も無いようにし、可燃ゴミは掃除しておく。もし取り除けない物がある場合は、作業場周りを安全柵で囲い、そこに防災シートを掛け溶融物がかからないように養生する、そして備え付けの消火器と水を入れたバケツを手元付近に置き、いざという時には消化作業ができるように用意しておく。また切断物の切断部分にホワイトマーカーでラインを引いておくこと作業をきれいに速やかに行うことができ効率が良い。

<5. 溶断作業>

⑤溶接機の電源を入れ電流値を200Aに合わせる、そして⑥酸素ポンベのメインコックを開き、酸素圧調整ハンドルを回して0.5MPaに圧力を設定する。⑦ホルダーKT78を手で持ち切断棒の先端を切断物の切断ラインの上に接触させ（切断棒の先端からはホルダーKT78のレバーを握ると酸素が吹き出すため溶けた溶融物が酸素の勢いで自分の方に掛からないように角度を考慮すること）、⑧ホルダーKT78のレバーを握る、すると溶断棒の先端から酸素の噴出音がして先端部はアークにより燃焼し切断物が溶融し始め、切断が開始するので切断ラインに沿って切り進む。切り進む方向は、基本的には切断棒を手前に引いて来た方が自分の方向に溶融物が飛びにくいと思われるが、物の形状やスペース、溶融物の跳ね返り状況等によって様々であるので、その都度最良の方向を自分で決めて切り進むこと。また上下方向の場合は、通常上から下に向かって切り進んだほうが溶融物が下に落ちるので安定して切れるは

ずである。切り進む速度は、鋼材が溶けて吹き飛ばされ下地のコンクリートがある程度確認できてきたら徐々に進んでいく程度で、進む速度が速すぎると溶融物がいろんな方向に飛び散るし、遅いと下地のコンクリートが崩れてしまうので、その中間のスピードコントロールを適宜行う。⑨作業を途中で中断する場合は切断棒の先端を切断部から離し、ホルダーのレバーを離し燃焼を止める。⑩作業を再開する場合は⑦⑧の順番で行う。⑪溶断作業を行っていると、溶断棒がアーク溶接と同様にだんだん溶けて短くなっていく、あまりに短くなるまで使っていると、熱でホルダー一部の部品が溶けたりするので、残り15cmぐらいの長さになってきたら作業を止め溶断棒を交換する。

<6. 溶断終了の仕方>

作業を終了する場合、溶断棒が熱くなっているので注意して⑫ホルダー部を絶縁物の上に乗せ、⑬溶接機の電源をOFFにする。次に⑭酸素のメインコックをOFFにして、酸素圧調整弁を戻し、そしてホルダーのレバーを握り酸素を逃がし酸素圧を0にする。溶接機・酸素設備の収納は<3. 機械のセット>項の②及び①そして③の作業の逆を行い元に戻す。ホルダーに付いている溶断棒は④の作業の逆を行い外し、短くなったものは金属ゴミとして廃棄する。そして作業に使用した物は元の場所に戻し、作業中に出た切断屑や鉄粉は掃除し金属ゴミ屑箱に捨て、きれいに片付けておく、最後に火の元と、回りに火の気がないかを再確認しておく。

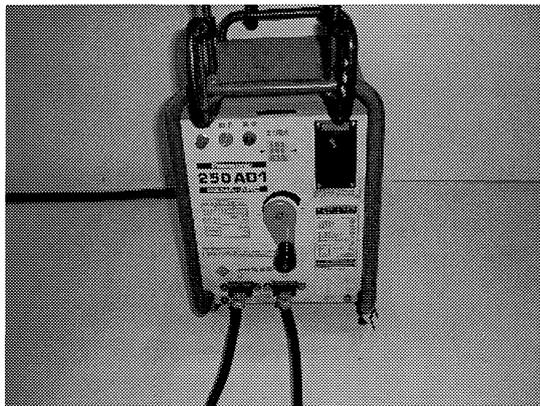
<7. 酸素アーク溶断用安全保護具>

酸素アーク溶断作業はガス溶断作業と比べると、格段に溶融物の飛び散り方に差があり、ガス切断の3倍ぐらい多く飛び散るのでその防御対応が重要である。<4. 溶断作業前の準備>項で説明してはあるが、作業服装は長袖・長ズボン・安全靴（ハイカットが望ましい）・革手袋（厚手の溶接用）・ヘルメット、この他に防災前掛けや

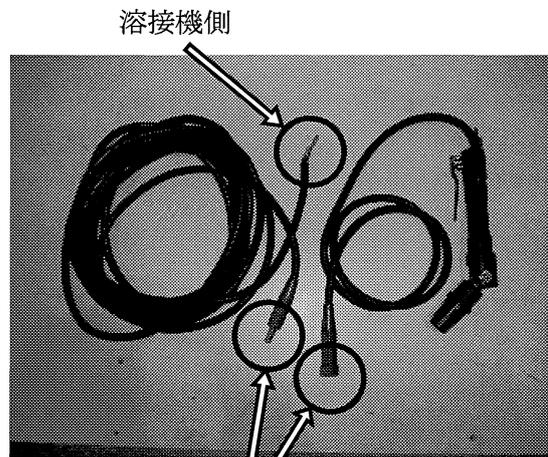
ローカットの安全靴用に革製足カバーも用意してあるので、必要に応じて使用する。遮光メガネはガス溶断用のサングラスだと顔の表面積の約3/4は露出してしま飛散物に対して危険であるので、より露出が少ない理研オプティク社製ヘルメット取り付け型の色つき防災面（顔全体を覆うことができるため顔に飛んでくる飛散物があるレベルで防ぐことができる）を使うことを推奨する。



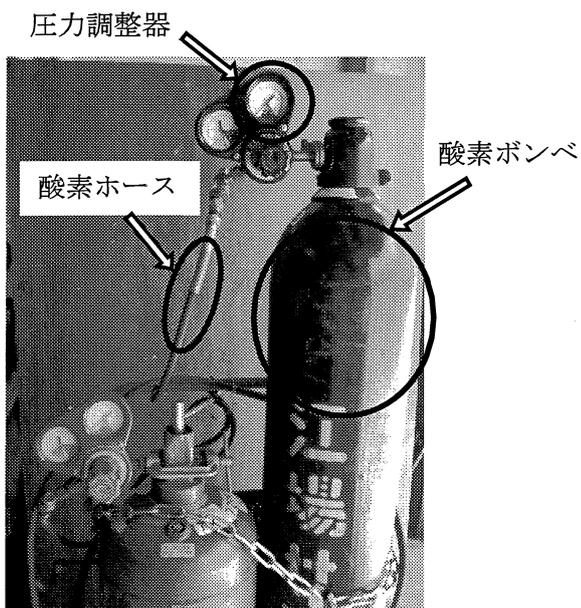
【写真 - 3 - 1】ホルダーKT78



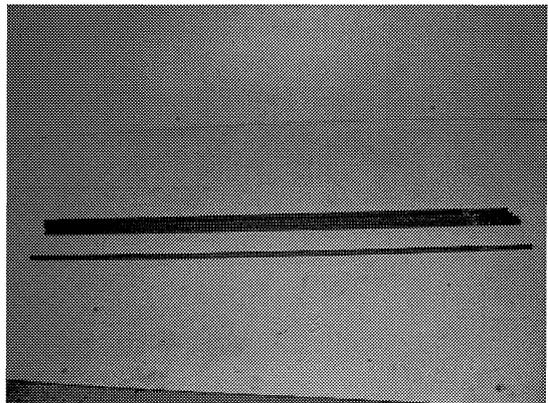
【写真 - 1】溶接機



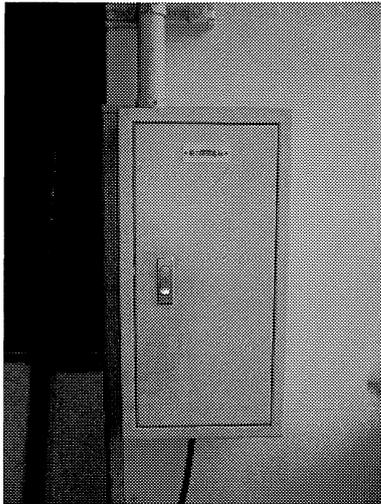
【写真 - 3 - 2】専用キャビタイヤケーブル



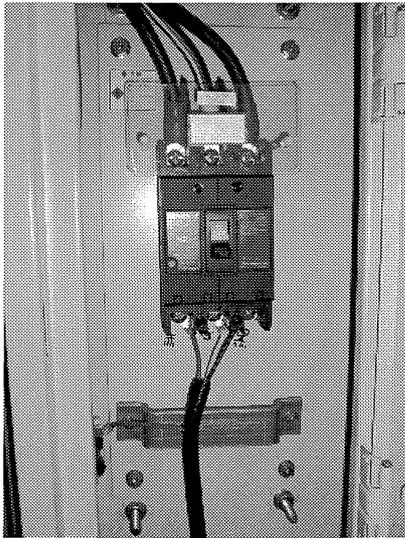
【写真 - 2】酸素ポンペ関係



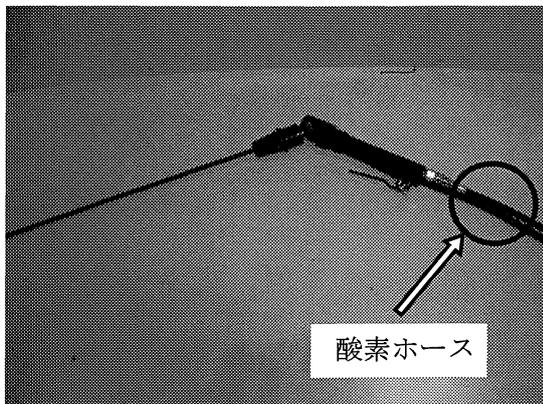
【写真 - 4】切断棒



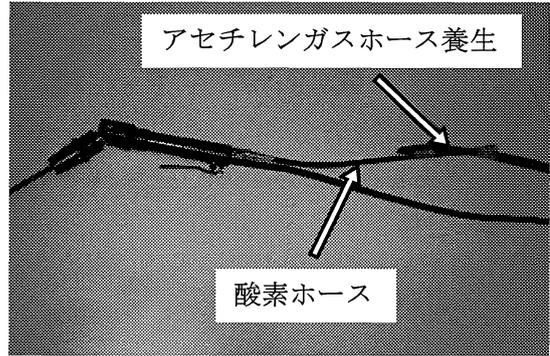
【写真 - 5】 配電盤



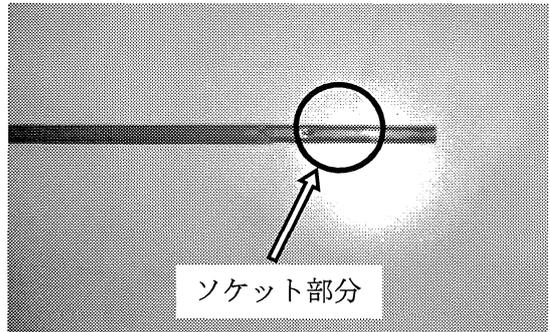
【写真 - 6】 配電盤ブレーカ



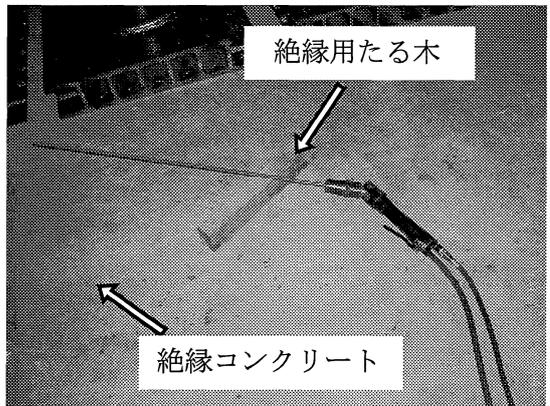
【写真 - 7】 ホルダーの酸素ホース



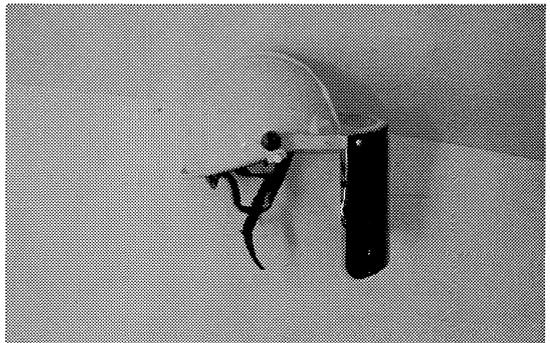
【写真 - 8】 ホースの養生



【写真 - 9】 溶断棒の取付部分



【写真 - 10】 溶断棒前仮置き状態



【写真 - 11】 色付き防災面