

地域における地震動予測地図への対応と防災への活用

福和伸夫 (名古屋大学・先端研)

1. はじめに

筆者は、10 年間のゼネコン生活の後、名古屋で 10 年を過ごし、その間、地域の地震防災の仕事をしなが、相互作用屋の一人として耐震工学的立場で建築構造の研究を行ってきた。従って、筆者の本 WS での役割は、「地方の防災屋」と「物作りのための建築耐震屋」という2つのユーザの立場で地震動予測地図への期待と課題を述べることにあったと判断した。ここでは、まず、筆者が携わった名古屋地域の防災施策の現状を分析して、地域の実態をあぶり出し、地域に根付いた形での地震動予測地図の作成および活用法について検討してみる。つぎに、建物の耐震設計の現状を概観し耐震設計の課題を抽出すると共に、地震動予測地図の建築設計への有効な活用方法について検討してみる。最後に、地震動予測地図の作成と活用の方向性を示す一つの試みとして、名古屋地区で進めている「愛知県設計用入力地震動研究協議会」と双方向災害情報伝達システム「安震システム」の現状を紹介する。

個別の議論を始める前に、地震動予測地図作成に当たっての一般的な課題について考えてみる。論を待つまでも無く、地震動の強さは地震防災対策や耐震設計を考える上の基礎データであり、国が責任を持って地震動予測地図の作成を行うことは意義深い。従前は、各自治体が地域防災計画立案を主目的として、マクロな立場での被害数量概算のために震度予測を行ってきた。一方、国や研究者は、影響度と着目度の高さから首都圏の強震動予測に重点を置きがちであった。このため、首都圏とそれ以外の地域では、基礎データや強震動予測に関わる知見に大きな差があるのが現状である。こういった背景の下、強震動予測に関連した課題として、以下の4項目が挙げられる。

現状の予測値は自治体毎に予測手法が異なるため、広域に整合がとれた予測結果とは言い難い。

基礎データの質・量の制約から予測精度に限界があり、波形としての予測は一般に行われていない。

地域防災計画などの消防防災施策用に策定され、建築防災や建物の耐震設計等に活用されていない。

基礎データや既往の知見が充実し研究者が多い首都圏方式を、直に地方都市に適用するのは難しい。

の問題は国が主導して地震動予測地図を作成することにより解消されると思われる。～の問題は現段階で予測地図作成の立場を明確にし、方向性を定めておく必要がある。これらを克服するには、

- a. 予測地図の利用者(研究者・自治体・技術者・一般市民など)と利用形態(研究用・消防防災用・建築設計用・意識啓発用など)の絞り込み
- b. a.に応じたアウトプットの種類の明確化(波形・揺れの強さ・応答スペクトルなど)
- c. 想定すべき地震の選定基準(将来は各自治体の被害想定用地震との整合性の議論も必要)
- d. 予測値の値の位置づけの明確化:平均値か包絡値か(安全係数的なものは排除すべき)
- e. 予測値の信頼度や変動度合の明示(確定的な変動と確率論的なバラツキを区分すべき)
- f. 予測値を示す平面密度の規定(メッシュかポイントか? 密度は? 地盤面の設定とも関連)
- g. 予測値を示す地盤面の規定(地表・工学的基盤・地震基盤)
- h. 予測値は完全な最終結果では無く暫定値であり、今後精度が改善されるものであることの明示
- i. 成長できる地図にするための枠組みの構築(仮定条件と基礎データ・途中結果を含む開示、継続的にデータを蓄積し、予測精度を向上させ、活用を促す地域のフォローアップ体制作り)

などを検討する必要がある。特に、地域性に関しては課題が多い。震源や地盤などの基礎データの質・量が地域によって著しく異なるため高度な解析法が必ずしもベストとは言えない現状にある。予測地図作成を一過性のプロジェクトとしないためには、各地域で地震動予測地図の重要性を認識させ、地域の防災意識向上に寄与すると共に、地域での地震防災研究者の核作りに貢献し、継続的なフォローアップを可能とする体制を作る必要がある。このためには、自治体の消防防災部局が主導する調査業務との調整や、建築・土木防災部局、地方の研究者との十分な連携も必要である。本論では、以上のような議論が始まることを期待し、地域の問題や利用者の問題を考えるための話題を提供する。

2. 地域の防災施策の動向と地域性の分析

2.1 愛知・名古屋の地震防災施策の動向

地方の実態を把握することを目的に、筆者が参画したものを中心に愛知県と名古屋市の兵庫県南部地震以降の防災関連施策の概要(表1参照)をまとめる。全体的に、地方行政の持つ、縦割りの・横割りの体質、一過性的体質、箱モノ指向の強さといった問題点があぶり出されている。予測地図作成に際しては、こういった地域特性を踏まえることが望まれる。

表1 愛知県及び名古屋市における地震防災対応の年表

	愛知県		名古屋市		その他
	消防防災	建築防災	消防防災	建築防災	
～平成6年	H3 濃尾地震被害予測 H7 東海地震被害予測				
平成7年	直下型大地震対策 (活断層・ライフライン・避難所・広報) プロジェクト・A 活断層調査	応急危険度判定 (震後対策) 県有建物の耐震 改修計画	被害想定(東海・東 南海・濃尾)	市有建物の耐震 改修計画	地盤情報データベース (環境保全局)
平成8年					
平成9年	活断層アトラス 震度情報ネット	民間建物の耐震改修促進	活断層調査	民間建物の耐震改修促進	名震研 大都市圏強震動 総合観測ネット (名大)
平成10年	各種ハード整備	東南海の被害予測	地震被害予測システム		
平成11年	愛知県の活断層 濃尾平野地下構造調査		コミュニティ 防災カルテ		愛知県設計用入力 地震動研究協議会
平成12年			地下街被害想定		
平成13年					安震君の開発 (名大)

愛知県では、平成11年度まで総務部消防防災対策室が消防防災の責任部局であったが、平成12年度に組織改編が行われ、県民生活部消防防災課に移行し、防災行政の位置づけが変化した。建築防災に関しては、民間建物は建築部建築指導課が、公共建物は建築部営繕課が主体となって耐震改修の促進を行った。平成12年度以降は、土木部と建築部が建設部に統合化された。一方、名古屋市では、消防局防災部防災室が消防防災行政の責任部局であり、建築防災行政の責任部局は建築局(平成12年度以降、住宅都市局)である。地方自治体も、国と同様、縦割りの側面を持っており、消防防災部局と建築防災部局とが十分に連携が取れている状況にはなく、県と市の連携も十分ではない。県・市共に、赤字財政の中、通常予算の削減が図られ消防防災予算は極めて厳しい状況にある。こういった中で昨年発生した東海豪雨は、伊勢湾台風に続く風水害であり、従来より根強い水防中心の姿勢がさらに強まり、地震防災の位置づけの低下が懸念される。明治以降、濃尾地震、東南海地震、三河地震と3つの大きな被害地震を経験しているにもかかわらず、地震に対する防災意識が余り高くない現状は、関東・関西と比較して特徴的である。また、地震防災担当職員の数が県・市の規模に比べて少なく、数年で交替しており、特に県は担当職員の殆どが行政職で技術職の職員が少ないため、科学技術的素養が期待される防災業務に対して限界を感じているのが現状である。

2.1.1 地震被害予測調査

愛知県では、平成3年に濃尾地震を対象に、平成7年に東海地震を対象に被害予測調査結果を発表している。何れも兵庫県南部地震以前に実施したものである。本県の被害が大きくなると予想される東南海地震、安政東海地震、宝永地震に対する被害想定は実施していない。東海地震に対する調査では、中央防災会議による東海地震モデルに対して地震動を推定している。震源域が愛知県から離れていることもあり、揺れの強さや被害は著しいものではない。防災の日前後に地元マスコミが取り上げるのは、駿河湾を震源とするこの東海大地震の被害数量であり、被害量の少なさが当地の地震防災意識の低さの遠因になっている。

兵庫県南部地震への対応としては、平成7年に緊急的に内陸直下の地震に対する対策研究調査を実施した。ここ

では、他部局が主導すべき対策項目については検討対象から除外し、その他に取り上げるべき項目として、活断層、ライフライン地震防災対策、避難所等地震防災対策、災害広報、の4課題について検討を実施した。地震被害想定の見直し等は特段行っていない。

最近、東海地震の震源域の見直しが着手され、震源域が陸側に移動すると予想されるため、愛知県の予測被害量の増加が見込まれる。過去の歴史資料には、駿河湾のみで発生した東海地震は知られておらず、東海地震説が示されて25年を経過した現時点では、駿河湾の震源域に加え、東南海地震の震源域も加えた地震に対しての被害予測の検討が必要である。東南海の震源域を含めた地震動予測値がない現状は、他の防災施策にも影響を与えている。震源域が拡大する安政東海地震や宝永地震の場合、静岡及び三重以西の被害も甚大になるので、愛知県の被害のみならず、両県の被害の中での愛知県の対応方法について事前検討が不可欠である。しかし、自治体としては、東海地震の震源域の見直しが決定し、大震法が改定された後に、はじめて動くことができるというのが実態である。駿河湾のみの東海地震を想定した大震法にも疑問を感じる。一度法制化したものは修正しにくいのかも知れないが、愛知・三重両県にとっては重要なことである。

名古屋市では、兵庫県南部地震の発生以前に、平成7年度から3カ年での地震被害想定作業を予定していたが、兵庫県南部地震の発生を受けて被害想定作業を2カ年に短縮した。名古屋市の地震被害想定は、東海地震、濃尾地震、東南海地震の3地震を対象としている。濃尾地震は当面の再来は考えにくい、市民への説明性と、従前より震度7防災を謳い文句にしていたことから採用された。内陸活断層に対する地震被害想定については、活断層調査を受けて将来実施することになっていたが、天白河口断層と岐阜-一宮線が活断層ではないと判断されたこと、市内の推定活断層の調査が行われていないことなどから実施されていない。

調査を急いだため、兵庫県南部地震の知見を十分に反映できず、被害予測手法は愛知県東海地震被害予測調査に準拠している。その後、被害予測の一部に計算ミスが発見され、被害予測の修正を行った。計算ミスは極めて単純なものであったが、途中の計算結果も含めてデータを開示した結果、偶然に見つかったものである。現状の被害予測の進め方から判断すると、他地域の被害予測結果にも同様のミスが混入している危険性はゼロとは言えない。基礎データや途中結果も含めて開示することの重要性が良く分かる。なお、マスコミからの糾弾を覚悟してミスを認め予測結果を修正した名古屋市の態度は評価に値する。

名古屋市では、被害予測結果を受けて市民に防災情報を的確に伝えるために、平成9年度から2年間、消防局の内部予算を利用して市内各地の防災度を定量化すべくコミュニティ防災カルテの研究を続けた。残念ながら、財政上の理由から継続が困難となったため、名古屋大学が勉強会の形で引き継いだ。この延長線上に、後述の双方向災害情報伝達システム「安震システム」の開発がある。また、平成11年度より2カ年にわたって、名古屋駅前地区地下街地震被害想定調査を実施している。

名古屋市では、環境保全局公害対策課(平成12年度以降環境局)が主導して平成8年度から3カ年にわたって2万5千本のボーリングデータのデータベース化を行い地盤環境情報の地理情報システムを構築した。残念ながら、集められたデータは全面公開されていない現状にある。データベース化に当たっては、部局間の壁が多く、民間データのデータベース化やデータ利用に関して、部局間で思惑が異なるといった縦割りの側面も認められ、被害予測などには利用されずに現在に至っている。

2.1.2 活断層調査

愛知県では、兵庫県南部地震後、過去の活断層調査結果を愛知県活断層アトラスとして取りまとめた。その後、活断層調査の進捗と共に、知多北部・衣浦東部地域、尾張西部地域、尾張北東部・西三河北西部地域の活断層調査報告書を取りまとめ、県内の活断層調査は概ね終了した。岐阜-一宮線の調査結果に関しては、本年1月10日付けで、地震調査研究推進本部地震調査委員会から、岐阜-一宮断層帯は活断層ではないと判断された。この評価結果に対しては、疑義をとらえる地元研究者も多い(調査方法の限界、濃尾地震の地殻変動の説明能力、調査位置の妥当性など)。今後、最終判断に至った論拠などの十分な説明が必要であろう。国が主導して調査を行う場合、早期に結論を出すことの要求が強いと思われるので、調査の進め方や結果の開示のあり方に関して課題を残していると思われる。

名古屋市でも、市内に存在する天白河口断層の調査を実施し、活断層ではないとの調査結果を示している。この結果、岐阜-一宮線の調査結果も含め、名古屋市の直下の活断層は何れも否定されることとなった。しかし、平成12年に刊行された活断層研究会による活断層マップには、名古屋市内に2条の推定活断層が明記されている。本来で有

れば、早急な調査が必要であるが、名古屋市内では本格的な調査が行われていない。下に示す濃尾平野地下構造調査の一環として新年度調査を県・市共同で国に要望していたが、不調に終わった。推定活断層は名古屋中心部を縦断しており、重力基盤深度が急変する位置にも対応することから、県・市の独自予算を使ってでも実施するべきである。

2.1.3 強震観測ネットワークと早期被害予測システムの整備

愛知県では、自治省消防庁の補助で震度情報の早期収集システムを整備した。本システムは、設置当初に発生した平成 10 年 4 月 22 日の養老断層近傍の地震(M5.4)で、震度情報が送信されない等の不具合が発生し、新聞・テレビ等でも問題点が指摘された。県が強震観測などの観測業務に不慣れであったこと、多忙を極める防災業務に対して、防災担当者が余りにも少なかったこと等が原因している。また、当初、本システムが消防庁予算で措置されたことから、防災会議メンバー以外へはデータ非公開を原則とし、研究者サイドのチェックの機会を逸していた。これも問題発生の一因と考えられ、情報開示の大切さが伺える。

この地震では、兵庫県南部地震後整備された当地の地震計の殆どが稼働したが、幾つかの観測機関で不具合も見つかった。地震後、観測機関の状況調査を行ったところ波形の収集予定の無い機関も存在していた。このため、半公的な強震観測機関からなる名古屋地域強震観測研究会(名震研)を発足させ、観測状況の調査、地震計台帳の作成、観測記録の収集・ウェブ公開などを進めた。その後、平成 11 年度に文部省補正予算で全国 6 大学に「大都市圏強震動総合観測ネットワークシステム」が措置され、名古屋地区では名震研の成果を発展させる形でシステムを構築した。具体的には、愛知県・三重県・名古屋市・愛知工業大学・中部電力・東邦ガス・名古屋大学の強震観測システムをネットワーク化すると共に、観測点が欠落している岐阜県下の濃尾平野などに約 30 台の地震計を新規設置し、全 200 点ほどからなるオンラインネットワークシステムを構築した(オフラインを含むと約 300)。このシステムは、既存の機関を超えて「繋ぐ」ことを意図している点で、地域の防災を進める上での新しい動きと言える。

一方、名古屋市では、科学技術庁から半額補助を受けていわゆるリアルタイム地震防災システムを平成 11 年度末に構築した。名古屋市内 16 カ所に地震計を新設し、東邦ガスと名古屋大学の観測システムも利用することにより、市内約 40 地点の震度情報を受信できる。得られた地震動情報に基づいて、名古屋市内全域の地震動と被害の予測を行っている。予測結果は他の防災情報システムと合わせて初動体制の構築に利用されている。なお、本システムと同時期に科学技術庁から補助を受けて作成された横浜市の場合、地震計の数は 150 台、予算規模も名古屋市の十倍である。横浜市では継続的にシステムを改善すると共に、地下構造調査にも有効活用するなど、システム構築後の取り組み姿勢にも差がある。一方、名古屋市は少ない予算で他機関の既存ネットを利用した点は評価できる。これらは両市の防災意識を比較する上で興味深い。この差の原因の理解は地域の地震防災を考える上で重要である。

なお、愛知県では大地震時の災害情報の通信拠点として、名古屋市と豊橋市に衛星通信施設と耐震通信局を構築した。また、大型パラボラアンテナを搭載した衛星通信車載局やヘリテレ装置、新総合通信ネットワークシステムと称する大容量デジタル多重無線回線網を整備している。現状は、ハード整備の指向が強く、ソフト的な整備が立ち遅れた印象が強い。一般に、行政体では、一過性で形として残りやすいハード整備に対する評価は高いが、継続的な維持・改善の重要度が高く部局間の垣根を超える必要のあるソフト整備への評価は高くないようである。このことが、地方におけるハード指向の強さの原因のように感じられる。

2.1.4 濃尾平野地下構造調査

平成 11 年度から 2 カ年にわたって濃尾平野の地下構造調査が行われている。深部地盤調査研究は国では平成 10 年度より開始されており、愛知県は他地域より 1 年遅れてのスタートである。当地区が平成 10 年度に調査開始できなかったこと、愛知県と名古屋市が共同で実施できなかったことは、国の防災施策との協調上、自治体が抱える防災上の問題を孕んでいる。国の動き方(トップダウン、手を動かすのは自治体)、自治体の予算編成の仕組みと人員不足、地方分権のあり方等と言った話が関係している。

濃尾平野は関東平野や大阪平野と比べて既存の深部地盤資料が少ないことから、調査結果はレファレンスとなり得る信頼度の高いデータである。ただし、調査数は平野全体を覆うには不十分であり、強震動予測の観点からは、調査地点数の大幅な増加が望まれる。しかし、残念ながら新年度の調査は予定されていない。名古屋市内には推定活断層の存在が懸念されているが、調査を自治体主体で実施する方向性は見いだせておらず、県・市ともに国の予算を頼みにしているのが現状である。今後、地域防災に責任を持つ主体は誰か、また、この種の調査費用を国と地方自

治体がどのように分担するべきかと言った議論が、税制・地方分権制度や地方財政のあり方も含めて広くなされる必要がある。

2.1.5 建築防災

愛知県と名古屋市は、兵庫県南部地震後、応急危険度判定士制度の整備に関連して震後対策に関する調査研究を2年間行い、平成9年度より毎年講習会を実施し判定士を養成している。3カ年で6801人の応急危険度判定士が誕生した。応急危険度判定は建築部局が主管しており、震後の災害対応の中で県下の各消防防災部局との連携が鍵となる。効率よい震後対応の為には、予め想定し得る地震に対して地震動予測地図を持っていることが有効であるが、その点についての検討は十分になされていない。

民間建物の耐震改修促進に関しては、愛知県は、平成7年度から10年度にわたって継続的に調査研究を実施している。当初は、愛知県内の既存不適格建物の棟数を洗い出し、主要な建物の建築主への改修促進に関するダイレクメールの配信、耐震改修促進のための計画作りなどを行った。これを受けて、愛知県耐震改修促進実施計画・防災まちづくりガイドブックが作成された。名古屋市も平成7年度に、愛知県と歩調を合わせて耐震改修促進計画を検討し、県と同様のパンフレットを作成した。

愛知県では、前述のように、地震被害予測が東海地震だけであり、震後対策や耐震改修促進を図る上で、想定すべき地震被害像が不明確であった。このため、東南海地震に対して簡易的な地震動予測と被害予測調査を建築部局で実施した。本来、地震被害予測は消防防災部局の所管であるが、消防部局の動きが遅れたためである。なお、被害予測の過程で得られた結果を公開すべしとの提言を受け、応答スペクトル予測結果と予測用基礎データの公開ウェブシステムを開発中である。これは、予測途中で得られた結果も含めて広く公開するといった意味で新しい試みである。

県有・市有建物の耐震改修については、愛知県と名古屋市は独自に実施している。愛知県は、県有建物の耐震改修計画立案のために、県有建物の台帳を作ると共にモデル施設の調査を行い、さらに、各県有施設の性格付けと重要度の設定、診断・改修の優先順位の考え方などを明確にし、震災時における県有施設運用計画を取りまとめている。その後、この計画を基に、耐震診断や耐震改修を進めつつある。平成13年2月時点で約2050件の診断実績がある。来年度で全ての施設の耐震診断が終了する予定である。重要防災拠点である愛知県庁西庁舎に関しては免震レトロフィット化を決定している。

名古屋市でも平成7年から2カ年にわたって、市有建物の耐震診断・改修計画の策定を行った。ここでは、名古屋市が保有する建物の分析、診断の目標値の設定の仕方、診断・改修の優先順位などについて議論を行い、具体的な実施計画作成に結びつけた。本年度で当初予定の診断(保有建物3856棟、対象棟数2352棟、診断棟数約1461棟)が終了する予定である。

2.2 地方性と地震動予測

名古屋は偉大なる田舎と称されるように、地方的性格をふんだんに持った都市であり、施策を全国に展開する上で鏡となる都市である。こういった意味で、東京・大阪とは異なった重要性を持っており、名古屋で有効な手法は他の地方中核都市への展開も容易である。そこで、名古屋地区の防災施策の実態を踏まえ、地震動予測地図作成に当たっての地方における共通課題を考えてみる。地域毎に正確な地震動予測を行うには、各地域の特性に応じたきめ細やかな環境整備が必要である。地震動予測の計画立案・実行には首都圏の研究者が主体的に関わると思われるので、実効ある予測地図の作成のためには、地域がもつ特性を十分に理解しておくことが望まれる。そこで、地域の持っている共通的特質を考察し、地域特性を反映した地震動予測地図作成に当たっての留意点を考えてみる。

2.2.1 消防防災と建築防災とのギャップ

地域の地震防災と個々の建物の耐震設計の距離は大きい。基本にする知識やデータの多くは両者で共通しているが、視点の違い＝地域防衛的なマクロな視点と個別建物の耐震設計というマイクロな視点、対象者の違い＝防災における一般市民・防災行政担当者と耐震設計における建築主・設計者、評価項目の違い＝都市全体の物的・人的被害・社会的影響と個別建物の部材応力、責任部局の違い＝消防防災部局と建築部局、などが原因して両者は相容れない場合が多い。縦割(部局間、研究分野間)と横割(国・県・市町村、研究者・技術者・行政官の間)の壁がその原因である。

一方で、地域では人的資源の不足のため、数少ない研究者が多くのプロジェクトに共通に参画し、研究者が両者の間を取り持つ機会が多い。地域は、社会が小さいので、研究者が主導してプロジェクトを作ることも容易である。故に、地域は、様々な融合が可能なお場とも言え、また個々の研究者の行動が市民の安全に直接的に貢献しやすい場でもある。地域の研究者は地域への愛着も強いので、予測地図作成に当たっては地域のキーパーソンとうまく連携できる体制を整えることが重要になる。さらに、地方に主体を置くことにより、成果を地域防災に真に活用する流れを作ることも容易になる。

2.2.2 地方の抱える共通課題

名古屋圏における具体的事例でも明らかになったように、地域の防災を考える上でネックとなるのは、人、データ、情報、行政、防災意識にある。これらについて考えてみる。

(1)人

地域は技術者の絶対量が少なく、研究・スタッフ部門の人間は稀で実務者比率が高い。研究を推進すべき拠点(研究所)も少なく、強震動や防災に関する教育機関(大学)がない県も多い。国立や民間の研究機関は首都圏に集中しているため、人的資源は大学を除くと行政庁に限られている。しかし、行政単位が小さくなると、防災担当者は兼務者になるのが一般的である。大学も行政体もある程度の規模がないと地震防災に関わる人間を抱えられないのが現状である。まずは、地域での防災の核となる人材の養成が必要であり、地域の防災拠点を作るには、動機付けと組織の規模が必要となる。

(2)データ

地方では地震動予測に必要な基礎データが質・量ともに不足している。兵庫県南部地震以降、強震観測状況は改善されつつあるが、観測データは十分に活用されていない。また、地盤データや地域の地震関連の文献資料は極く限られる。基礎データを作り込むと共に、既存データを有効活用できる枠組みを作っていくことが必要である。自治体や大学がリーダーシップをとって継続的に調査を実施することが望まれる。なお、地方のデータは公開されていない場合も多い。地震被害の歴史資料などは町史などに纏められている場合もあるが、未発掘のものも多い。地盤に関わる土地勘的なデータも含めて、所謂、地域の事情通との連携が必要である。これらのデータは、予測の基礎データになったり、予測結果の検証に使える可能性がある。

(3)情報

地方では研究会や講演会が開催される機会は少なく、研究グループや勉強会を作るだけの人数を集めることも難しく、最新の情報を得るのは難しい。マスコミが防災関連の話題を掘り下げて報道することは稀である。このため、地震防災に関わる意識の中央との温度差は拡大しつつある。特に、地震動予測地図作成や深部地盤調査の重要性について、地方都市での認識は高くない。こういった状況の打開が予測地図の活用にも繋がる。地元大学と連携した大学の公開講座や社会人教育制度の活用、各学協会などと連携した講習会の全国行脚などが期待される。また、地元マスコミ人に地震防災の重要性を理解してもらおう努力をした上で、地域の地震危険度に関する分かりやすい情報を提供し、防災に関わる題材をマスコミに取り上げてもらうことが、自治体を動かし、防災施策を推進する力になると思われる。

(4)行政

地方は実利的・保守的な体質を持っており、安全・環境より振興が優先され、ソフトよりもハード指向が強い。このため、地方自治体の防災関連の予算や人は少なく、国頼みになる傾向が強い。防災施策の実行には、自治体の規模とは関係なく最低限の人と金が必要となる。自治体の大きさに比例した予算や人員規模では、中小自治体ほど地震防災の空白地帯になってしまう。また、自治体の規模が小さいほどトップのリーダーシップの力は大きく、首長の防災意識次第で防災予算の差が生じる。防災の優等生と言われる自治体は、地域の安全に対する首長の強いリーダーシップが感じられる。

防災施策の基本は総合調整機能にあるが、自治体の各部局は異なる中央省庁を向いており、部局間の縦割が存在し、隣接県間・市町村間の風通しも悪い。国・県・市町村の意識の差も大きく横割も存在する。地方の人的資源の少なさを考えると縦割・横割を是正し効率よく問題に対処することが大切であり、特に土木・建築部局と防災部局との連携が重要である。場合によっては、地方では、自治体の施策に参画する機会が多い大学人が、人間ネットを介して縦割・横割の改善を図ることが近道かもしれない。その前に、研究者間の縦割りの是正が必要かも知れないが(?)。ちなみに、名古屋大学では、本年4月より、地球惑星理学専攻・建築学専攻・文学部の一部などが合体した環境学研

究科を充足し、研究科の2本柱の一つとして安心・安全学の連携研究を推進することになっている。

また、各地の地震防災の施策単位をどうするかという問題がある。地震動予測などは数県をカバーした広域の地域で実施されるべきである。道州制や国の地方局の単位に対応する大きさである。一方で、地域でのきめ細やかな防災施策の展開には市町村レベルでの対応が必要となる。各自治体の自治や分権を尊重しつつ、目的に応じて自治体間の連携が行える体制作りが必要である。その際に問題になるのは、地方財政の硬直した仕組みである。例えば、名古屋市予算の仕組みを例にとれば、各部局予算は国からの補助金も加えた状態でゼロシーリングが要求されているようである。国からの補助金相当分、市の独自予算が減少することになり、通常経費が圧迫されることになる。このため、確実に補助金が手当されない調査について予算申請することを躊躇する傾向がある。また、予算編成時期が国と市とでずれているため、国からの補助を活用しにくい状況にもあるようである。行政単位が異なる県と市の協力も、財政上、或いは、調査の実施上、困難を伴うようである。調査委員会の設置や調査会社の入札・契約の問題など、調整項目が多いことが連携を難しくしている。国は、こういった地方自治体の状況を勘案して、自治体間の連携や自治体の予算申請をバックアップすることが期待される。このことは実効ある予測地図作成の環境整備の一つだと思われる。

(5) 意識

防災や環境の問題に対する関心の低さは地方共通の特質だと思われる。自治体が一般市民に提供する情報が不足していること、防災教育を通じた市民の意識啓発のための施策が不足していること、市民の自治体に対するお上意識が強いこと、マスコミが発信する防災情報の提供量が少ないこと、大都市に比べ自律性が高く災害脆弱度が相対的に低いこと、などが関心の低さの原因だと思われる。事例として取り上げた名古屋の場合、震害経験の多さや地震危険度の高さと、地震防災意識の低さを対比してみると、防災に関わる技術者としては看過できないものを多く感じる。これは、行政体に限らず、研究者・技術者・マスコミ・市民の何れにも当てはまる。全国有数の名古屋市科学館に地震災害に関わる展示が皆無に近いのは幾多の震災を経験した地域として目を覆いたくなる状況である。

2.3 地震動予測地図に望まれること

地方的性格を多く持っている名古屋の実態を基に、地域性を踏まえた地震動予測地図について考えてみた。今、地方の地震防災を考える上で最も大事なことは、各地域の底上げ(ボトムをアップ)をどのように行うかにある。地震動予測地図の作成を、地域の防災意識向上や防災施策実現に結びつける戦略を考えることが肝要である。ここで筆者の主張したいことは、地域防災には首都圏防災とは異なった戦略が必要であること、地方の目線での予測地図が望まれること、中央と地方との温度差を埋め地域の防災意識・防災力の底上げに寄与すること、一過性のプロジェクトとせず地域のフォローアップ体制作りを促すことなどである。地震動予測地図の作成は、これらのきっかけ作りとして重要であり、大都市圏の優れた研究者が地方の立場にたって地域の地震防災を盛りたてていくことを期待したい。また、国、地方自治体、地元大学が連携しながらうまく役割分担できる体制ができることを期待する。

3. 建物の耐震設計の現状と地震動予測地図の活用

3.1 我が国の建物の実力と地震荷重の現状

3.1.1 一般の中低層 RC 建物

兵庫県南部地震における建物被害から我が国の建物の実力(耐震性能)が明らかになってきた。図1は、林・宮腰ら(2000)がまとめた地動強さと RC 建物(ピロティ階のあるものを除く)の被害率の関係である。図中の加速度は速度を15倍にして換算している。図より、建築年代の違いによる耐震性の差よりも、建物階数による差の方が大きいことが分かる。特に、1981年以降の低層建物の被害率は極めて低い。神戸における RC 建物は低層建物が圧倒的に多かったため、現行耐震基準による RC 建物被害が微小に留まったと考えれば良い。この結果は、現状の耐震設計の限界を示しているとも言える。現行の耐震設計は300~400ガルの地動に対して終局強度設計をしていると考えられるが、低層建物の実力は設計時の想定よりワンオーダー大きい。一方で、高層建物の実力は低層建物に比べて遥かに低い(揺れの周期特性にも一部の原因はある)。防災拠点の重要度係数として1.5を採用している場合が多く見かけられるが、主要な官庁建物は10階程度のもので多く、1.5倍程度の重要度係数では一般の低層建物の実力より劣っている可能性がある。

低層建物の耐震性の高さは建築技術者の力不足を示しており、神戸での被害実態は我々の技術力不足が建物被害を軽減させたという皮肉な結果と解釈できる。入力と耐力の何れをも過小評価し、耐力評価に対する余裕度が入力の過小評価を上回ったことが、被害軽減に寄与したと考えられる。神戸における建物被害の少なさが現行設計法の

地震力レベルの是認につながったとすれば、入力レベルについての再検討が必要であろう。明らかに神戸の揺れの強さは現行耐震基準の想定地震動を上回っている。既存不適格建物の大量発生を回避するために、入力レベルを維持した状態で性能規定化を図ろうとした(?)改訂基準は危険を孕んでいるとも言える。

RC 低層建物の計算外の余裕の主要因は、構造物と地盤との動的相互作用と、設計時には強度を期待しない2次部材にあると思われる。図2は簡易な動的相互作用モデルで計算した建物に作用する地震力を示したもので、相互作用の考慮の有無による比較をしている(福和、2001、建築学会、1996)。地盤は2種地盤相当を想定し、建物は共同住宅や学校建物を想定して、平面は長方形(15m x 70m)、上部構造の架構形式は梁間は壁式、桁行は純ラーメン構造、基礎は直接基礎を想定した。比較のために示した正方形平面の建物は同面積で耐震壁付ラーメン構造を想定した。図のように、慣性の相互作用による逸散減衰増大と長周期化、振動モードの変化などにより、相互作用を考慮しない場合に比べて低層建物の地震力は半分程度になっている。特に梁間(短辺方向)の地震力は小さい。梁間は壁式で強度も大きいことから、余力の大きさは相乗する。兵庫県南部地震における地盤の揺れが南北方向(梁間方向)に卓越していたことを考え合わせると、図1の被害率の小ささも理解できる。このことは図3を見ると一目瞭然である。軟弱な地盤に立地した剛な(低層)建物と硬質な地盤に立地した柔な(高層)建物とでは、全体変位に占める弾性変形の割合が異なり、建物の損傷に関連する応力の大きさも異なってくる。

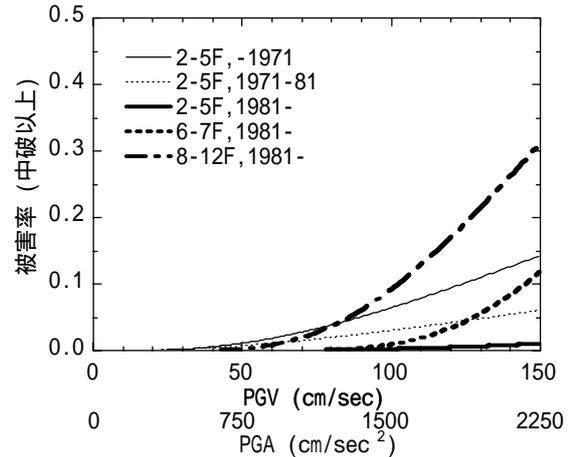


図1 兵庫県南部地震の構造被害から得られたピロティ以外のRC造建物の中破以上の被害率曲線(林・宮腰他、2000)

図4は名大内の実建物(何れも杭基礎)を対象に常時微動

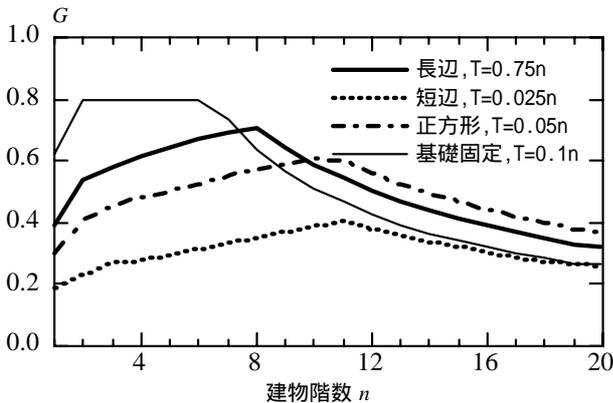


図2 長方形平面建物の最大応答水平震度の階数・振動方向依存性 ($V_s=200\text{m/s}$, $\nu=0.4$)

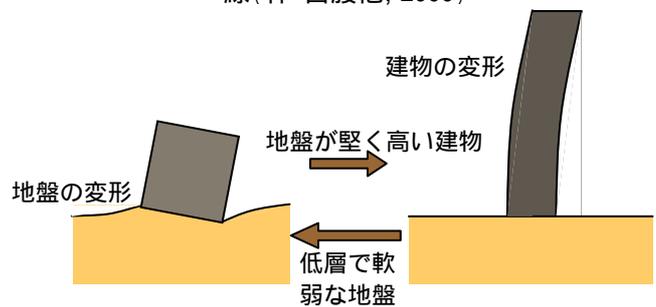


図3 建物・地盤条件による建物の応答特性(動的相互作用の重要度の有無)

計測から求めた減衰である。一般に設計時に想定されている減衰定数 5%と比べ、低層建物の減衰は遙かに大きい。簡易な換算式(加速度応答スペクトル: $S_A(T, h) = S_A(T, h = 0)/(1 + 10h)$)によれば減衰が 20%あれば 5%の時の応答に比べ半分の応答になる。これが低層建物の余裕の一つである。

2つめの余裕はいわゆる入力損失である。図5は10以上の地震動に対して、名大内の4つの建物で観測した基礎と地表との揺れの強さの比を示したもので、縦軸は各地震で得られた建物基礎と地盤地表との最大加速度比若しくは最大速度比であり、横軸は地動の加速度若しくは速度フーリエスペクトルの卓越振動数を無次元化したものである(各卓越振動数は、最大加速度と最大速度の比、最大速度と最大変位の比から簡易的に算定)。無次元化には、 $a_0 = 2\pi f B / V_s$ (f は地動加速度若しくは速度の卓越振動数、 B は基礎の等価半幅、 V_s は深さ10mの平均S波速度)を用いて

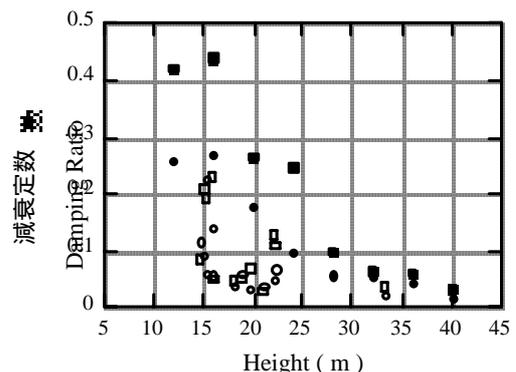


図4 微動に基づくRC建物の減衰定数の建物高さ依存性

いる。無次元振動数の増加と共に有効入力の下下が明確に認められる。軟弱地盤に立地し、地動の振動数が高く建物規模が増加すると、入力損失効果が大きくなる。ちなみに、神戸では約 3 割の加速度低減と約 1 割の速度低減があったとの報告がある(安井他、1999)。

3 つめの余裕は 2 次部材の効果である。図 6 は名大内の 10 階建建物の固有振動数の振幅依存性を示している。この建物は耐震部材のみでは約 1 Hz の固有振動数であるとして構造設計されていた。振幅の増加と共に振動数が低下しているが、設計時剛性に比べて 3 倍以上の弾性剛性を有している。すなわち、2 次部材は躯体の耐震要素の 2 倍もの剛性寄与をしており、これも余裕度の一つと解釈できる。

これらの 3 つの余裕度を乗じれば設計的にワンオーダー異なる耐震性能となっても不思議はない。これに対して、建物が高層化すると、固有周期が増大して逸散減衰効果と入力損失効果が減じられ、建物の弾性変形が支配的となるため、相互作用効果が減じられる。また、一般に 2 次部材量も減るため、計算外の余力が期待しにくくなる。こうした結果、建物階数による被害率の違いが生じるものと推察される。

改正建築基準法のように入力レベルを維持した形で性能規定化を導入することは、相互作用効果や 2 次部材の寄与を考慮できる有能な技術者ほど、計算外の余力を設計に見込めることになる。すなわち、高い技術力を持つほど耐震余裕度の小さい建物を作る可能性が高くなる。神戸における被害数量の少なさが計算外の余力によるものであったとすれば、性能設計の導入は地震動入力レベルの見直しと合わせて行われるべきである。こういった意味で、今後実施される地震動予測地図の作成は、合理的な地震動レベルの評価を促し、より良い性能設計を後押しすると期待される。

3.1.2 長周期の超高層建物と免震建物

超高層建物や免震建物などの長周期建物は、昨年 6 月までは建築基準法 38 条に基づいて個別評定による大臣認定が行われており、地震応答解析に基づく設計が行われていた。現在は、建設省告示の中に時刻歴応答解析の技術基準が定められ、これに基づいた性能評価が行われている。最近の超高層建物では振動制御と減衰性能向上のために制振(震)装置が組み込まれるのが一般的である。免・制震ともに入力地震動特性と建物振動特性の把握が設計の基本であり、サイト特性を踏まえた入力地震動の適切な設定が必要となる。

図 7 に鳥取県西部地震において名古屋大学内地表で記録された速度記録(NS 方向)を示す。この地震では、大阪・名古屋・東京の超高層建物で相当の揺れが感じられたと言われている。本記録は、濃尾平野内で得られた最も継続時間の長い記録である。

建築学会でまとめた「建築物の減衰(2000)」によると鉄骨造超高層建物の減衰定数は概ね 0.5% であり、設計時には 2% 程度の減衰を想定している。また、一般的な免震建物では 20% 程度の減衰を確保することを目標とする。そこで、減衰定数 0.5%、2%、20% の速度応答スペクトルを図 8 に、固有周期が 3 秒で減衰定

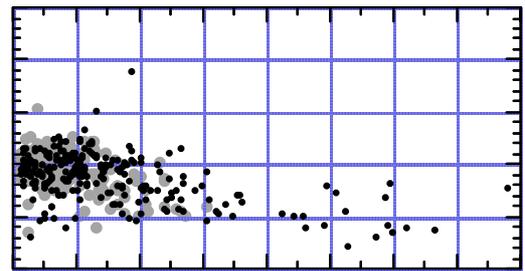


図 5 基礎と地表との最大応答比と無次元振動数

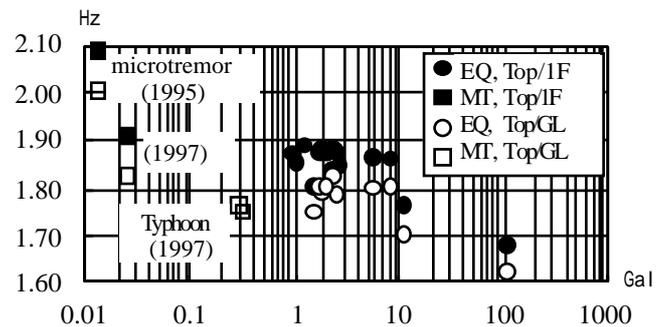


図 6 10 階建 SRC 建物の固有振動数の振幅依存性

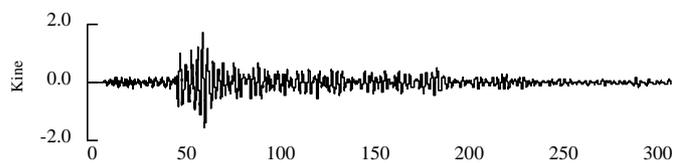


図 7 名大で記録された鳥取県西部地震の速度波形(NS)

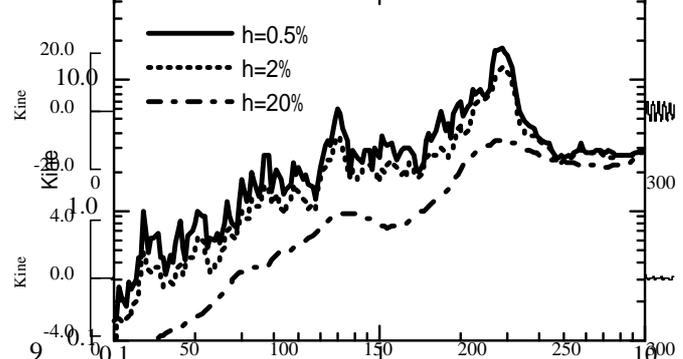


図 9 同記録に対する周期 3 秒の自由度系(1)の速度応答スペクトル

数 0.5%と 20%の1自由度系の速度応答波形を図 9 に示す。図のように低減衰の長周期構造物の場合、定常状態になるために必要な波数が多くなりかつ減衰しにくくなるため、継続時間の長い地震動に対して大きな応答が長時間継続する。兵庫県南部地震以前に設計が行われた超高層建物では、一般に 40 秒程度の既往地震記録に対して減衰定数 2%程度を期待した設計が行われており、こういった応答は表現できていないと思われる。今後、懸念される南海トラフでの巨大地震では、長周期成分が卓越する長時間の揺れが予測される。このことは今後の検討課題である。一方で、免震建物のような減衰性能の高い建物の応答は過大になっていない。振動数と減衰の設計が必要な建築物の増加は、地震動予測地図の早期の策定を望んでいると言えよう。

3.2 性能規定型設計法の導入と品確法

性能規定化された限界耐力計算法が昨年6月に告示化された。ここでは、建物の耐震性能の確認の方法を規定しており、建築物の存在期間中に1回以上遭遇する可能性の高い地震(稀に発生する地震)に対して建築物が損傷しないこと、大規模な地震(極めて稀に発生する地震)に対して建築物が倒壊・崩壊しないことを確認するよう規定されている。法律の性格上、最低基準としての規定であり、極めて稀に発生する地震に対しては、工学的基盤位置において応答加速度スペクトルとして800ガル程度、応答速度スペクトルとして80カイン程度の地震動強さが想定されている。稀に発生する地震としては、この2割のレベルが規定されている。地震動のレベルの設定に当たっては、新たな既存不適格建物の発生を避けるため、2種地盤相当の地表で従来の地震力レベルと同等となるよう配慮したようである。従って、告示化された耐震基準は性能を規定した基準ではあるが性能設計とは隔たりがある。本来の性能設計は、建設サイトに応じた地震危険度と建物の耐震性能との相対関係で評価されるべきであり、設計者と建築主とが想定すべき地震と建物への要求性能を合意することに基礎がある。私たちが目指すのは、本来の性能設計であり、そのためには、地域の地震危険度や要求性能に応じた入力の設定が必要である。

超高層建物の場合には時刻歴応答計算による技術基準が告示化されている。これは、限界耐力計算法が1次モードに着目した設計法であり、高次モードの寄与の大きい超高層建物は適用外であるとの判断による。工学的基盤における解放基盤波として先に示した応答スペクトルに適合した模擬地震動を策定し、安全性を検証することになっており、模擬地震動の継続時間は60秒以上と規定されている。しかし、超高層建物の固有周期は数秒以上であり、より深い地盤の影響を受けること、巨大地震時には大規模堆積平野では継続時間が著しく延び、60秒を遙かに上回る地震動となる可能性があること、低減衰の超高層建物の共振現象には継続時間が重要であることなどから、十分な規定であるとは言えない。

一方、昨年末に住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)が施行された。住宅の品質向上のため、構造の安定、火災時の安全、高齢者等への配慮といった項目に対して、住宅の性能表示のための共通ルールを定めたものである。地震に対する構造の安定のために、耐震等級という考え方を導入している。ここでは、構造躯体の倒壊等防止を目的に、等級1、2、3の3等級を設定し、等級1は上記告示レベルの地震による力に対して倒壊・崩壊等をしない程度とし、等級2と3はそれぞれ 1.25 倍、1.5 倍の力に対して倒壊・崩壊等をしない程度と規定している。この場合も、地域の地震危険度とは関係なく耐震等級が設定されている。従って、建設地によっては同等の耐震等級でも地震リスクは異なることになる。建築主の立場にたてば、建設地の地震危険度に応じて耐震性能を判断するべきであり、全国一律の入力レベルの設定は決して好ましいものではない。

地震動予測地図の作成に関して、建物の耐震設計に関わる希望を出すとすれば、一般建物に関しては、各地域の地震活動度と地盤特性を反映した地震動レベルが、結果の変動に関わる資料と合わせて提示されることが望まれる。その際に、地域毎に想定すべき地震像、各地震の性格付けに関わる資料が提示されれば、建築主と設計者との間での性能合意に際して貴重な資料になる。超高層建物や免・制震(振)建物に関しては、地震動強さに加え、周期特性と継続時間にも配慮した地震動作成が望まれる。やや長周期域の地震動評価に際しては、地震基盤に達する深い地盤構造や震源のアスペリティ設定が重要となる。アスペリティサイズが震源近傍のパルス周期を決めてしまう傾向があるので、波形公開時にはその任意性に関して注意を喚起する必要がある。また、継続時間に関しては堆積平野の3次元地盤構造も大切になる。可能な範囲でこれらを反映した地震動評価が行われることが望まれる。ほぼ同じ手法を用い、同じ地震を想定していても、設計用入力地震動が倍近く異なる事例は多く目にする。地震動評価には種々の任意性があり、モデリングが命である。地震動予測地図の公表に際しては、モデル化の設定根拠、用いたモデル定数を一緒に示すことが重要である。

4 . 名古屋における参考事例

地震動予測地図の策定に関連して、名古屋で進みつつある2つの事例を紹介する。一つは、地域に立脚したボトムアップ的設計用入力地震動評価の試みであり、地震動のユーザーである建築技術者が出資して地震動を策定している事例である。ここでは、地震動策定と併せて、強震動予測に関わる講習会や最新の構造関連の研究会を行い、地域の技術力向上と技術者の意識向上も図っている。他の一つは、評価結果の活用に関わるもので、ウェブ GIS を用いた防災情報システムを地震時の震度・被害収集システムと組み合わせたシステム開発事例である。地域では、最終ユーザまでの距離が短いので、結果がどのように役立つかを具体的事例を通して示さないと、意義を理解してもらいにくい体質がある。

4 . 1 愛知県設計用入力地震動研究協議会による地震動評価

愛知県及び名古屋市では、兵庫県南部地震以降、消防部局と建築部局が地震防災施策を展開してきたが、本格的な地震動予測は行われずに現在に至っている。一方、免震建物の急増や耐震設計の性能設計化の動向を受けて、一部の構造設計者・行政担当者・研究者の中から、地域特性を踏まえた設計用入力地震動の策定が急務であり、行政が主導できないのであれば、自分たちで地域の設計用入力地震動を策定すべきであるという機運が盛り上がった。そこで、1年ほどの準備期間を経て、平成 11 年 11 月に上記協議会が発足した。

協議会は規約の中で、その目的を「性能設計化に向けた設計者の取り組み及び免震構造、制震構造の普及への一助を成すために、愛知県の地域特性を考慮した設計用入力地震動を研究し、会員の設計技術ならびに建築物の耐震安全性の向上に寄与することを目的とする。」と謳っており、愛知県における設計用入力地震動の研究、に関する情報の提供、性能設計に関する情報の交換、免震・制震構造に関する情報の交換を目的としており、地震動策定に加え、地域における耐震設計技術の底上げに寄与しようとしている。具体的には、名古屋市を対象に設計用入力地震動を策定すると共に、年 2 回の研究報告会・研究交流会を通して経過報告と最新の技術情報の共有化を図っている。

会員は、出資者である正会員、特定行政庁と建築関連協会からなる公益会員、学会会員から構成される。平成 12 年末時点での会員数は正会員 70 である。会員の内訳は、設計事務所 49、建設会社 13、コンサルタント会社 6、住宅メーカー 1、大学 1 である。不況下にプロジェクトを開始したため、建設会社の出資は少ないが、地元設計事務所を中心に、地域として協議会を盛り立てようという雰囲気を感じられる。協議会は福知保長名工大教授を会長に、学識経験者・構造設計者・建築関係協会の代表者が幹事を務め、行政体はオブザーバ参加しており、地域が総力で実施する体制を整えている。地震動策定に関しては、協議会が(財)愛知県建築住宅センターに業務委託し、センター内の耐震構造委員会傘下に設計用入力地震動作成検討部会(久保哲夫部会長)を設置して実施している。部会には、テクトニクス・活断層・強震動予測・地盤震動などの専門家(久保哲夫、山岡耕春、鈴木康弘、釜江克宏、香川敬生、今岡克也、福和伸夫)に加え、設計事務所や建設会社に従事する構造設計者、行政機構の代表者が参加している。

地震動策定作業はコンサルタント会社(大崎総合研究所・応用地質)の協力を得て実施している。現在までに 11 回の WG で実質的な議論を行い、5 回の部会を開催して方針決定と結果の承認を得ている。平成 12 年初頭より検討に着手し、平成 12 年 7 月に想定地震を絞り込み、平成 12 年 11 月に想定地震の震源モデルを確定、平成 13 年 6 月に 3 次元地盤モデルを確定し、平成 13 年秋までに地震動計算を終え、半年の検討の後、平成 14 年 3 月に会員に地震動を提供する予定である。

会員への情報提供としては、年 2 回、事業の成果の報告会、想定地震・入力地震動と建築設計に関する最新の知見などをテーマにした講演会と意見交換会を開催している。会員は、策定地震動の利用、研究報告会・講演会への参加資格を有している。

設計用入力地震動の策定に当たっては以下の基本方針の下、検討を実施している。

最新の強震動予測の知見を活用する。

最新のテクトニクス及び活断層調査結果を踏まえて想定地震を設定する。

非一様断層破壊モデルに基づく。プレート沈込み形状、固着域、被害地震の逆解析結果を参考にする。

濃尾平野の 3 次元地下構造を反映する。濃尾平野地下構造調査結果や既往の調査結果を参考にする。

表層地盤の非線形挙動を考慮する。既存の浅層ボーリングデータを最大限活用する。

地震基盤、工学的基盤、地表の地震動を推定する。既往の地盤・震動特性の知見に基づき市内を 7~8 ブロックに分け、各代表地点で地震動を推定する。

求める地震動は安全側の包絡波ではなく、想定されうる平均的な地震動波形とする。

想定地震は、フィリピン海プレートの沈み込み帯におけるプレート境界巨大地震、活断層に起因する地殻内地震、既知の証拠がないものの工学的に考慮する浅発直下地震の3タイプの地震を選定した。

この試みは、行政が主導しにくい地域においても、地域の人間のやる気さえあれば、地域共通の地震動の予測が可能であることを示している。このようなボトムアップ型の試みは、地域の設計者の地震防災意識向上にも大きく貢献する。この動きを受けて、新年度には豊田市でも市予算で同様の試みが行われる予定である。

4.2 双方向災害情報伝達システム「安震システム」

災害時には、正しい情報を速やかに大量の人間に提供する必要があり、要求される情報の質は利用者や時間の推移と共に変化する。利用者が望む情報を利用者に応じて加工し、インタラクティブに情報を提供するシステムの役割が大きい。行政サイドのみでは限界のある災害情報収集に関してもボトムアップ型の収集・伝達手段が有用である。日常時から発災後に至る時間経過の中で、事前対策としての防災施策立案や建物の耐震設計、最中対策である震度分布・被害状況把握、直後対策である被害波及最小化、震後対策の応急危険度判定や復旧・復興支援など、時と場と人に応じて情報を双方向に発・受信できる枠組みを作ることが必要である。

最近の大規模災害の経験から発災直後の情報の重要性、トップダウン的な情報収集の限界、インターネットの情報伝達能力の高さなどの教訓を得た。WWW は同時性と双方向性を持った情報伝達手段であり、情報の分散化が可能で、親和性も高い。モバイル技術を組み合わせることで有用性が高まる。災害時のように、短期間で広範囲への情報伝達が望まれる場合、利用価値は高い。また、災害時には情報収集の問題も重要になる。災害発生時のリアルタイム情報を迅速かつ正確に収集するには、GPS、PHS、携帯パソコンと言ったモバイル技術の利用が考えられる。緊急時にも機能するには、日常時の利用や親和性を重視する必要がある。

安震システムは、インターネット技術・モバイル技術・GIS 技術・GPS ナビゲーション技術をベースとして、リアルタイムな災害情報の把握と発信、被害予測、リスクマネジメント、日常的な防災情報の整備と教育、災害情報に限らない幅広い情報の提供と共有化をめざした災害情報伝達システムであり、「安震ウェブ」、「安震スタンド」、携帯災害情報端末「安震君」の3つの要素から構成される。

「安震ウェブ」：WWW により防災情報を提供する GIS サーバーである。ウェブ GIS はコンピュータプラットフォームに依存しないJAVA で記述し、モバイル端末から PHS 等で利用できる。平常時には、サーバーに蓄積された情報を基に都市計画案の策定などの日常業務に活かす。技術者は自治体の持つ種々の技術情報を得て建物設計に活かすことができ、市民は危険情報と安心情報を得ることができる。「安震ウェブ」には、ユーザに応じたインターフェースを用意し、数値地図、都市計画基本図、家屋台帳、ポーリングデータ、地震動、震源データ、被害想定結果などのデータを提供する。図 10 に画面例を示す。

「安震スタンド」：地域の防災拠点となる小中学校などの避難所施設に設置し、市役所・区役所などと専用線や無線で結んだサーバーと共に、「安震君」のスペア部品やバッテリーなどを常備し、公衆回線が使用できない場合の地域情報発信および機器メンテナンスの拠点とする。さらに、「安震システム」の利用により災害時には電子掲示板として機能させ、平常時には小中学校の防災教育や理科教育に利用する。

「安震君(ANti Seismic Hazard INformation Keeping UNit)」：多面的な防災・災害情報の収集・活用のための携帯型災害情報端末であり、地域の代表者、一般建築技術者、自治体職員やライフライン事業者職員などに貸与する。発災時には現場に持ち出して PHS 等で通信しながらモバイル端末として利用する。「安震君」は、GPS、デジタルカメラ、携帯通信インターフェース、GIS、ナビゲーションソフト、データベース機能などを備えたモバイルパソコンに、超小型地震計、プリンタ、バッテリーからなる据え置き「安震ドック」を組み合わせたものである。「安震君」は、「安震システム」の端末として用いられると共に、災害発生時には携帯して単独で使用され、発災前後の時間経過に応じて様々な機能を発揮する。図 11 はプロトタイプの機器構成、表 2 は時間経過による機能の変化である。

安震システムは、災害発生時の細やかで迅速な情報収集と情報提供を実現し、技術者・市民の防災意識を向上させる。従来のトップダウン的な情報流通とは逆のボトムアップ的なフレームワークを提示するものであり、これにより従来の災害情報の流通・整理の形態を

表2時間経過による安震君の機能変化

時間経過	発信	受信	機能	
平常時			広報・日常連絡 防災訓練(被害想定) 日常チェック(防災カルテ・処方箋)	
	!地震発生!		超小型地震計に基づく簡易計測震度情報の自動発信 発災直後の利用者安否確認と簡易状況報告	
		被災直後		簡易計測震度に基づく周辺の簡易被害想定 防災カルテ情報に基づく危険物等の町内調査・報告 (防災カルテチェックリスト、GPS、数値地図の利用)
避難救援期			周辺の震度分布 町内の個別建物被害度・安否情報の収集報告 (個別建物被害度、安否チェックリスト、GPS、数値地図の利用)	
	12 応急復旧期			全体被害状況の受信 避難所・救急医療・救援物資・安否情報の送受信 住宅・交通・心身ケア・職場情報の受信
復興期				各種行政手続き情報の受信 復興計画策定の情報

変え、地域の住民・行政担当者・技術者の防災意識改革に結びつけることを意図している。

地震動予測地図の策定後の地域への活用の際には、こういった災害情報システムへの利用も念頭において多面的な活用を想定することが期待される。

5. おわりに

今後は、各地域にどのようにして防災意識を植え付けて行くかが、本当の意味で必要なことである。今までは、優等

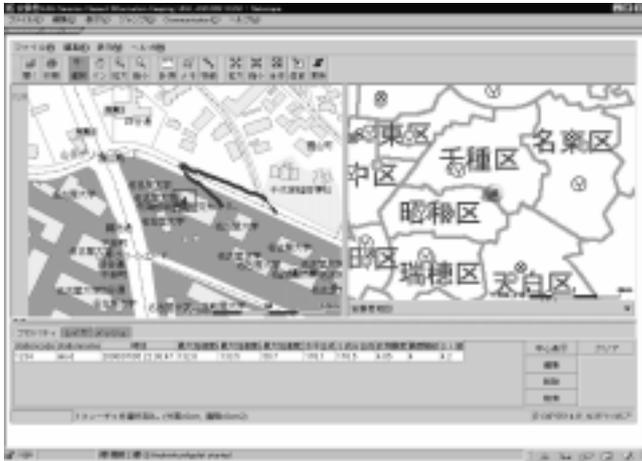


図 10 安震ウェブの表示例

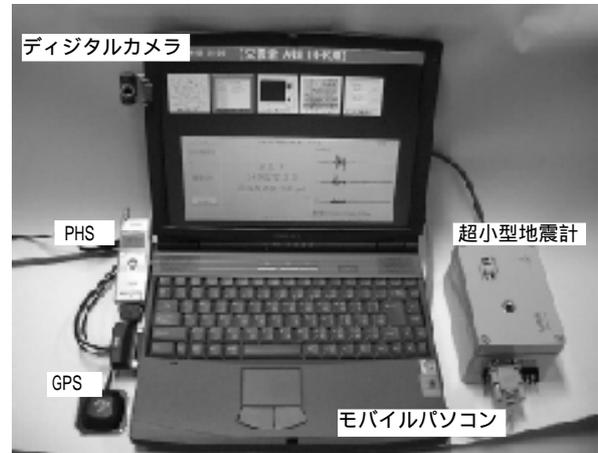


図 11 安震君の基本構成

生を中心に据えた防災の議論が多かったが、これからは防災意識が成熟していない地域を対象に如何にボトムをアップするかが防災の中心課題になるべきである。えてして中央主体あるいは行政主体で防災の問題を考えがちであるが、一方通行のものの考え方は、危機管理上は冗長性に欠ける。ボトムからアップするものの考え方も加え、双方向の防災といった視点が必要である。

地震防災対策は土地勘が無ければ困難であり、地域への愛着が地震防災に駆り立てるといった側面もある。地域での核の形成が重要だと思われる。地震動予測地図作成には、地域に根ざした基礎データや被害資料の発掘が必要となる。従来は、首都圏を中心にトップダウン的に集中的に研究が行われ先進的な研究成果が得られてきたが、地域では寧ろ全体の底上げを支援するボトムアップ研究が必要である。このためには、地震動評価に関わる基礎データを構築することが必要であり、現在の地震工学的知見を咀嚼して実務技術者に伝えることが地方の研究者の技術者への説明責任の一つである。性能設計の時代を迎えて、我々自身の技術レベルがまだまだ不十分であることを自覚した上で、地についた技術を獲得・普及し、防災力向上に寄与することが大切である。

また、将来の地震動予測地図の策定結果の開示に際しては、最大限の活用を促すよう、種々の検討をする必要がある。その際には、ヒト・コト・モノの3要素を大切にしたい。「人・社会」、「自然現象＝地震」、「人工物＝都市・建物」の3要素である。さらに、情報に関しては、人への情報伝達である「教育と情報開示」、新たな情報を生み出す「研究」、情報を蓄え整理する「データベースと知識ベース」の3要素、人に関しては「行政担当者」、「技術者」、「研究者」の三者からなる専門家集団と「一般市民」、「マスコミ」、時に限っては「地震前」、「地震中」、「地震後」の3つの時間断面である。今後、素晴らしい地震動予測地図ができることを真に期待する。

参考文献

- 日本建築学会：入門・建物と地盤との動的相互作用，1996
- 日本建築学会：建築物の減衰，2000
- 林康裕，宮腰淳一，田才晃，大野義照：1995年兵庫県暗部地震におけるRC建物群の耐震性能，日本建築学会構造系論文集，No.528，pp.135-142，2000
- 福和伸夫，高井博雄，飛田潤：双方向災害情報システム「安震システム」と携帯型災害情報端末「安震君」，日本建築学会技術報告集，第12号，2001
- 福和伸夫：耐震設計における動的相互作用に関わる課題，第6回構造物と地盤との動的相互作用シンポジウム，日本建築学会，2001

- 福和伸夫, 山岡耕春, 鈴木康弘, 釜江克宏, 香川敬生, 佐藤俊明:名古屋地域の強震動予測の試み:協議会方式による設計用地震動策定の現状, 地球惑星科学合同大会, 2001
- 安井譲, 井口道雄, 赤木久真, 林康裕, 中村充:1995年兵庫県南部地震における基礎有効入力動に関する考察, 日本建築学会構造系論文集, No.512, pp.111-118,1998