



E-Defense Today

(Published by E-Defense, NIED, July 27, 2006, Vol.2, No.2)

E-ディフェンスに着任して

副センター長 塚田 好克

平成 18 年 7 月の人事異動に伴い、兵庫耐震工学センターの副センター長を命じられ、3 日に着任いたしました。4 日午前中は事務引継ぎ、午後にはセンターの月例会議、5 日は地元挨拶等を行い、一連の業務を終了しました。9 月には、センター初の大事な行事が控えており、緊張しているところであります。



つきましては着任に際し、私の自己紹介等をさせていただきます。昭和 28 年 5 月 5 日、茨城県下妻市高道祖（たかさい・・・なかなか読めません）にて生まれ、以後仕事の関係で、東京、山形、石川と転居しましたが、根っからの茨城県人で、訛りが酷い（「い」と「え」の発音及びアクセント）と思います。平成 14 年 4 月に防災科研から理研筑波研究所に異動し、17 年 4 月、防災科研に復職、今回の異動となりました。昭和 53 年に防災センターに採用されて以来、職歴の大部分を防災科研にお世話になってます。14 年から 3 年間防災科研を離れたため、E-ディフェンスについての見識が少し足りません。また、茨城と兵庫との環境の違い等があり、現在生活面、通勤等に苦慮しております。

E-ディフェンスという世界に類をみない所に勤務できることを誇りに、業務に精進したいと思っております。また、皆様のお力を借りて、明るく楽しい職場となるよう努力していきたく思いますので、どうぞよろしくお願い致します。

テストベッドシステム ～E-ディフェンスでの実大実験を、迅速かつ安価に行うには～

E-ディフェンスでの震動台実験の目的のひとつに、なるべく現実に近い構造物を製作して震動台上で破壊させ、その構造物が持っている耐震性能を調べることがあります。これは、現在までに作られ既に建っている構造物の耐震性能を確認するという意味で、非常に重要な研究になります。ただし、本物に近い構造物を作るのですから、それなりの費用と時間がかかることは、致し方ありません。

一方で、新しい考えに基づいた構造物を震動台実験で検証しようとする、いろいろな種類の試験体を加震し、その耐震性能の違いを比較研究することが必要になってきます。そういった実験研究では、現実を忠実に再現した試験体よりもむしろ、実験として着目すべきところに限定した試験体を、数多くこなすことが要求されます。

そのような実験を可能にすべく、鉄骨実験研究グループでは、テストベッドという実験装置を開発中です（写真）。4 階建ての建物をイメージして下さい。震動台実験では、振動する質量が重要です。建物で言うと、床や内外装材などの、構造体とは異なる部分が、その質量の多くを担っています。その構造体とは無関係の質量を、このテストベッドは提供してくれます。箱一つが建物の 1 階分の重量に相当すると考えてください。箱と箱の間は、摩擦が殆ど無く水平のみに動くリニアスライダーと、ある水平バネ定数を持った積層ゴムアイソレーターによって連結されます。このバネは非常に柔らかいので、このテストベッドだけでは、フラフラの構造体です。このテストベッドの側面に、目的とする構造試験体を設置し結合します。そして、震動台上で加震してやると、テストベッドと構造試験体が一体となって振動するわけです。実験が終わった後は、この試験体のみを震動台上から取り外し、次の試験体を設置することで、直ぐに次の実験が可能となります。費用もさほど必要としましせんし、次々と実験をこなすことが出来ます。



テストベッドの概念模型

このテストベッドが整備されれば、実大試験体を作るだけの十分な資金と時間の無い研究者も、もっと気軽に E-ディフェンスを使うことが出来るようになるでしょう。現在は、試験体とテストベッドの接合方法や、テストベッド本体の構造性能など、解決すべき問題を一つ一つクリアしながら、設計を進めています。今後のテストベッドの完成にご期待下さい。

(文責：研究チーム 松岡 祐一)

液状化する地盤中の杭基礎の破壊メカニズムを探る

兵庫耐震工学研究センターでは、文部科学省の大都市大震災軽減化特別プロジェクト（大大特）の一環として、地盤・基礎の地震時挙動や破壊メカニズムを解明するために、2種類の大型容器（土槽）を用いた実験を行っています。一つは長さ16m・幅4m・高さ4.5mの直方体剛体土槽、もう一つは直径8m・高さ6.3mの円筒形せん断土槽です。現在、このうちの一つ、円筒形せん断土槽を用いた「水平地盤中の杭基礎の実験」の8月下旬実施に向けて、準備を進めています。

実験で用いる試験体の地盤は、円筒形せん断土槽内に砂を入れて地盤を作り、さらに水を入れて作成した「液状化地盤」です。液状化地盤では、ある大きさ以上の地震動が加わると地盤が液体のように振る舞う、液状化現象が発生します。この地盤に、直径154mmの9本の杭（3×3に配置した群杭）を基礎として持つ構造物を設置します。このような実大スケールの試験体を震動台に載せて、震動実験を行います。

今回、そして昨年度実施した地盤基礎の震動実験で着目している杭基礎は、軟弱地盤上に構造物を建設する際、その経済的・工期的なアドバンテージから基礎として採用されることが多い基礎形式です。しかし、杭基礎は水平方向に剛性が高い構造ではないため、主に水平方向に振動する地震時に損傷を受ける事例が非常に多く見られます。基礎が地震により大きな損傷を受けて沈下や傾斜を生じた場合、たとえその上部の構造物が健全であっても、使用できなくなってしまいます。このように杭基礎の地震時挙動や破壊過程の解明は重要な課題なのですが、実際に観測したことがないためにデータが無く、杭基礎が地震時にどのような力を受けて壊れたのかを十分に把握しているとは言い難いのが現状です。そこで、E-ディフェンスでの震動実験から、地震時に地盤の変形や上部構造物の慣性力などが杭基礎へどのような影響を与えているのかを調べ、杭基礎の地震時破壊メカニズムを明らかにしていきます。

このような実大スケールの試験体に対し、3次元加振を行った例はありませんでした。しかし昨年度、E-ディフェンスでは乾燥砂の非液状化地盤に対し3次元震動実験を行い、杭基礎の破壊現象を再現しました。今年度の実験から、液状化地盤でも杭基礎の破壊挙動を再現し、合理的な杭基礎の耐震設計への一助となる成果が得られることが期待されています。（文責：研究チーム 田端憲太郎）



全体



杭基礎の破壊

鉄筋コンクリート建物実験

1. はじめに

平成18年1月に、実大鉄筋コンクリート建物の実験を行いました。主たる研究目的は、①動的な外力による構造物の崩壊挙動の解明、②耐震壁-フレーム構面のせん断力負担の解明、③構造物の損傷評価、④シミュレーション解析のためのデータ取得です。①は、静的な外力によって曲げ降伏型に設計された構造物が、動的な外力によってせん断破壊し、層崩壊に至る可能性がある、ということを実験的に再現しようというものです。これらの目的のため、耐震壁の負担せん断力をロードセルで計測して検証するという振動台実験としても未踏の試みを行いました。

2. 試験体

試験体は、E-ディフェンスで実験可能な最大規模として、建築面積20×15m、高さ16m、6層、2×3スパン、総重量9.7MNとしました。実験目的に沿って、①整形な建物、②連層耐震壁を有するフレーム構造、③1970年代というやや古い設計手法による建設を想定、としました。1体の試験体の実験結果からより多くの知見を得るために、腰壁、袖壁も混在させてより複雑な経過で崩壊に至る過程を実現することを意図しました。事前の諸強度の計算から、試験体は旧基準建物ではありますが、梁端の曲げ降伏と連層耐震壁脚部の曲げ降伏が先行する全体降伏型という粘り強い挙動を示すであろうと予想されました。腰壁が取付く短柱でも、計算上はせん断余裕度1.25と1.0を上回っていました。

3. 加振結果

気象庁神戸海洋気象台観測波（1995）を用い、振幅倍率を順次増大させて数回入力、水平2方向+鉛直方向の3方向としました。

まず、振幅倍率50%の加振では、柱端・梁端に曲げひび割れが多数発生し、1層耐震壁のせん断ひび割れ、側柱脚部で鉄筋降伏が確認されました。続く振幅倍率100%の加振では、1層腰壁付き短柱の



写真1 実大試験体全景

内柱2本が短柱部分でせん断破壊し(写真2)、1層耐震壁では斜めのせん断ひび割れが進展し、壁脚部ではせん断すべり破壊しました(写真3)。1層の層せん断力-層間変位関係(図1)を見ると、加振4までは直線状ですが、加振5で大きく膨らんだループ形状を示し、最大層せん断力は7.41MNに達しました。保有水平耐力の算定値は3.67MNだったので、それを大きく上回る強度を示したことになります。

このように、強度に関しては当初の算定値を大きく上回った一方で、崩壊形式は当初予想された全体降伏型ではなく、脆性的な1層崩壊型となりました。

4. 実験結果の検討

加振実験では約800種類の計測データが得られており、現在、計測データの分析による構造物の破壊メカニズムの解明を行っているところです。これによれば(1)各層の層せん断力の分布は等分布に近い形状で

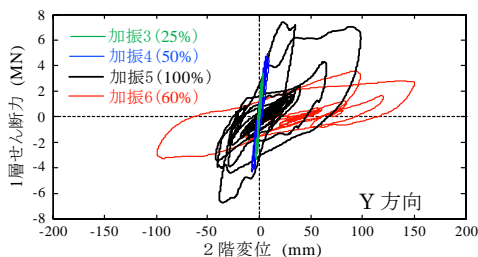


図1 1層の層せん断力-層間変位関係

ある(2)耐震壁の壁脚モーメントは一般的に用いられてきた算定強度式による値の1.54倍に達しており、その要因は鉄筋のひずみ硬化、ひずみ速度、および変動軸力の影響である(3)耐震壁の半曲点高さは耐震診断基準で示される値の約2/3であり、連層耐震壁単体に作用する動的な外力分布は等分布よりもさらに下層寄りの分布であること、等がわかってきています。今後さらに詳細な分析をすすめ、耐震設計法あるいは耐震診断法の高度化のための提言をはかっていきます。

(文責：研究チーム 松森 泰造)



写真2 1層の腰壁付き短柱



写真3 1層耐震壁

NEES/E-Defense 日米共同研究 ～JTCC Meeting 開催と Fourth NEES Annual Meeting への参加～

NEES/E-Defense 日米共同研究も2年目に入り、鉄骨構造・橋梁構造に関する研究が、両国の耐震工学研究コミュニティの協力のもと順調に進められています。

そのような中、共同研究の枠組みやプログラムを調整する Joint Technical Coordinating Committee (JTCC) の第2回 Meeting が、2006年4月17日(月)に8NCEE と時期を併せてサンフランシスコで開催されました。会議には、岡田義光新理事長、中島センター長、Ian Buckle, Cliff Roblee, Steve Mahin の JTCC メンバー、Joy Pauschke (NSF) 及び日本側の研究推進者である川島一彦、笠井和彦先生(東工大)が出席しました。会議では、日米の研究状況を相互に報告しましたが、そのなかでE-ディフェンスにおいて2005年度下半期に、木造2件、RC1件、地盤2件の実験をすべて成功させた力量に米国側は感服した様子でした。また、データシェアリング及び知的所有権に対する基本的な考え方がまとまりました。



理事長挨拶

また、6月21～23日には、ワシントンDCでFourth NEES Annual Meetingが開催されました。(詳細は次のURL参照ください。http://www.nees.org/About_NEES/Announcements/announcement.php?news_id=41)

会議には、JTCC 新メンバーの小中元秀新理事の他、中島センター長、井上が参加しました。会議では、NSFのファンドで進められているNEESRの研究状況や、NEESが力を注いでいるEducation, Outreach and Training (EOT)の報告がなされました。また、International Collaborationのセッションでは、中島センター長が2005年度の実大実験、2006年度の実験計画および日米共同研究についてプレゼンを行い、米国側の注目を浴びました。なおポスターセッションの会場では、研究の説明と共に、全米の研究者の懇親の場ともなっていました。日本(NIED)の研究者もこのような場にて、プレゼンスを高めると同時に、研究の輪を広げることも必要と感じました。なお、NEES会長の交代もあり、会議期間中に臨時JTCCを開催しました。出席者は、米国側は前回のJTCC出席者に加え新会長であるRoberto Leonが、日本側は前出の3名が出席しました。会議では、これまでの路線を進めることを再確認すると共に、新体制での懇親を深めました。



懇親会

(文責：企画室 井上 貴仁)

次号発刊予定 (10月26日)

・実験計画(RC) ・17年度実施実験の報告(木造) ・橋梁構造研究