

東京工業大学 都市地震工学センター ニュースレター

21世紀COEプログラム
都市地震工学の展開と体系化

Center for Urban Earthquake Engineering
Tokyo Institute of Technology
20th March 2006

発行日:2006年3月20日
発行:都市地震工学センター事務局

先端技術を進める前にすべきこと

建築物理研究センター(教授) 和田 章

何事も本丸を攻めなければ意味がない。我々の本丸は都市の地震災害を極力減らすことであり、これを目標に研究を進め、次の世代の研究者、技術者を育てている。将棋の駒の歩が前にしか進めないのと同じように、何か研究をしていけば研究は前に進む。ただ、実際に我々が建物や道路を作っているわけではないから、研究だけ進んでも、本丸を攻めたことにはならない。研究成果は実際に建物や道路を作る場面で間違いなく使われて、その効果を発揮する。今、話題になっているように、我国で建築物を建てるためには建築基準法を守らなければならない。その前に数学、物理学、構造力学、地震工学など、法律に書いていなくても守るべきことがある。建築基準法には計算によって安全性を確かめることと書かれ、同施行令・関係告示には書き過ぎと思われる程の条文が並んでいる。一級建築士はこれらの法令を熟知して設計を進め、建築主事や確認審査員は法令をさらに熟知して、構造設計図や構造計算書が適法であることを確認することになっている。これが実行できていれば、耐震計算偽装事件のような問題は起きない。基本的な構造設計法として許容応力度等設計法があり、施行令82条に示され、この条文には「部材に生じる力を求めよ」とあるが「求め方」は書いてない、「保有水平耐力を求めよ」とあるが「求め方」は書いていない。一級建築士に任されているところであり、求め方が決まっていらないからいろいろな設計の可能性があるし、技術の進歩を促し、素晴らしい書き方であり惚れ惚れする。しかし、求め方が書いていないから建築確認審査の場面で確認できない、その結果、建築確認では応力計算や保有水平耐力の計算部分は見なくて良いとなるらしい。羈束という耳慣れない言葉があり、法律に書いていないことを行政は執行できないという。一貫構造計算プログラムはこの計算をブラックボックス的に処理していて、この手順を国土交通大臣が認定している。これがこの度のように問題を悪化させたといえる。レベルの低い設計者は計算結果を盲目的に信じ、確認審査員は計算結果を調べる気にもなくなる。再計算センターが提案されているが、問題はさらに深みにはまるに違いない。構造設計はフィジカルな大きさと形、空間をつくる建築を扱っている。コンピュータにできる仕事ではない。人に頼る方法に戻らなければならない。応力解析を厳密に行うには、「力の釣合」、「変形の適合」、「応力と歪みの関係」を満足することが必要である。しかし、「構造物がある荷重を受けても、それほどの支障なく存在し得る」ことを確認するためであれば、そして構造部材が程々の塑性変形能力を有しているならば、「変形の適合」、「応力と歪みの関係」はそれほど厳密に満足させなくても良い。重要なことは「力の釣合」である。与えた荷重が間違いなく地盤まで伝わることの確認はモデル化の仕事も含めて構造設計者の仕事であり、今の仕組みでは確認審査員が確認すべき内容である。力の釣合と流れの確認は暗算または電卓で十分できるし、設計者の考えと構造図面の対応を良くみるのが重要であり、コンピュータを使った再計算はまったく無意味である。法治国家の日本で、決められた地震力に低減係数を乗じたインチキ計算と設計を多くの人が見過ごしたこと、関係者全員で反省しなければならない。本当の耐震設計は、設計している建物が大きな地震を受けたときの挙動を全体から隅々まで熟考することであり、建築基準法を守るだけのことではない。耐震工学は進み、最近の研究成果を組んだ限界耐力計算法、エネルギー法などが国の法律に組み込まれた。今のままでは建築確認の場面で、この内容を調べる能力はなさそうである。設計者がきちんと設計する。確認機関が勉強して「まちをまもる」意気込みできちんとした建築確認を行う。両方がきちんとしているのが望ましい。片方でもきちんとしていればどうにか救える。両方がだめではどうしようもない。先端技術を進める前にすべきことが沢山ある。

都市地震災害の被害軽減に関する日台シンポジウムに参加して

土木工学専攻（教授） 二羽淳一郎
（助手） 三木 朋広

1. はじめに

2005年9月25日から29日の5日間、都市地震災害の被害軽減に関する日台シンポジウム（Taiwan-Japan Symposium on Advancement of Urban Earthquake Hazard Mitigation Technology）および1999年集集地震の被災地視察に参加しましたので、その概要を報告致します。

2. シンポジウムの概要

本シンポジウムは、2005年3月に東工大で行われた第2回都市地震工学国際会議の際に、台湾国立中央大学（NCU）からの呼びかけで、NCUからの参加者と大町教授、時松教授、笠井教授などCUEEのメンバーの会合が持たれ、その際にNCU側から開催が提案されたものです。このシンポジウムを契機として、CUEEとNCUの研究交流や人的交流を促進していくことが期待されています。今回のシンポジウムへの東工大からの参加者は、CUEEリーダーの大町教授をはじめとして、瀬尾教授、翠川教授、竹村助教授、井澤助手とわれわれ2名の計7名でした。シンポジウムの開催に際し、大町教授とNCUのLiu学長との間で記念品が交換されました（写真-1）。

シンポジウムでは、双方から地震工学全般に関して、計17件の研究発表が行われ、引き続き、意見交換や討議が行われました。講演プログラムは以下の通りで、地震動、地盤の液状化、構造物のダンピングシステム、橋梁モニタリング、コンクリート構造、鋼構造、地震力を受ける構造物挙動の数値解析、地震被害、確率論的な被害予測等々、多岐にわたりました。NCUからは、教員のほか、学部・大学院の学生も多数参加していました。なお、写真-2はシンポジウム終了後に、NCUの会議室で撮影した集合写真です。写真-3はシンポジウムで講演されている瀬尾教授です。写真-4~6はNCU（現地での略称は中大）の実験室の様子ですが、十分なスペースに、大型の実験設備が整然と配置されていたのが印象的でした。

3. 講演プログラム

- (1) T. Ohmachi: Seismic Safety Evaluation of Dams Subjected to Level 2 Earthquake Motions
- (2) K.L. Wen, T.M. Chang, C.M. Lin: Microtremor Survey of Site Effects in the Western Taichung Area
- (3) S. Midorikawa, S. Akiba, T. Masatsuki, H. Miura: Long Period Ground Motions Observed in Tokyo
- (4) C.J. Lee, T.K. Hsiung: Sensitivity Analysis on Multilayer Perception for Recognizing Liquefaction Cases
- (5) J. Izawa, J. Kuwano: Seismic Behavior of Reinforced Soil Wall
- (6) H.T. Chen, J.C. Liu: Seismic Interaction Analysis of Deep Excavation and Subway Tunnel
- (7) J. Takemura: Centrifuge Model Test Countermeasure Against Liquefaction of Sand
- (8) J.P. Tang, D.J. Chiu: Study on Nonlinear Seismic Response of RC Building with Efficiency-Enhanced Damping System
- (9) C.Y. Wang, H.L. Wang, M.H. Chen: Application of FBG Sensors on Bridge Monitoring and Diagnosis
- (10) T. Miki, J. Niwa: Nonlinear Analysis of RC Structures Subjected to Seismic Loads by 3D Lattice Model
- (11) H.L. Hsu, J.W. Tsao: Cyclic Behavior of Hollow Steel Box Columns Subjected to Eccentric Lateral Load
- (12) C.Y. Wang, H.Y. Ho: Numerical Simulations of Non-ductile RC Frames with In-filled Brick Panel under Cyclic Loading
- (13) Y.C. Wang: Seismic Behavior of Reinforced Concrete Beams with Rebar Curtailment
- (14) K. Seo: Some Considerations about Recent Earthquake Disasters in Japan
- (15) S. Yan, Y.L. Shih: A Network Flow Model for Highway Emergency Rehabilitations after A Major Disaster
- (16) Y.M. Tien, C.H. Pai: A Study on Near Fault Mortality from the 1999 Chi-Chi, Taiwan
- (17) W.L. Chiang, W.K. Hsu, C.P. Tseng, D.M. Hung: Fully Probabilistic Earthquake Loss Assessment and Management Model in Taiwan

4. ポストシンポジウムツアー

シンポジウム終了後に、NCUのChen先生、Hsu先生に同行いただき、集集地震の被災地の視察に出かけまし

た。写真 - 7~8 は、台中にある地震ミュージアムの屋外の様子です。ここでは地震で被災した小学校を利用してミュージアムが建設されていました。そして、校舎を被災した状況のまま保存しています。また陸上トラックも盛り上がったままでした。完全に崩壊した校舎をみると多くの犠牲者が予想されたのですが、地震発生が深夜だったため、幸いなことに校舎内に児童はいなかったとのことでした。

写真 - 9~11 は、被災した石岡ダムの現在の様子です。写真 - 9 を見るとおり、石岡ダムは完全に復旧していますが、堤体の一番奥側の断層が直撃した部分は、意図的に被災した状態のままとなっています（写真 - 10）。またこの部分の上流側（ダム湖側）には、ポケットパークが設けられており、断層が動いた部分にモニュメントが設置されています（写真 - 11）。このように被災した構造物を意図的に保存し、地震被害の記憶を風化させないことが当地ではポリシーとなっているようです。写真 - 12 は地震で傾斜した送電用鉄塔です。現在は使用されていませんが、これも地震被害のモニュメントとなっています。

写真 - 13 は石岡ダムのすぐ下流にある大甲川に架かるコンクリート橋です。大きく変形した橋脚を撤去せず、主桁のみを補修して供用させたため、橋の途中で縦断勾配が大きく変化する異様な形となっています。これはモニュメントではないようです。写真 - 14 は台北から台中に向かう高速道路沿いの至るところで見られた斜面崩壊の状況です。地震の被害と直接の関係はないようでしたが、台風や豪雨によって地盤が緩むと比較的簡単に斜面崩壊が発生するように思われました。

写真 - 15 と 16 は、集集地震の震源地に近く、完全に崩壊した伝統的な中国式寺院と、世界最高の台北 101 タワーのコントラストです。寺院はおそらく、地震被害のモニュメントとしているものと思われます。写真 - 17 は故宮博物館ですが、2005 年 9 月の時点では免震工事中でした。なお、展示品は別棟に陳列されており、精巧な美術品や工芸品を鑑賞することができました。写真 - 18 は集集から北上した埔里市での夕食の様子です。ここは紹興酒の名産地とのことで、全員で本場の紹興酒を楽しみました。

NCU の Chen 先生、Hsu 先生は 2005 年の 11 月には学生を引率して東工大を訪問され、その際に CUEE との交流協定が結ばれています。また 3 月の CUEE 国際会議にも参加されるとのことです。今回のシンポジウムを契機として、今後、ますます実効ある研究交流や人的交流が進んでいくことを期待したいと思います。



写真 - 1 記念品交換（左 大町教授、右 Liu NCU 学長）



写真 - 2 集合写真（前列中央左 Chiang NCU 副学長、中央右 大町教授）

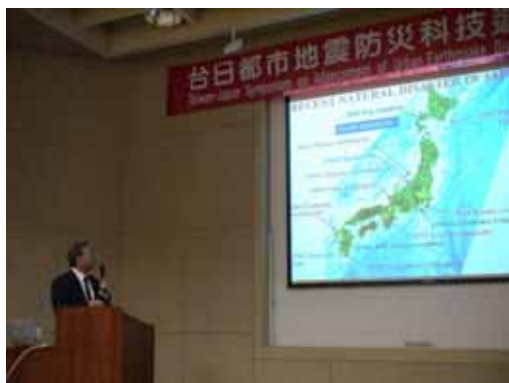


写真 - 3 シンポジウムでの講演風景（写真は瀬尾教授）



写真 - 4 遠心模型実験装置



写真 - 5 大型載荷フレームと反力壁



写真 - 6 ペーパードレーンの実験を行っていた大型土槽



写真 - 7 大きく隆起した学校内の陸上のトラック



写真 - 8 完全に崩壊した学校



写真 - 9 石岡ダム（写真奥に地震被害が見られる）



写真 - 10 断層の大変形によってダムの一部が破壊



写真 - 11 ダムの被災部を利用したポケットパーク（断層に沿った模様が見られる）



写真 - 12 大きく傾いた送電用鉄塔



写真 - 13 石岡ダム下流の大甲川に架かるコンクリート橋(被災後に主桁のみを補修して使用しており、途中で縦断勾配が大きく変化している)



写真 - 14 台北から台中に向かう高速道路沿いの至るところで見られた斜面崩壊の状況



写真 - 15 集集地震震源地に近い完全に崩壊した中国式寺院(意図的に被災のままとしている)



写真 - 16 台北 101 タワー



写真 - 17 故宮博物館(免震を取り入れた耐震工事中)



写真 - 18 紹興酒を楽しむ

1. はじめに

福岡県西方沖地震の発生は2005年3月20日すなわち日曜日の午前11時頃 第一報がテレビのニュース速報として伝えられた。通常ならば気象庁やK-Netなどの地震情報と交通事情を確認し、関連資料を携えて調査に出発するところであるが、この時ばかりは即座に自宅を飛び出し、地震から1時間後には羽田行きのバスに乗っていた。これには大変勝手な理由があって、自分が少年時代を過ごしてきた百道(ももち)という極めてローカルな土地が被災地としてクローズアップされたことと併せて、次のような背景があったからであった。

福岡市は、古くから大陸との交流拠点・大宰府への玄関口として発展を遂げ、その後、商業都市としての博多と、城下町としての福岡がほどよく混合されて独特の文化都市を形成している。台風などによる局部的な水害と夏季の渇水の問題を別にすれば、自然災害に痛めつけられることの少ない大変住みやすい地方中枢都市である。

地震活動度は全国でも最も低い地域に分類されており、実際、非常に長い歴史の中で被害地震の経験は殆ど知られていない。最近になって警固断層の存在が指摘されるようになってからも、地震災害が発生するなど考えも及ばなかった。この数10年間で福岡市は、人口増加と地域開発とを繰り返してきた。その結果、それまで50万から60万人程度で定着していた人口は、一挙に130万人に膨れ上がり、博多湾の海岸線は原型を留めないほど開発され、神戸市の新空港建設を含めた臨海部開発との類似点を感じない訳にはゆかなかった。

このような福岡市の急変ぶりは外部から見ていると非常によく判り、それは自然災害に対する都市の脆弱化が急ピッチで進行している状況そのものであった。このような事情から、今回の地震災害の状況は何としても自分自身の目で確認しておきたかった。それで何の準備もなしに飛び出したような次第である。

2. 地震の概要

気象庁によれば地震の発生は3月20日10時53分であり、マグニチュードは7.0、震源深さは9kmと浅く、大きな余震が極めて少ない点が新潟中越地震と比べて対照的であった。当初は福岡県西方沖との呼称のために震源の場所がよくイメージできなかったが、要するに福岡市北西沖の地震であって、震源の位置は福岡市街地から約25km、玄界島からは僅か8kmの距離でしかなかった。本震とその後の余震の発生状況は図1のごとくであり、震源域が次第に南東方向、すなわち福岡市街地の方向に伸びていることが非常に不気味であった。福岡市の震度は6弱と報じられたが、そもそも福岡市内にそれほど多くの地震観測点が分布している訳ではなく、玄界島には観測点は設置されていなかった。(これらの情報は後日、新聞報道やウェブサイトで知り得たことである。)

3. 福岡市内の被害概要

福岡市災害対策本部は地震発生から30分弱で立ち上げられている。活動は津波対応に始まり、津波注意報が解除されてからは、玄界島の状況把握と当日夕刻からの全島民(玄界島は福岡市西区に所属している)の島外避難に全力が注がれている。同対策本部による福岡市内の被害統計は、地震の翌々日早朝の時点で表1に示すようにまとめられている。

図1 本震と余震の震央分布(気象庁報道資料による)

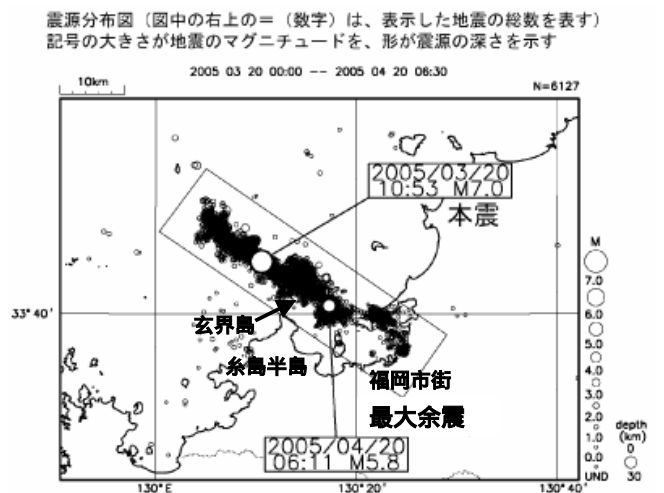


表1 福岡市内の人的・物的被害と避難状況

人的被害・物的被害(3月22日06:00現在)

被害区分	全市	東区	南区	中央区	南区	福岡区	早良区	西区(玄界島を除く)	玄界島
死者	1		1						
負傷者	823	61	146	178	43	20	72	82	9
住所被害	1760	73	10	21	6	6	24	1436	173
非住家被害	85	20	8	25	10	4	12	0	
屋	10	2				1	1	2	4

避難状況(3月22日07:30現在)

全市	東区	南区	中央区	南区	福岡区	早良区	西区(玄界島を除く)	玄界島
1689(人)	174	66	266	31	23	74	863	346
804(世帯)	46	60	185	16	12	43	285	249
69(箇所)	17	11	14	4	4	6	12	1

統計資料は福岡市災害対策本部による

4. 地震直後の初動調査

上記の情報も後日入手できたもので、実際には出発前のニュース速報と、その後は現地でのテレビニュース・新聞記事を頼りに、いくつかの地域に的を絞って歩いてみた。福岡空港に到着したのは午後4時であり、地下鉄など市内の交通機関はちょうど動き始めたところであった。正しくは、それまで全ての交通機関が停止していたことは駅の改札口の張り紙を見て知った。

1) 百道浜の液状化と福岡ビルの被害

現地到着後は直ちに百道浜の液状化と福岡ビルの窓ガラス崩落の様子を確認した。いずれも地震直後のニュース速報で報じられていたものである。

百道浜は図2に示すように、最近の約20年間に急速に開発された埋立地であり、福岡ドーム(現在はヤフドーム)・海浜リゾート施設・博物館等の文化施設・高層マンションと戸建住宅群がすでに立地している。今回の地震では液状化災害が最も心配された地域であるが、海岸付近や駐車場などオープンスペースに噴砂が見られたこと、一部の配管施設や道路に噴砂に伴う変形やずれが生じたことを除けば、大きな問題となるような被害は発生しなかった。また図2の旧海岸線よりも内陸側では被害らしい被害を見ることは全くなかった。

一方、福岡市中心部の天神地区に位置する福岡ビル(10階建て事務所・店舗ビル)では、地震と同時に道路に面した外壁の窓ガラスが飛散落下したことで注目された。わずか2名の負傷者(西日本新聞3/21による)に止まったのは地震の発生が偶々休日の午前中であったという偶然に過ぎず、平日の通勤時間帯や休日の午後であれば大惨事になるところであった。被害の原因はビル建設当時の古い基準であったために、構造本体の変形に窓ガラスが追従できなかったことにあり、地震災害に対して全く無防備であったと云わざるを得ない。以前からの防災対策上の課題がまた一つ露見した訳であるが、その後の対応は迅速で、地震当日の夕刻には落下したガラス片の後片付けが始まり、外壁には防御ネットが張り巡らされた。そして地震の翌々日には、ビル内の店舗が営業を開始するという具合であった。

写真1 百道浜の開発と液状化被害

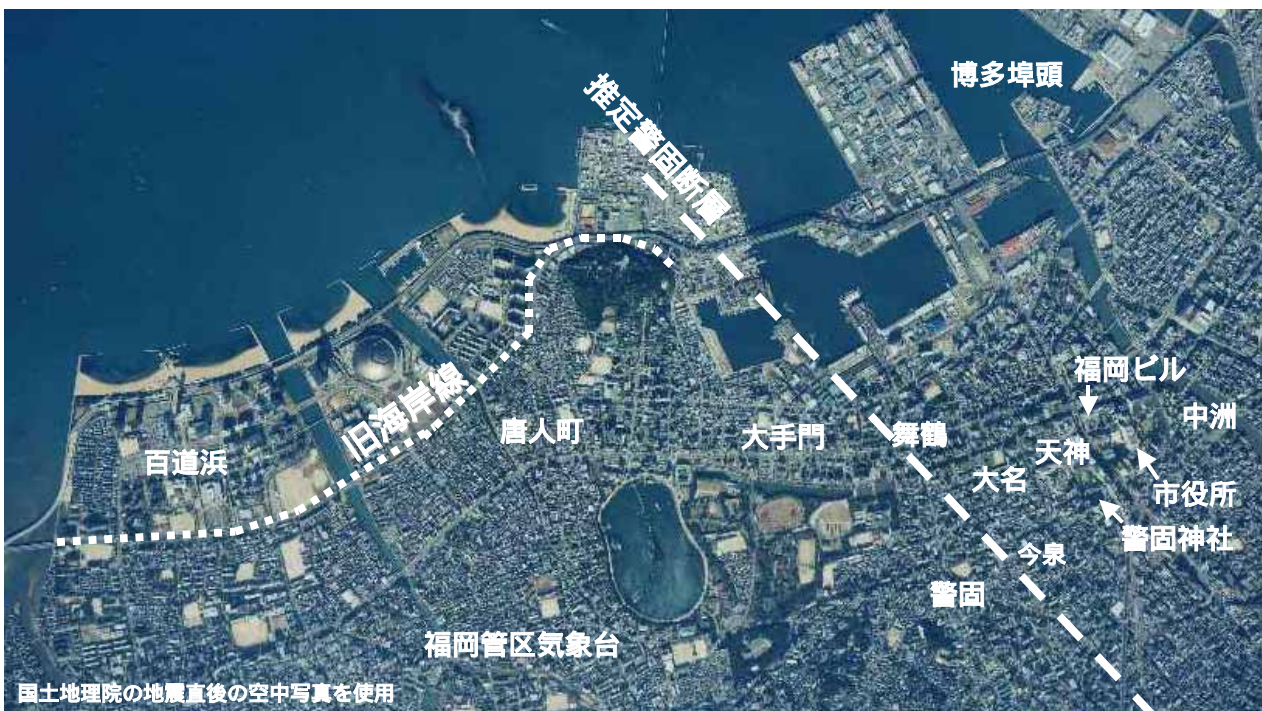


図2 福岡市中央区から早良区に至る地域の概況 (国土地理院の空中写真に推定警固断層の位置を追記)

2) 玄界島の被害

地震の翌朝(3/21), 福岡市営渡船で行政・報道関係者と一緒に玄界島に渡る機会に恵まれた。玄界島は博多埠頭から高速艇でわずか 30 分の距離にある。集落は島の南端の港周辺に偏在密集しており, 斜面階段状集落は長崎市の一部地域を思わせるが, 住宅の過密度は長崎以上との印象である。木造住家の形態は概して瓦屋根の下に土葺きが施してあり, 兵庫県南部地震における淡路島北淡町の被災住宅と酷似している。

今回の地震では, 震源に最も近く地震動は他地域よりも強かったに違いないが, 強震記録が得られていないため確実なことは判らない状況にある。木造家屋の被害は, 屋根瓦特に棟瓦の崩壊と, 階段状の造成法面の崩壊に伴う下段隣家の側方からの圧壊が大部分であって, 主として短周期地震動の作用が大きかったと考えられる。一方において, 純粋な地震動によって崩壊した木造住宅はごく一部に限られており, 鉄筋コンクリート建築の被害は皆無であった。

そうは云うものの, 玄界島の復旧は容易なことではないと考えられ, 行政側で特別立法など特段の配慮をしない限り自力による復興は不可能な状態である。長い年月をかけて一段ずつ積み上げてきた漁村集落が一時の地震災害によって崩れ去ったとの印象である。

幸いにも玄界島では死者は発生しておらず, 9 名の負傷者は消防ヘリや船で陸地の病院に搬送され, 220 戸, 約 700 名からなる全島民の島外避難は地震当日のうちに完了している。



写真 2 地震当日夕刻までに片付けられた路上のガラス片と破損した窓ガラス(上)。下は建物全体に防御ネットを張られた地震翌朝の福岡ビル。



3) 糸島半島の被害

糸島半島の北端に位置する宮浦・西浦の両集落も福岡市西区に所属している。玄界島に次いで被害が大きいとのことで, 地震の翌々日(3/22)に訪ねてみた。この地域には 1898(明治 31)年に M6 程度の被害地震が発生し, 糸島の地震として知られているが, 糸島郡で負傷者 3 名, 家屋全壊 7 棟を出した程度であった。

地震発生から 1 日半が経過し, 降雨もあったため, 被災住家にはすでにビニールシートが架けられていた。地元の対策本部の話では西浦地区の約 200 世帯のうち 70% が被災しているとのことであったが, 殆どが屋根瓦の被害であり, 玄界島と比較すると被害は軽度であったようである。西浦港北方の崖地に崩壊の危険があるとのことと, 一時は周辺の 8 世帯に避難勧告が出されていた。



4) 福岡市中心部の被害

福岡市の被害は上記の地域以外にも広範囲に点在しており, 特に東区の志賀島から海ノ中道を経由して博多港に至るまでの博多湾岸地域の被害は大きかったようである。今回の調査は地震直後の 3 日間を徒歩で行ったため, 確認できた範囲はごく僅かではない。以下の報告は中央区天神から西側の, 昭和通りと国体道路に挟まれた区域に関するものである。



写真 3 玄界島の被災状況(主な被害は石垣と屋根瓦)

それらの地域を歩いた印象として、古い建物の被害は大名・舞鶴地区に顕著であった。マスコミでも報道されていた一部の鉄筋コンクリートの商業建築や材木店の建物では、倒壊の恐れがあるとの理由で大掛かりな道路規制が敷かれ、多くの一部損傷程度の建物では通常の営業活動が行われており、ややちぐはぐな印象を持った。市内中心部では危険度判定は行われておらず、個々の判断で対応しているようであった。舞鶴地区では一部の新しいビル(銀行や事務所)にもコンクリート壁に亀裂が見られ、建物と地盤との間の相対変形も確認された。



写真4 被害の大きかった警固断層東側の墓石・石灯籠等
今泉2長円寺(左上) 天神2 警固神社(左下) 天神3 安国寺(右)

なぜ大名・舞鶴地区に被害が集中し、大手門より西側で被害がないのか当初は理解できなかったが、後日、図2のように、推定されている警固断層の位置が確認されてみると、被害分布は非常に理解し易くなった。すなわち、今回の地震で警固断層が活動した訳ではないが、この断層によって形成された地下構造と被害程度の間には強い相関があるのではないかと推察された。



写真5 被害の小さかった警固断層西側の墓石
大手門3 円応寺(左)と唐人町1 成道寺(右)

当初は、墓石の転倒状況によって地震動強さの分布状況を確認しようとしたが、市内中心部には境内に墓地を持っている寺院が少なく、十分な統計資料を得ることは困難であった。それでもいくつかの事例から、警固断層より西側では墓石の転倒率は概ね2~3%程度と極めて低く、同断層の僅か東側(後日の再調査で確認できた)では概ね20~30%程度と大きな差異が認められた。その後このことを確認するために、警固断層を跨いで余震観測と微動測定を実施することとなり、結果の一部は山中ほか(2005)にすでに報告されている。

5) 高層マンションの問題

初動調査では全く気がつかなかったが、大名よりも南側の今泉地区に高層マンションの被害が発生しているとの取材記事(アエラ, 2005.5.2-9)があり、確認のため再度現地調査を行った。調査区域は今泉1,2丁目に絞らざるを得なかったが、大きな被害は今泉2丁目のごく一部の地域に限られていた。



写真6 高層マンションの被害状況(中央区今泉2)

鉄筋コンクリート造14階建ての1つのマンションでは、最上部の14階から12階までの間は非常に軽微な被害(壁にヘアークラックが認められる程度)に止まっており、それ以下の階では下階にゆくに従って、玄関ドア脇の非構造壁のせん断被害が大きくなり、玄関ドアに歪を生じさせるほどであった(写真6)。被害が生じたのは建物の長辺方向のみで、その直交方向には被害が発生していない。このような被害について、建築構造家は非構造壁であるから被害はやむを得ないとも考えるかも知れないが、居住者にしてみれば簡単に割り切れるものではない。特に、このために玄関ドアが変形拘束され、地震時の緊急避難ができなかったことについて、建築関係者は真摯に受け止める必要があるものと考えられる。



写真7 高層マンションの被害状況(中央区薬院3)

類似の被害は近隣のマンションでも発生しており、内部に立ち入ることはできなかったが、外部からでも被害の様子は推察できた。これらのマンション群は警固断層のすぐ東側に位置し、前述の転倒率 20～30%と推定した長円寺の墓地はこれらのマンション群と接している。

警固断層に沿ってさらに南方の薬院地区では、2棟から成る 15 階建てマンションがエキスパンションジョイント部分で衝突を起こしていた。その結果、重量 500kg もある手摺り壁のコンクリート塊を 10 階から地上の玄関脇に落下させたり、弱い方の棟の非構造部材に亀裂が発生したり、2 棟間に相対的な残留変形を残すなどの間接被害を発生させている。

5. おわりに

このような被害状況を総合すると、今回の地震による福岡市中心部の地震動強さは、兵庫県南部地震以降に各地で発生したいくつかの被害地震と比較して、さほど大きなものではなかったと考えられる。しかし、ここで注目したごく限られた地域に関しては、局地的に地震動が強かったと考えざるを得ず、警固断層によって形成された地下構造の不連続によって地震動の局地的増幅があったものと推察される。そして、そのために建築物本体の構造被害と同様に、非構造部材の被害も軽視すべきではないとの新たな知見が得られた。中高層オフィスビル外壁からのガラスの落下、非構造壁の破壊による玄関ドアの変形拘束、エキスパンションジョイント部分の衝突など、いずれもが大きな検討課題を含んでいることを再認識すべきではないかと思われる。被災現場では、建築基準法に違反していないことを免罪符とする傾向が随所で見受けられたが、被災者に精神的・経済的ダメージを強いような建築基準法であるならば早急に改めるべきであろう。なぜならこのような法令は、その時々技術レベルに応じて、いわば人間の都合（主として建築に携わる側の都合）によって定められたものに過ぎないからである。

震災からようやく 1 年を迎えようとしている現時点でもう一度この震災を振り返ってみると、被害の大きかった玄界島の漁村集落では復興計画が完了し、島と本土とに分かれていた仮設住宅での避難生活から 1 年後には解放されるとのことである。もう一方の震災の象徴と思われる被災マンションの居住者は、非構造部材の被害のために日常生活に重大な支障があったにも拘わらず、建築基準法に違反している訳ではないとの理由から、行政からも建築主や施工業者からも冷たくあしらわれ、復旧工事の折衝に孤軍奮闘を強いられることとなった。折りしも耐震強度偽装事件が昨年 11 月に発生したことから、多少は話をきちんと聞いてくれるようになったとのマンション被災者の声も最近では聞こえている。

謝辞

今回の調査にご協力戴いた被災地の多くの方々にお見舞いとお礼を申し上げます。その際に頂戴したご叱正の言葉を肝に銘じて、今後の研究に活かして参りたいと考えているところです。なお、本調査内容は平成 17 年 10 月 7 日開催の CUEE 第 6 回都市地震防災セミナーでも報告させていただきました。

参考文献

西日本新聞：2005.3.21～(朝・夕刊)

西日本新聞社：特別報道写真集 福岡沖地震，2005.4

坂井浩和：深刻な壁被害なぜ多発，朝日新聞社 AERA, No.24, pp.96-97, 2005.5.2-9 合併増大号

瀬尾和大：2005 年 3 月 20 日福岡県西方沖地震の被害について，震災予防, No.203, pp.30-34, 2005.7

山中浩明・元木健太郎・瀬尾和大・川瀬 博：2005 年 3 月 20 日の福岡県西方沖地震の余震観測速報 警固断層周辺での地震動特性の理解を目指して，震災予防, No.203, pp.35-36, 2005.7

瀬尾和大：福岡県西方沖地震と非構造部材・設備診断の重要性，BELCA Letter, Vol.13, pp.2-5, 2005.8

日本建築学会：2005 年福岡県西方沖地震災害調査報告，2005.9

川瀬 博(研究代表者)：福岡県西方沖の地震の強震動と構造物被害の関係に関する調査研究，平成 17 年度科学研究費補助金(特別研究促進費)研究成果，2005.12

タイ王国向けの遠隔講義を実施して

人間環境システム専攻（助教授） 盛川 仁

COE の目的のひとつに教育環境を充実するとともに、海外との教育研究関係を推進するための拠点として機能する、ということがあります。このような目的を実現するためのひとつの試みとして、タイ王国の Chulalongkorn 大学にむけた遠隔講義を実施しましたので、その経過についてご紹介します。

一昨年（2011年）のスマトラ島沖の大津波により、タイ王国（以下ではタイと略称）でも一部の地域で甚大な被害がでたことは、記憶に新しいところです。タイでは耐震構造などの研究は多くなされていますが、残念ながら津波に関する研究はあまり多くはないようです。日本は、この分野における多くの貢献が期待されますが、それを教育にも活かす、ということで、Chulalongkorn 大学の土木工学専攻の学生向けに、地震と津波に関する基本的な講義を開講する、ということが企画されました。これは、Chulalongkorn 大学からの要請と我々 COE の目的意識とがうまく結びついた結果といえます。

講義名は、'Earthquake and Tsunami Disaster Reduction' で、1/4 期分、7 回の講義を用意し、東工大では 1 単位の講義として設定しました。7 回の講義を外部の非常勤講師 1 人（独立行政法人港湾空港技術研究所の平石哲也博士）を含む 7 人で担当し、地震や津波の基本的な事項から、災害軽減のための種々の対策までを概観する講義としました。

ただ、海外の他大学に向けた講義の配信を行う、という試みは言うは易く、行うは難い企画です。というのは、学期の時期が異なる海外の大学向けに、日本の学期に合わせおこなう講義は、講義を受け取る側にとって単位の管理などが難しく、スムーズな運用が難しいという問題があります。また、どのようなシステムを使って講義を配信するか、という問題もあります。前者の問題については、Chulalongkorn 大学のある一つの講義のなかの一部として、7 回分の講義を埋め込む、という形で時期のずれを吸収することができました。これは、海外向けの講義配信のひとつのありかたとして、非常にうまい方法である、と考えています。

後者については、東工大では、通信衛星を使った講義配信を継続的に行っていますので、当初、この設備を利用することを考えました。しかし、今回の講義の講師が全員すずかけ台キャンパスにいるにもかかわらず、衛星放送向けの送信設備が大岡山キャンパスにしかなくあまり効率的でないこと、すずかけ台の遠隔講義室と衛星放送設備の間をネットワーク経由で接続し、衛星放送経由の講義を配信するには設備の準備が間に合わないこと、衛星通信では質問を受け取ることができないので、インターネット経由のコミュニケーションが必要になることなどから、通信衛星を利用することはあきらめて、インターネット経由での TV 会議システムを利用することとしました。そして東工大の NOC (Network Operation Center) の絶大な協力を得て、タイ向けのできるだけ高品質な回線を確保し、すずかけ台キャンパスから講義を配信しました。また、高速ネットワークの実験網である、JGN2 (Japan Gigabit Network 2) が、タイへ上陸したことをうけて、講義の途中から JGN2 を使えるよう、大学経由で申請していただきました。JGN2 への接続では、これまた東工大 NOC など、関連のネットワーク関係者から絶大なるご支援をいただき、ネットワークの経路制御の変更などにより、幸いにも最後の講義では、JGN2 経由での講義配信に成功しました。これにより、ネットワークのレスポンスが約 2 倍になってアニメーションの送信などにおいても非常に快適な映像の伝送ができました。



図 1 東京工業大学での授業風景



図 2 Chulalongkorn 大学での授業風景

講義の内容については、タイ側、日本側ともおおむね好評で、手間ひまをかけて講義を配信しただけのことはあった、と安堵しています。両国のどちらの学生からも熱心な質問があったただ単にネットワーク経由であることが物珍しい、というだけではなく、講義として内容が学生諸君の興味を引くものであったのではないかと、思っています。また、学生同士でも、自己紹介をするなどして、互いのコミュニケーションをとり、相手大学の学生がどういう雰囲気なのか、ということを知るよい機会になったようでした。

ネットワーク経由の講義配信においては、大学のネットワークにおけるファイアウォールの設定の変更や、経路制御など、ローカルな講義担当者だけでは解決できないネットワーク上の問題に数多く対応する必要があります。つながってしまえば何でもよいような TV 会議システムによる講義配信ですが、今回の遠隔講義の経験で、その陰で非常に多くの方々の協力を得て初めて成立するものである、ということ強く認識しました。また、事をスムーズに運ぶためには窓口となる担当者のネットワークに対する基本的な知識も不可欠です。

最後になりましたが、この講義を実現するにあたってお世話になった多くの方々のお名前をあげて、感謝の気持ちをお送りしたいと思います。Chulalongkorn 大学側の窓口として講義の実現にご尽力くださった工学部の Panitan Lukkunaprasit 教授、Anat Ruangrassamee 助教授、東工大側で、終始ネットワークの状況や設定についてアドバイスと最適な経路探索など、全学のネットワークの仕事がお忙しい中で色々ご尽力くださった NOC の角田貢講師、遠隔講義についての豊富な経験をもとに様々なご助言をいただき、また JGN2 接続への音頭をとってくださった教育工学開発センターの西原明法教授、JGN2 への接続での具体的な作業を行ってくださった NOC 協力教員の飯田勝吉講師、友石正彦助手、篠宮俊輔助手。本当にありがとうございました。



図3 山中助教授の授業風景



図4 Anat 助教授



図5 Chulalongkorn 大学の学生達

東京工業大学 21世紀COEプログラム「都市地震工学の展開と体系化」メンバー（2006/3/20現在）

事業推進担当者：大町達夫(拠点リーダー)、時松孝次(サブリーダー)、川島一彦、笠井和彦、山田 哲、翠川三郎、山中浩明、堀田久人

三木千壽、日下部 治、林 静雄、二羽淳一郎、青木義次、大佛俊泰、大野隆造、瀧口克己、和田 章、瀬尾和大、盛川 仁

事業推進協力者：竹内 徹、五十嵐規矩夫、竹村次朗、松田稔樹、藤井 聡、廣瀬壮一、Anil C.Wijeyewickrema、市村 強、元結正次郎、坂田弘安

篠原保二、上田孝行(東京大学)、若松加壽江(東工大特別研究員)

東京工業大学 都市地震工学センター

すずかけ台事務局

東京工業大学大学院総合理工学研究科人間環境システム専攻内
〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259 G3-11
Tel:045-924-5576 Fax:045-924-5199
E-mail: office@cuee.titech.ac.jp

大岡山事務局

東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻内
〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-39
Tel:03-5734-3200 Fax:03-5734-3200
URL: <http://www.cuee.titech.ac.jp/>