

### 3. 実験雑記

#### 3.1 センター長所感

阪神大震災後に、耐震、免震構造に対する研究者の関心は非常に高まったが、あれから14年、時とともに関心が薄くなりつつあるように感じる。しかし、備えあれば憂いなしで、日ごろの基礎的研究を継続しておくことが重要であろう。以下にセンターにおける研究の近況および所感を述べる。

#### 現在の行っている耐震実験

この10年間、耐震実験センターでは実に様々な種類の構造実験を行ってきたが、地震時に特に重要性が増す都市内高架高速道路の安全性に直接的に関係する橋脚の耐震実験に主力を注いできた。最近では水平2方向からの地震力を考慮した耐震安全性を調べるために、2方向ハイブリッド実験を行っている。現在の試験体の断面形状は正方形であり、今後は円形断面の実験を行う必要がある。ハイブリッド実験では、一つの地震波に対して一つの試験体が必要となり、実験のための多大な経費と時間が問題となる。そこで、1つの静的繰り返し実験だけを行って、異なる地震波に対する応答を数値解析的に行う“擬似ハイブリッド実験”の必要性を数年前から感じプログラムの作成を行ってきた。今年度これを大学院博士課程学生とともに完成させた。しかし現在のところ水平1方向からの地震力しか対応できない。次年度には、2方向地震力の問題および地震波そのものを作り出すことを考えねばならない。

#### 耐震設計法と今後の研究の方向

耐震実験では、地震時の構造物の挙動を実験的に調べることを主な目的としているが、これはあくまでも合理的な耐震設計を行うための基礎データを提供するためであり、このことが基本的な目的である。したがって耐震設計の考え方を十分に理解した上で、研究を進める必要がある。最近の耐震設計の考え方は、建築構造物で先行しているが、構造物の主要部材は損傷させないで、取替え可能な2次部材ないしはダンパーを損傷させてエネルギーを吸収させ、地震後にこれを取り替えるという損傷制御設計法という考えが東工大の和田章教授により提唱されている。この設計思想はもともと合理的な耐震処方と考えられ、土木構造物でもこれは適用されるべきであると思われる。特に高速道路の橋脚のような最重要構造物では、大地震後でもすぐに使用できる必要があり、構造本体には損傷はほとんどなく、その機能を発揮しうることが重要である。残留変位は機能上最小限に抑えられるべきである。繰り返し载荷実験等で、構造物が極端に変形するまで実験行っているが、その意味を知った上で実験を行う必要がある。実際上はそのような挙動を知る意味はあまりなく、確率論的な意味で、ある場所で非常に大きな作用力がまれに発生した場合に、その挙動を知っておく程度であろう。

さきに述べたように重要構造物にはダンパーを用いるのがよい。したがってこれからの研究の方向は、「経済的で効果のあるダンパーの開発」とこれを用いたときの耐震性能評価を数値解析的に行うことであると思われる。本耐震実験センターでも、せん断パネル型ダンパーの開発を進めており、今後も重点課題として継続的に発展させる予定である。

さらに地震時の住宅や家具等の倒壊に関する振動実験の社会的要求があり、次年度に小型の振動台を製作する予定である。

### **耐震設計の解説書**

しかしダンパーを含む耐震設計は専門家でも、特に若手の技術者には非常に難しく、多くの解説書が世の中に出される必要があると思われる。耐震実験センターでも実験技術のみならず、実験に深く関係する基礎知識の整理、まとめを行う必要があり、これらは耐震実験を行う卒研究生、大学院学生のテキストとして利用できると思われる。

### 3.2 技術員のページ

このページは耐震実験センター技術員の耐震実験センターでの管理ノウハウやセンターにある設備・機械等の取り扱い方法等を紹介するコーナーとします。

今回は学生の安全教育と溶接作業ノウハウ（アーク溶接機）を紹介します。

#### <学生の安全教育>

耐震実験センター技術員の最重要業務は実験準備作業を行う学生の安全を守ることと考えています。卒業研究を始める学生はまだ勉強しながら覚えるという段階なので特に“身の安全を最優先にする”そして“自分の身は自分自身で守る”ということを特に強く指導しています。

耐震実験センターには載荷装置として400Tから100Tの静的アクチュエータが14基、100Tから25Tの動的アクチュエータが4基あり、これらを使って各種実験装置を作るのですが、アクチュエータの重いものは1基約4Tあり、それを支える反力装置もかなりの重量になります。そのためそれらを移動させるだけでも大変な危険を伴います。また設立当初から比べると実験の数も格段に増えてきて、3 or 4チームの実験準備作業が同時進行するというのは、もう当たり前になってきてしまいました。そのため学生の実験準備作業中の危険度はますます高まっています。

こういった中、学生に対しては無知による事故が起きないように安全教育を全員に実施し、より高度な安全知識と安全意識を身につけてもらうよう努めています。

現在耐震実験センターでは実験準備作業を行う学生に年2回（4月・10月）の定例安全教育、年1回のクレーン実技指導を実施しております。その他に、過去に起きたトラブルをトラブル事例として報告書にま

とめ、それを発生した現場に掲示して再発しないように常に注意喚起も行っています。

#### <溶接作業ノウハウ>

◇アーク溶接機の使い方（パナソニック YK-406）

##### 1. 溶接機の準備

- ①アースコードを母材に適切に繋ぐ
- ②電源ブレーカーをオン
- ③メイン電源をオン
- ④使用する溶接棒の太さに合わせ電流値をセットする・・・溶接棒の入っていた箱に基準が載っている：

例“コベルコB-14 φ4F130~190”表示の場合、φ4は芯線直径4mmの溶接棒、Fは下向き溶接（Vは縦向かい、Oは上向きの意味）、下向きに溶接する場合130~190Aの電流値で使用するという意味で、通常はセンター値（160A）付近にあわせる

- ⑤溶接棒をホルダーに対して直角に（0度、45度取付けはO又はVで使用）そして溶接棒の端面とホルダーの端面を合わせて挟む、これで溶接機の準備は完了。

##### 2. 溶接の手順

- ①溶接を行うと、溶接部は高温になるため冷える時に必ず縮みを生じさせる、この時溶接部を中心に母材が溶接側に反ってしまうので、必要に応じて反り防止をすることが肝心である（例・・・熱を多く与えると、曲り易くなるので、熱をできるだけ与えな

いよう溶接を分散させる、また放熱しやすいように溶接後は溶接部材を離して置いておく、あるいは母材の裏面に厚い鋼材をしっかりと固定し母材が反り難くする・・・等)

②溶接する板どうしをマグネットなどで止めてしっかりと位置決めをする

③溶接部の適当な箇所点付け溶接をし（点付け溶接の長さは3mm程度として、ズレたらグラインダー等で削り取りすぐやり直す、溶接時のアーク発生方法は溶接開始付近で溶接棒の先端を母材に軽く接触させてすぐ3.4mm離しその位置で溶接棒を保持してアークを発生させる、もし溶接棒が母材にくっついてしまったらホルダー部側を大きく円を描くように回して溶接棒を母材から外す、それでも取れない時は慌てずホルダー部の握みを握り、ホルダーから溶接棒を離す、そして溶接棒が冷えてから溶接棒を取り外す、あまり溶接棒をひねると被覆材が取れてしまうので注意する）。母材と固定する。この時にも反りは発生するので注意をする

④この後溶接部をチップングハンマーとワイヤーブラシ等を使ってスラグをしっかりと落とし表面をきれいにする

⑤溶接開始付近でアークを発生させて本溶接を開始する、溶接時、溶接棒は溶接線上の左右の中心におき、進行方向に対しては70～80度手前に傾け、母材と溶接棒先端の距離を溶接棒の直径程度に保って緩やかに進む、進む速度は溶接部の熔融池（溶接部の中心の一番明るい場所）がだんだん大きくなって広がっていくのでその速度に合わせると良い。溶接を中断して再溶接する場合、溶接棒の先端がカップ状にへこんで芯線が中に入っている、そのまま

はアークが発生しない、この時はコンクリート床などの絶縁された場所に溶接棒の先端を軽くたたき芯線を覗かせる。溶接終わりはそのまま終わると溶接面にへこみができるので最終地点に来たら溶接棒の直径分程度の円を描くように溶接し、溶接棒を素早く引き上げアークを止める

⑥溶接部を冷ましながら溶接スラグをチップングハンマーとワイヤーブラシ等で取り除き表面をきれいにする。

⑦2層盛りする場合は、1層目の表面をきれいにして熱を冷ましてから、⑤の要領で基本的には行うが今度は溶接面が広がるので溶接幅を広くして効率を上げたほうが良い。そのために溶接棒の先端を円またはジグザグを描きながら（最大幅は溶接棒の直径の3倍程度までにする）進行させる。そうすると幅広くきれいな溶接ができる

⑧溶接が終わったら母材を冷やしながらスラグをしっかりと取り除ききれいにして、溶接欠陥がないかなどを確認する、もし欠陥があったなら欠陥部をグラインダー等で削り取り再溶接する。

### 3. 溶接用安全保護具

溶接を行うと強烈な光と熱、有害ガスが発生するので室内で行うときには窓を開け、換気装置があれば運転し環境保護に努める、体を保護するために備え付けの保護具類を使用する。光と熱に対しては長袖・長ズボン・安全靴・皮手袋・溶接面（遮光グラスはアーク溶接の場合#10ぐらいが良い）で保護し、ガスについては防塵マスクを使用する。その他に足カバー・前掛け等が用意されているので必要に応じて使うこと。