

## 論説

# 1978年宮城県沖地震30周年を契機に一過去に学び、現況を知り、次に備える一

源栄 正人\*

Towards the 30<sup>th</sup> anniversary of the 1978  
Miyagi-ken Oki earthquake  
– learning from the past, knowing the current situation,  
preparing for the next earthquake –

Masato MOTOSAKA \*

### 1. はじめに

1978年6月12日午後5時14分に発生した宮城県沖地震(M7.4)は仙台市を中心に宮城県とその周辺に甚大な被害をもたらした。この地震により、28名の尊い命が奪われた。被害総額2,688億円は被害当時の宮城県の年間予算に匹敵し、「都市型地震災害」の様々な様相を我々に示した。

写真1～写真4には、この地震による被害写真を示す。

この宮城県沖地震から今年で30年、各機関・学協会が30周年の事業企画を行なっている。地震調査研究推進本部の長期評価によると、次の宮城県沖地震の発生確率は今後10年以内で60%を越え、20年以内に90%以上、30年以内に99%である。平均発生間隔が37.1年であること、2005年8月の地震は想定されている断層面にある3つのアスペリティーのうち一つが部分的に破壊したことを考えると、次の宮城県沖地震の発生が切迫しているのは確かであろう。この30年の間に、社会状況も大

きく変化している。また、強震観測データの蓄積、地盤調査に基づく地下構造の解明とともに地震防災技術が発展したのも事実である。過去に学び、現況を知り、次に備えるという観点からの地震対策が必要である。

ここでは、工学的観点から、仙台市域の地震防災に関する話題を紹介する。まず、30年前の宮城県沖地震の教訓を振り返るとともに、社会状況の変化を概説する。次に、地域の地震・地盤環境と地震ハザードのデータベースについて示すとともに、最新の地盤情報に基づく地震動シミュレーションと建築物の応答への影響評価の事例を示す。最後に、防災研究成果を活用した地域防災力の高度化に向けた取組みや次世代防災技術としても早期地震警報システムに関する最新の研究について紹介する。

\* 東北大学大学院・工学研究科・災害制御研究センター  
Disaster Control Research Center, Graduate School of  
Engineering, Tohoku University

本論説に対する討論は平成21年2月末日まで受け付ける。



写真1 鉄筋コンクリート造建物の倒壊



写真3 ブロック塀の倒壊



写真2 鉄骨造建物の外壁パネルの落下



写真4 造成宅地の崩壊（仙台市緑ヶ丘）

## 2. 1978年宮城県沖地震の被害と教訓<sup>1,2)</sup>

### (1) 地震被害の特徴

この地震の被害の特徴としては、①ブロック塀などの下敷きによる死亡者が多かったこと（宮城県内の死者27人中19人が屋外で死亡）、②丘陵地を造成した新興住宅地の地盤被害（緑ヶ丘団地などの地盤崩壊）、③沖積層が厚い地域での被害（卸町の鉄筋コンクリート建造物の被害）、④高層マンションの2次部材の被害（ドアが開かなくなった）、⑤火災が少なかったこと（原因として、地震の発生時期が暖房を要しない季節のまだ明るく、夕食の準備には少し早い時間の地震。本震の約8分前の前震の影響）、⑥電話の輻輳による機能障害（携帯電話が普及した今日でも輻輳が懸念される）、⑦マンションの補償問題・地震保険などの問題（都市におけるマンションが被害を受けた初めての地震）、⑧負傷者の数が死者又は震度と比較して異常に多かったこと、⑨ライフライン、交通網の機能障害をもたらしたこと（完全復旧まで電

気は38時間、都市ガス31日を要し、水道は78%の復旧まで3日間を要した。信号の停電で交通渋滞が発生した）が挙げられる。

### (2) 1978年宮城県沖地震の教訓

この地震の教訓として、建築構造物の耐震対策関連では、鉄筋コンクリート構造物の被害調査結果が1968年十勝沖地震で提唱された「志賀マップ」の2次壁を含めた壁量と柱量により説明できることが示された<sup>3)</sup>。これは、現行の既存建物の耐力評価や耐震診断法成立の契機となり、新耐震設計法の考え方に大きく影響を及ぼした。

また、当時の山本壯一郎宮城県知事が東京事務所で行った講演会「宮城県沖地震の教訓」<sup>4)</sup>の内容は地震防災対策上極めて示唆に富むものであった。山本知事は、講演の中で、都市の近代化が地震の被害を拡大したことを述べ、情報の的確で迅速な提供が大事なことや、個人個人の家庭の対応策の必要性を指摘し、安全な空間を一箇所はつく

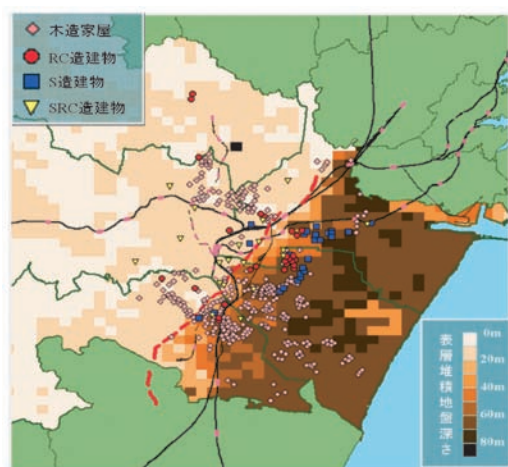


図1 仙台市域の表層地盤の厚さと1978年宮城県沖地震における被害分布

れ、地質の再調査は防災体制の基本であると述べた。また、地域コミュニティの必要性や実態に合った地震保険などの国への要請についても言及している。講演の最後に、古代中国の荘子の「機心なき耕夫の話」を実に的確に引用している。

### 3. 社会状況の変化

都市構造の変化に伴い地震災害の様相の多様化が想定される。前回の地震では、仙台市の死者は13人、負傷者は9,300人、家屋の全半壊4,200棟であった。1978年宮城県沖地震から30年、仙台は人口が増えて100万都市となり、少子高齢化が進んでいる。当時はなかった地下鉄も開通した。高層ビルの数も増えている。

筆者が監修した「宮城県沖地震の再来に備えよ」(河北新報出版センター)<sup>5)</sup>は、社会状況の変化に伴う地震災害の変遷にも目を向けた内容になっている。都市の発展に伴う市街地の拡大は長町一利府断層の東側に位置する仙台市東部や南部の沖積平野にも及んでいる。建物の耐震性能が年代とともに良くなっているとはいえ、地盤条件に対応した設計の浸透は必ずしも十分でない。地震時の揺れの大きいところへの拡大は、耐力の増加を上回る入力が増大をもたらし、結果的に都市の脆弱化、安全性の低下をもたらしている可能性もあ

る。

筆者は、仙台市の平成14年地震被害想定調査業務<sup>6)</sup>に携わった。宮城県沖地震(単独モデル)に対する想定被害量は、市域内でも大きな格差があり、人口を基準とした地域の防災拠点であるコミュニティ防災センターの数と対応していない。格差の解消は行政の地震防災体制の一つの課題といえる。

高層建物の増大は、高層階で働く人や居住する人が増えていることを意味する。地震時の揺れは建物の上層階ほど大きい。78年の地震における仙台駅前の揺れ震度(震度5)に対し、10階建の一般的な鉄筋コンクリート造建物の最上階では、震度7まで揺れが増大する。家具の転倒防止対策など室内対策は必須である。

地下鉄南北線が開通し、東西線の工事も始まっている。仙台市交通局によると大半の駅は駅員が二人だけだという。地震が発生したときの利用客のパニックが懸念される。JR仙台駅の利用客の地震時の避難誘導も懸念される。筆者らは、地下鉄仙台駅を対象にマルチエージェントシステムを用いた避難誘導シミュレーションを実施している<sup>7)</sup>。

コンビニエンスストアの数は1978年当時と比べると圧倒的に増えている。セブンイレブンの全国の店舗数は591から1993年2月に5,000店舗、2003年8月に10,000店舗と増え、現在(2008年5月時点)では12,013店舗、約20倍と増えている。セブンイレブンに次ぐローソンが約8,000店舗、ファミリーマートが約6,000店舗、サークルケイサンクスが約5,000、コンビニ大手4社の店舗数である。2007年7月の中越沖地震で被災地に調査に入ったとき、コンビニは地震当日も営業をしていたことを確認した。心強い印象を受けたが、市民ひとり一人が非常時に備え食料と飲料水を備蓄しておくことを忘れてはならない。

### 4. 地盤構造の解明と強震観測データ・地震ハザード情報の蓄積

#### (1) 地盤構造の解明

この地震の後、5年の歳月をかけて8,000本のボーリングデータに基づく表層地質に関する情報

が「宮城県地震地盤図<sup>8)</sup>」としてまとめられ、宮城県や仙台市などの地震被害想定などに利用されている。最近では、都市直下の深部地盤構造調査が進み、宮城県域では、平成14年度から平成16年度にかけて仙台平野南部地下構造調査が実施されている<sup>9)</sup>。筆者らは、強震観測データを用いてこの地下構造を検証してきている<sup>10)</sup>。

図2には3次元深部地盤構造モデルの(a) 基盤深度と(b) 1次卓越周期を示す。これらの図より、深部構造の1次卓越周期は東部で短く西に向かって長くなっていることが分かる。

仙台駅付近の市街地中心部で2.0~2.5秒程度で

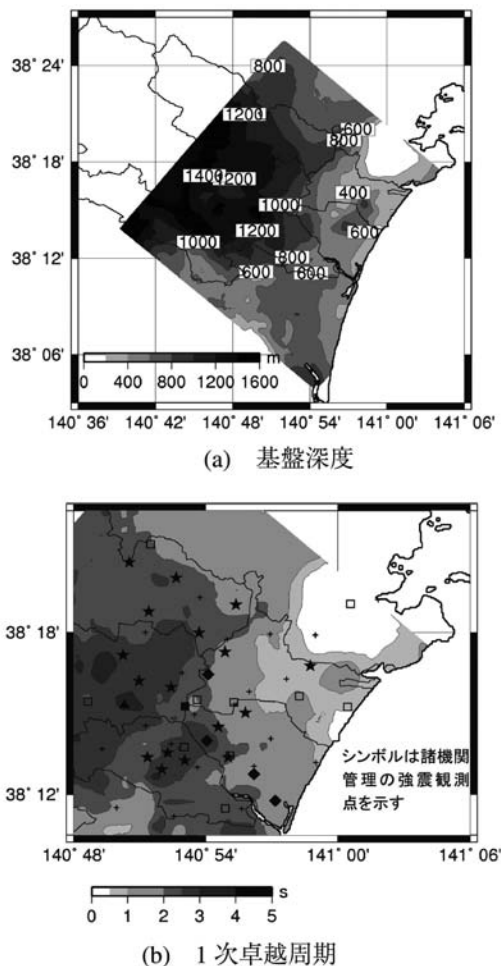


図2 仙台平野南部の深部地盤構造モデルの基盤深度と1次卓越周期

あり、東北大(青葉山)と長町で3秒程度であることがわかる。なお、仙台市西部の最も長いところでは4秒以上になる。これら仙台地域の深部地盤構造に関する情報は、高層・超高層建築や免震建物など、長周期構造物の耐震設計において貴重なものである<sup>10)</sup>。

## (2) 強震観測データの蓄積

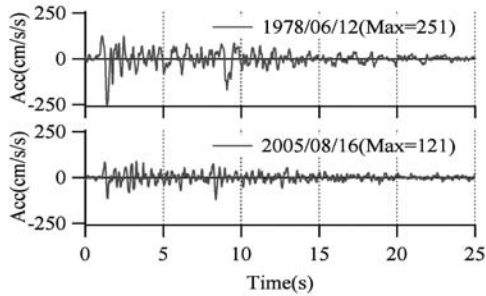
1978年の地震当時の仙台市内の強震観測点は仙台駅前の住友生命ビルと東北大学の2点だけであったが、この30年間に国や県、大学による強震観測網が整備され、貴重なデータが蓄積されている。現在、各研究機関により、当時の2観測点を含め、仙台市内約50点における強震観測が行われている(筆者らの観測点数は25)。

東北大学工学部のRC造9階建の建設系研究棟(現人間・環境系研究棟)の9階では、世界で初めて1Gを超える1040ガルという建物内での応答加速度記録(1階では258ガル)が得られ、建築構造物の耐震設計においてこの加速度レベルに対する設計荷重による終局設計が必要であることが示され、1981年の新耐震設計法に反映された。

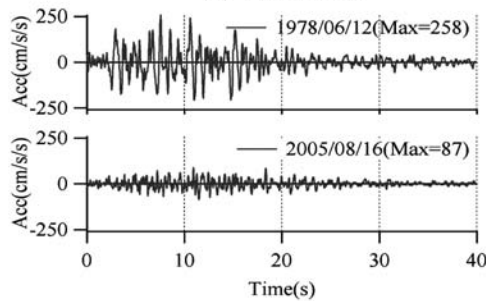
想定される宮城県沖地震の一部が破壊したとされる2005年8月16日の宮城県沖地震(M7.2)では、前述の仙台駅前の住友生命ビルと東北大学で貴重な記録を得るとともに仙台地域で多くの地震観測記録が得られている。図3には、2つの地震に対する(a) 住友生命ビルと(b) 東北大学における加速度波形を示す。図4には、これらの波形に対する擬似速度応答スペクトルを示す。東北大学における1秒付近の増幅は、青葉山丘陵地の地形的要因による。図5には、2地点における1978年地震と2005年地震のスペクトル比を示す。1978年地震では、1秒~2秒の周期帯域のスペクトルが4倍以上もあり、2つの地震の震源特性の差を示すものである。2つの地震における建物被害量に大きな差をもたらした原因である。これらの観測波形をもとに筆者らは、78年宮城県沖地震における仙台市域の地震動推測・再現した<sup>11)</sup>。図6には、住友生命ビルにおける観測記録と仙台市の地盤構造データを用いて再現した洪積台地と沖積平野に



おける推定加速度波形とその擬似速度応答スペクトルの評価例を示す。応答スペクトルについては、2005年の地震観測記録のスペクトルに図5に示すスペクトル比を乗じて求めたものをあわせて示している。



(a) 住友生命ビル



(b) 東北大学

図3 1978年と2005年の宮城県沖地震における加速度観測記録の比較 (NS成分)

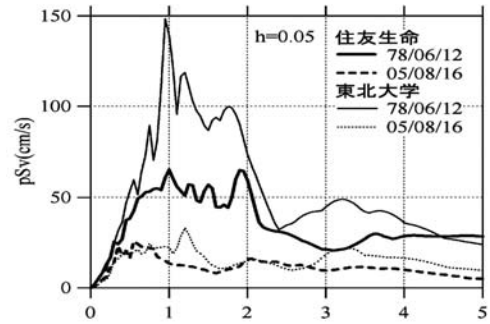


図4 応答スペクトルの比較 (NS成分)

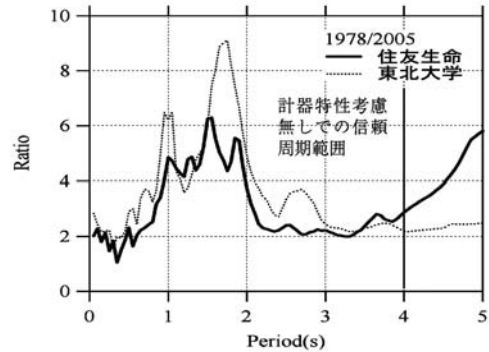


図5 1978年と2005年の応答スペクトル比 (住友、東北大1F、NS成分)

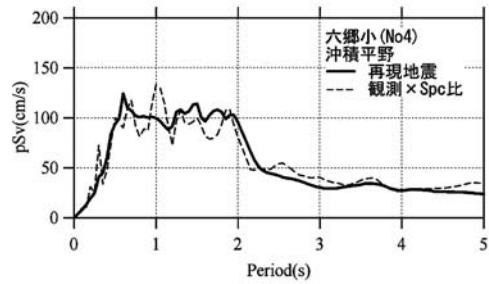
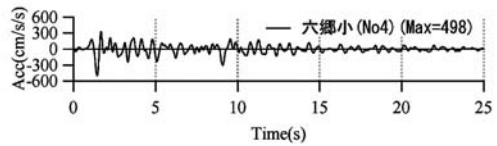
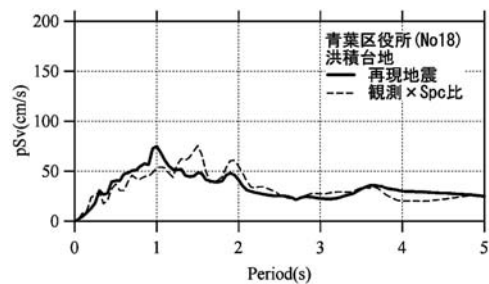
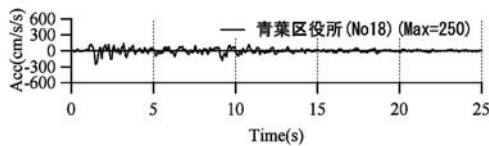


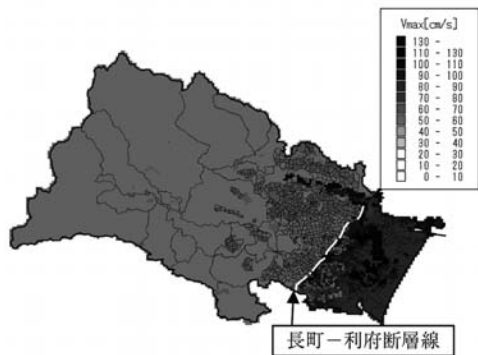
図6 洪積台地と沖積平野の強震観測点における推定加速度波形と応答スペクトル

1978年と2005年の2つの地震による地震動特性の比較検討は次の宮城県沖地震の地震動予測とそれに基づく耐震対策・地震対策を行う上で極めて意義深い。2005年8月16日の宮城県沖の地震は、神様が次の宮城県沖地震に備えるための多くのヒントを与えてくれたものと思っている。

(3) 地震ハザードのデータベース

建物や都市における地震リスク評価を行う場合、入力地震動や構造物の振動特性を考慮する必要があり、周期情報を含んだ地震ハザード評価は重要である。

データベース化されている仙台市域の地震ハザード<sup>12)</sup>は、最大値ばかりでなく応答スペクトルが250mメッシュごとのGIS情報としてデータベース化されている。自治体の被害想定で行っている3つのシナリオ地震(宮城県沖単独、宮城県沖連動、長町-利府断層による地震)や建築構造



(a) 国土交通省告示 (安全限界)



(b) 1978年宮城県沖地震(再現地震動)

図7 地震ハザードマップの例 (地動最大速度)

物の耐震設計用の地震動である国土交通省告示による地震動(損傷限界地震動, 安全限界地震動), 地域の地震環境を考慮した確率論的地震ハザード(50年超過確率80%と10%)がデータベース化されており, 周期情報を含んだ地震ハザード評価に利用できる。1978年の宮城県沖地震に対しては再現波形もデータベース化されている。現在, 50mメッシュのデータベース作成を行っており, 3つのシナリオ地震に対しては作業を終了し, 平成19年1月時点の建物現況に基づく被害想定調査に適用している。

図7は, データベース化されている地震ハザードマップの例として, (a) 国土交通省告示(安全

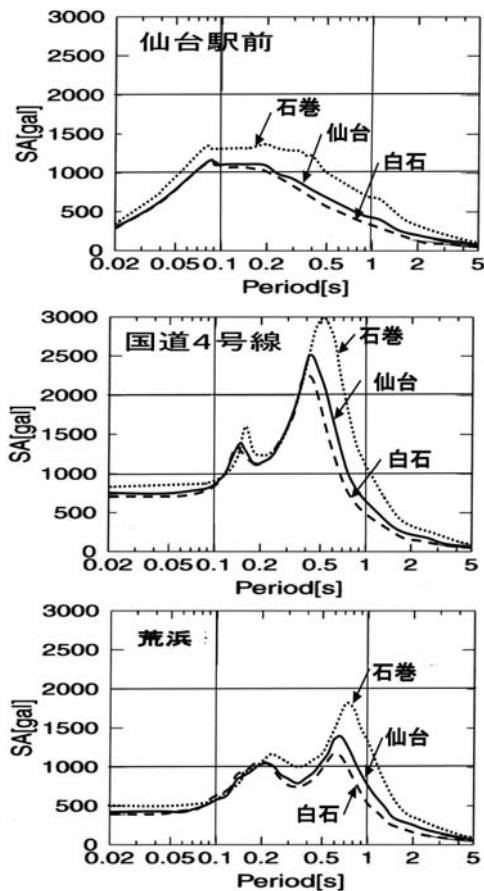


図8 仙台市の3地点の地盤条件における確率論的地震ハザードスペクトルの違い (50年超過確率10%)

限界検証用)地震動分布を地動最大速度として示したものであり、長町-利府断層の東側の沖積平野と北部の七北田川沿いの沖積地盤で地震動が大きくなっていることが分かる。

また、確率論的地震ハザード評価結果の一例として、図8には仙台市役所と荒浜を結ぶライン上の地盤条件がかなり異なる3点(仙台駅前、国道4号線バイパス、荒浜)における50年超過確率10%(再現期間475年)に対する地表でのハザードスペクトル(加速度応答スペクトル:減衰定数5%)を示す<sup>13)</sup>。図中には、同じ地盤条件における石巻と白石のスペクトルも比較のために示してある。地盤によるハザードの差は明確である。同じ地盤条件に対する地震ハザードの都市間比較については、石巻、仙台、白石の順で小さくなっており、発生確率の高い宮城県沖地震が地域の地震リスクに大きく影響している。

これらの地域の地震・地盤環境に調和した周期成分ごとの地震ハザードの差を考慮した地震対策が望まれる。

### 5. 震源特性を考慮した1978年宮城県沖地震の広帯域地震波形シミュレーション

#### (1) 解析対象と手法

筆者らは、これまで、1978年の宮城県沖地震における仙台市域の長周期地震動を再現すべく、図9に示すような震源域を含む解析対象領域(東西180km, 南北96km, 深さ60km)において、3次元有限差分法に基づく長周期地震動評価を行なうとともに、統計的波形合成法による短周期成分の評価と合わせた仙台市における広帯域地震波形シミュレーションを実施してきている<sup>14)</sup>。

図10には、対象領域の東西断面の速度構造を示す。震源モデルは、仙台駅前の住友生命ビルの観測記録と石巻の開北橋の観測記録を比較的良好に説明できるモデルとして図11のようなすべり分布を設定した。

#### (2) 長周期帯域の計算波形と観測波形の比較

図12には、住友生命ビルと開北橋における計算

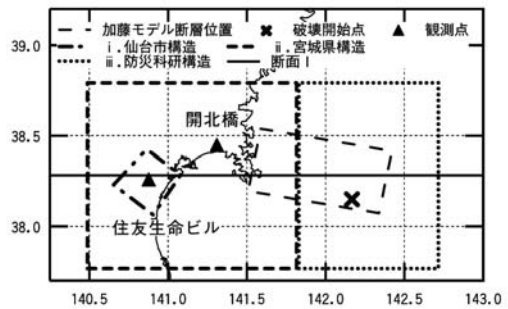


図9 解析対象配置図

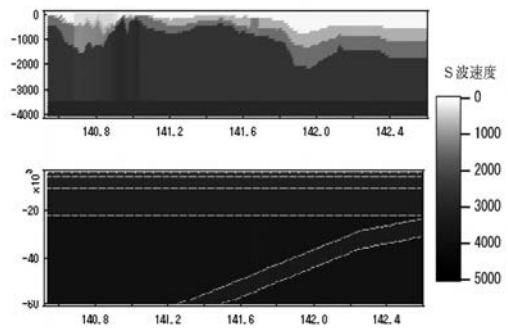


図10 東西断面のS波速度構造 (上: 深部地盤 下: 大構造)

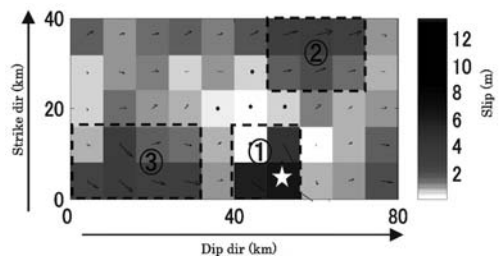


図11 解析断層モデル ☆:サブフォルトA (点線, 丸囲み数字はアスペリティと番号)

結果と観測記録の速度波形による比較を示す。図中には、大構造を平行成層とした場合の結果も比較のために示してある。図13には、15s, 20s, 25sのスナップショットを示す。図12より、住友生命では、平行成層モデルによる計算結果と比較するとNS成分最大振幅がやや不足気味となったが、2つのパルスは概ね再現できている。一方、EW成分では第1パルスが大きく乱れ、波形が崩

れている。しかし、(D)開北橋では、大構造を成層構造として波数積分により評価した結果と有限差分法の結果に大きな相違は無い。これは、開北橋では深部地盤の層厚が薄いことからモデルによる差が少ないが、住友生命では地震基盤が浅の3次元的な深部地盤の影響で波形が乱れていると考えられる。また、図13の20s(EW)では、開北橋

よりも震源域に近い、牡鹿沖ではすでに波形が乱れている

(3) 地表における地震動特性と高層建築物の地震応答への影響

前述のようにして作成した工学的基盤波を入力

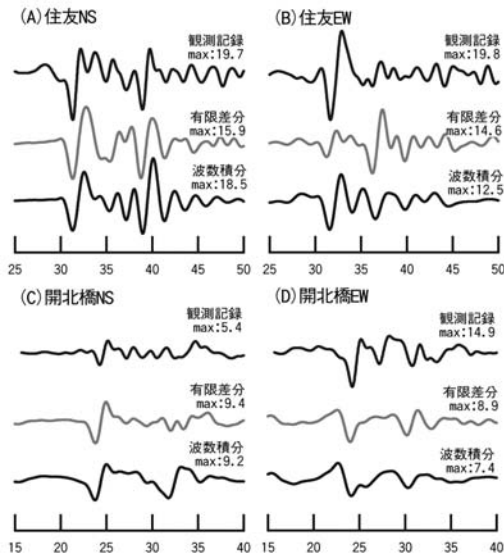


図12 長周期帯域の速度波形による比較 (0.1-0.7Hz 横軸：時間 [s] 縦軸 [cm/s])

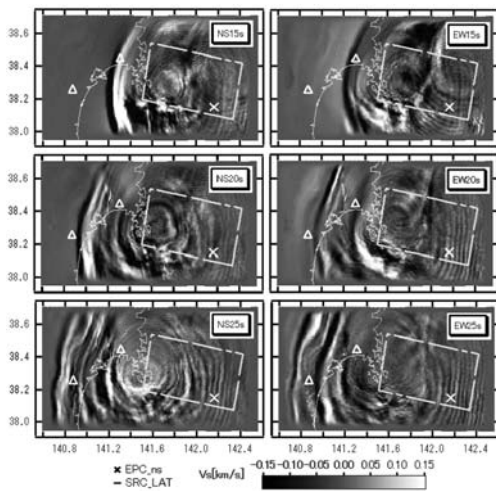


図13 スナップショット (速度波形)

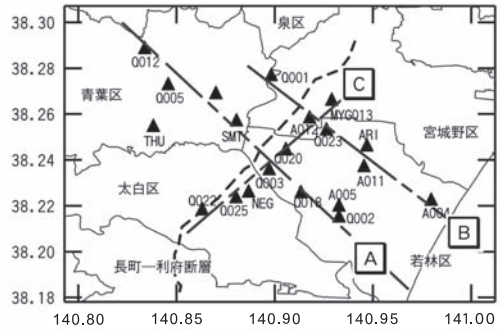


図14 観測点配置図 (Q:QDR A:AKA)

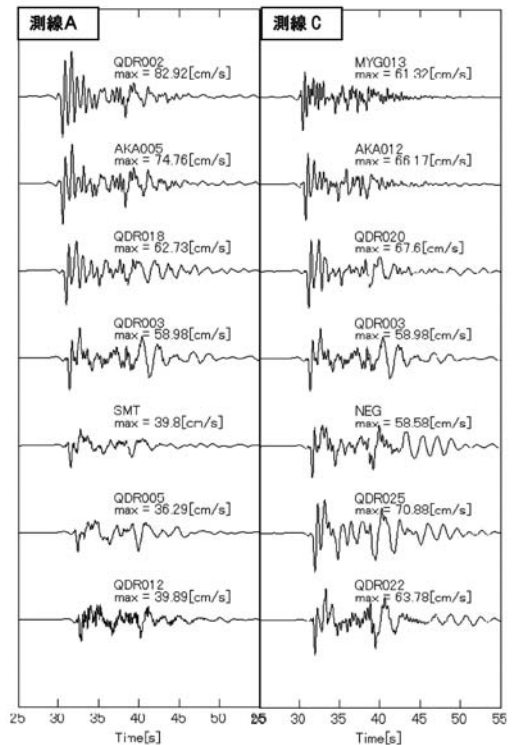


図15 測線沿いの地表における速度波形 (NS成分)



とし、等価線形化法を用いて地表の波形を評価した。表層地盤モデル及び地盤の動的変形曲線は平成14年度仙台市被害想定<sup>6)</sup>のものを使用した。評価地点及び測線の配置図を図14に示す。図15には、測線Aと側線Cの速度波形のNS成分を示す。測線AではNS成分の第1パルス・第2パルスが伝播している様子がわかり、長町利府断層より東側の沖積平野部では最大速度が65 [cm/s]~80 [cm/s]程度と大きくなっている。また、測線Cを見ると長町付近のNEGやQDR025では42s以降に

主要動とは別の後続波が見られる。筆者らは2005年8月16日の観測記録における同地域での後続波を指摘しており<sup>9)</sup>、やや長周期の後続波が再現されていると考えられる。同様にQDR018でもやや長周期の後続波が見られる。

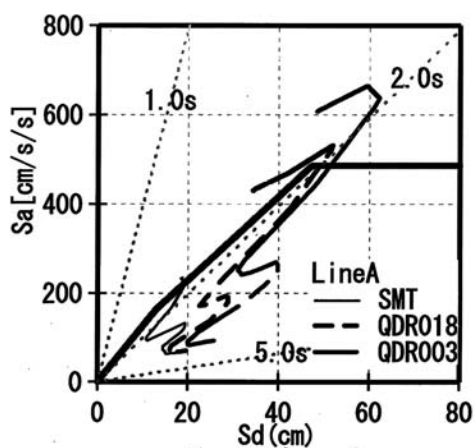
深部地盤構造による地震動特性の違いが高層建物の応答に及ぼす影響を把握するために図16には測線Aと測線Cの代表点における加速度—変位応答スペクトル (Sa-Sd スペクトル) と標準的な20階建てモデル建物の荷重—変形曲線 (骨格曲線) を合わせて示す。この図より、地盤構造による建物の応答変形量の差は顕著であり、仙台駅前 (SMT) に比べて長町地区 (NEG や QDR022) では応答変形量が2倍以上になることが分かる。

### 6. 防災研究成果を活用した地震対策

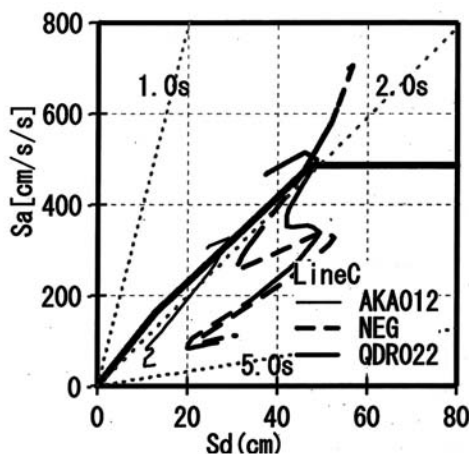
地域の防災力を高めるためには、最新の科学的知見に基づく研究成果を防災対策に反映する事が大切であり、学際連携・産官学連携による活動が求められる。

筆者らは、文部科学省の防災研究成果普及事業として、平成16年度から3年間にわたり宮城県・仙台市・東北大学の共同で提案した「迫り来る宮城県沖地震に備えた地域防災情報の共有化と防災力高度化戦略」に取り組んだ<sup>15,16)</sup>。この事業では、極めて高い確率で発生が予測されている宮城県沖地震に備えた地震対策として、1) 地域防災情報の共有化、2) 地震リスクの地域内格差の明確化と防災力向上戦略の展開、3) 緊急地震速報・地震観測情報の防災対策への有効活用、を3つの柱とした事業を展開した。

地域防災情報の共有化については、地理情報システム (GIS) を用いた地域防災情報共有プラットフォームを構築した。産官学の各機関が様々な形で保有している防災情報をマルチレイヤーWeb-GISデータベースとしてシステム化し、データの共有化を図った。インターネットを通じて情報を登録し、閲覧できるリアルタイム双方向情報共有Web-GISシステムに構築し、地域防災力評価システム等の解析システムと連携できるようにした。



(a) 測線 A



(b) 測線 C

図16 標準的な20階建ての建物の骨格曲線と代表点の Sa-Sd スペクトル (初期減衰  $h = 0.02$ )

地震リスクの地域内格差の明確化と防災力向上戦略の展開については、宮城県域の地震・地盤環境や社会環境の違いによる地震リスクの地方都市間比較、市域内比較事業を行うとともに、モデル地区を選定し予測される被害パターンを解消するためのインセンティブ防災マップづくりを行った。

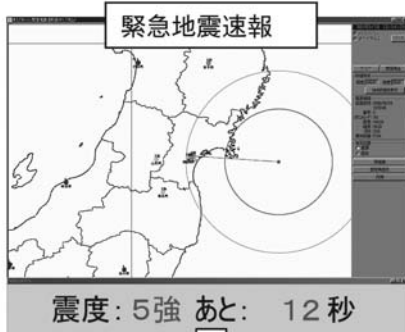


図17 学校における緊急地震速報の活用  
(仙台市立鶴谷小学校)

また、地震リスクに調和した学校等の公共建築、病院、棟数の多い一般建物を対象に改修の優先度評価など耐震改修支援システムの開発を行った。

緊急地震速報・地震観測情報の防災対策への有効活用については、最新の防災技術である緊急地震速報システムを宮城県域の学校を中心に展開するとともに、地域の地震観測網の連携と国の地震観測網との連携により地域版即時地震動分布推定システムを構築し、応急危険度判定支援に供するシステム開発を行った。

特に、緊急地震速報システムの学校への展開においては、形骸化する防災訓練・防災教育への改革を行うとともに、地震発生時における早期避難体制の構築に役立てた。図17には、緊急地震速報と連動した学校向け防災教育・訓練支援システム<sup>17)</sup>を用いた避難訓練の様子を示す。2008年6月の岩手・宮城内陸地震の際には、その有効性が実証された。地震発生は土曜日の朝であったが、白石中学校では、中体連参加のために登校していた約100名の生徒が21秒前に校内放送を通じて流された緊急地震速報により机の下に避難した。3日前にシステムを用いた避難訓練を行ったばかりであった。学校関係者から「自動放送システムの効果を本当に実感した」との心強い発言があった。学校施設の耐震化と融合する形での普及展開が望まれる。

## 7. 次世代防災技術としての早期地震警報システム

気象庁の緊急地震速報の利活用がいろいろな分野で進められているが、今後緊急地震速報の普及が進めば、技術的な側面での課題が顕在化してくるであろう。高度利用者向けの配信では、震度予測精度、さらに地震動は震度だけの1指標では不十分といった要求が出てこよう。緊急地震速報は、大地震を対象にしたシステムなのに、地震動予測は得られた点震源情報により経験則に基づいて評価している。M7クラス以上の地震では、震源を点であらわすことには所詮限界がある。断層面の不均質すべりを考慮した点震源ならまだしも、それでも地震動予測には対数スケールのばらつきを伴

う。多額の予算をつぎ込んだ地震観測システムで得られる波形を用いて評価しているのは、点震源としての震源情報のみであり、観測波形のバックワード利用だけである。地震動予測の精度を高めるためには、観測波形を直接入力データとして、地震動評価システムに入力するフォーワード利用を考えるべきであろう (図18参照)。



図18 前線地震観情報とフォーワード利用

地震動評価手法としては、人工ニューラルネットワーク (ANN) の利用があげられる<sup>18)</sup>。これにより過去の地震観測結果や地域の地盤データベースを基に高精度な地震動予測が可能となる。

また、現在の緊急地震速報は、冗長性や即時性の面で問題がないわけではない。そして、地震時の揺れは、単に「震度」だけで論じられるものではない。場所によって揺れの周期成分が異なり、5階建てのビル、10階建てのビル、20階建ての高層マンションでは、それぞれ揺れ方が違う。建築・土木構造物に制震・免震技術の適用が広がる現代社会において、これらの技術との融合による緊急地震速報の高度利用が考えられる。そのためには、気象庁の緊急地震速報とともに、敷地内や地域に配置した独自の観測網からの地震動情報と合わせて活用することが考えられる。各地点で予測される揺れのスペクトル情報、さらには波形情報など、より高精度な即時地震情報を作り出すことによる高度利用が可能となる。

筆者らは、構造ヘルスマモニタリングと緊急地震速報の連動による次世代地震警報システムを提唱

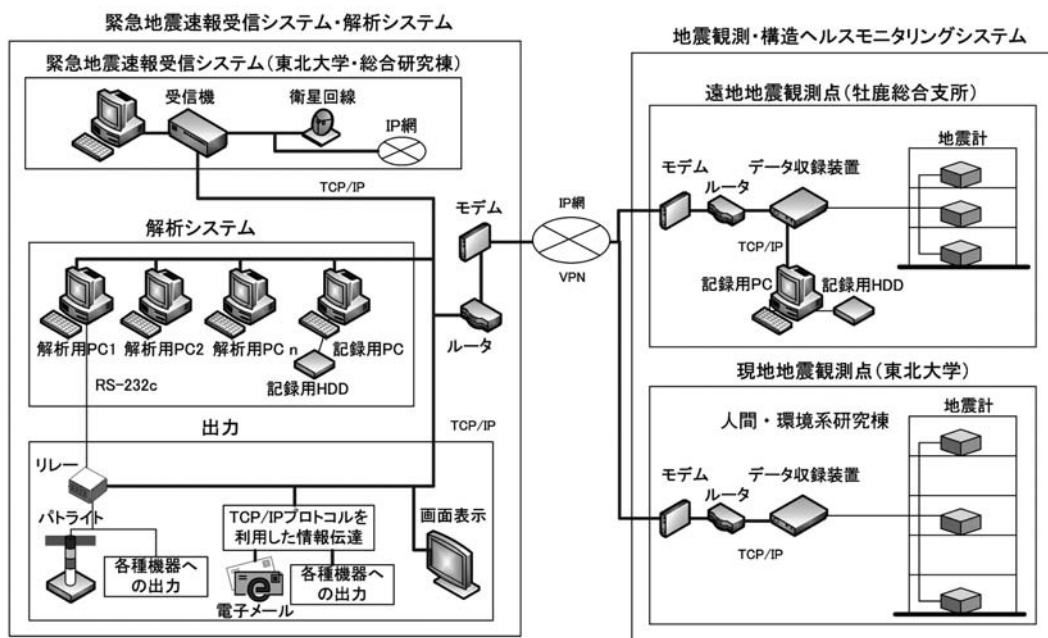


図19 構造ヘルスマモニタリングと連動した早期地震警報システム

していきている<sup>19)</sup>。P波検地を兼ねたモニタリングシステムをRegionalに配置し、観測波形のフォーワード利用による地震動のスペクトル情報や波形情報など高精度な地震動予測とより高度な利活用を目指すもので、構造物の振動制御（アクティブ制震・セミアクティブ制震）などへの適用も視野に入れている。現在、迫り来る宮城県沖地震に備えて、石巻牡鹿総合支所と東北大学の人間・環境系研究棟に構造モニタリング機能とP波検知機能を兼ねた地震観測システムを設置し、仙台市青葉山の総合研究棟に送られてくる波形情報と気象庁からの緊急地震速報を組み合わせ、より高度な地震対策を行うための研究開発を進めている（図19参照）。

システムの地域展開のために、自治体の予算ばかりでなく、多くの民間企業の共同出資によるプロジェクトの企画・提案を行っている。構造ヘルスマニタリング装置を公共施設に設置して共有化することにより、オンライン観測データの公開による学術的貢献が期待でき、観測波形のフォーワード利用による即時性を高めた高度な地震対策を可能にする。企業の地域貢献（CSR）にもなり、同じシステムを自社の建物に設置すれば直下型地震対策にもなり、建物の損傷度評価にも活用できる。

## 8. おわりに

ここでは、工学的観点から、過去に学び、現況を知り、次に備えるという構成で、地域の地震・地盤環境に調和した地震対策を展開すべく、仙台市域の地震防災に関する話題を紹介した。

最近の地震被害で気づくのは、専門の分化による縦割りの弊害として、システム全体としてのバランスの悪さ、分野と分野のつなぎ目、物と物のつなぎ目に弱点があるように思う。今後、全体的にバランスのとれた総合的・地震対策が必要となる。そこに求められるのは学際センスである。学際連携に必要なのは、異分野の人間が集まるだけでは駄目で、融合する必要がある、そこには「つなぎ手」として分野間をつなぐ役割を担う者の存在が重要となる。

また、これから地震防災研究に必要なのは、災害制御の考え方である。地震時の揺れという「入力」に対し、「物理システム」と「社会システム」を通した「出力」としての地震被害を低減するための「災害制御」が求められる。そのためには、システムのモデル化や、出力を監視しながら「制御力」としての対策を時系列で考えていく必要がある。このシステムに対する制御問題として、防災対策を考え、制御力に相当する施策をどのようなものにしたら最小のコストで被害がもっとも効果的に減らせるかを追求する。最適設計・最適工学の考え方と実践科学を融合し、最適な被害低減を図るための防災対策を誘引・実現する学問としての実践防災学、「インセンティブ防災学」の構築とその展開に向けた活動を行なっていきたい。

## 参考文献

- 1) 仙台市：'78宮城県沖地震－災害の記録，昭和54年6月
- 2) 宮城県：'78宮城県沖地震の教訓－実態と課題，昭和55年3月
- 3) 志賀敏男，柴田明徳，渋谷純一，高橋純一：1978年宮城県沖地震における仙台卸商団地のRC造建物全戸調査，日本建築学会大会学術講演驟雨，昭和54年
- 4) 山本壮一郎：宮城県沖地震の教訓，内外情勢調査会・講演シリーズ，昭和54年
- 5) 源榮正人（監修）：宮城県沖地震の再来に備えよ，河北新報出版センター，平成16年
- 6) 仙台市：平成14年度仙台市地震被害想定調査報告書，2002。
- 7) 源榮正人，山谷東樹：緊急地震速報を活用した地下空間における避難シミュレーション，日本建築学会大会梗概集，397-398，2006年9月
- 8) 宮城県：宮城県地震地盤図，昭和60年3月
- 9) 宮城県：仙台平野南部地下構造調査報告書，平成17年3月
- 10) 源榮正人，山本 優，陳 軍，大野 晋：仙台地域の深部地盤構造によるやや長周期地震動特性と長周期構造物の現況，海溝型巨大地震を考えるシンポジウム論文集，45-56，2006
- 11) 源榮正人，山本 優，陳 軍，大野 晋：仙台地域の強震観測記録を用いた深部地盤構造モデルの検証と1978年宮城県沖地震における地震動特性との比較検討，2005年8月16日宮城県沖地



- 震に関する災害調査, 文部科学省・突発災害調査報告書, 124-138, 2006年3月
- 12) 源栄正人: 場所によって異なる地面の揺れ・建物の揺れ—地域の地盤環境に調和した建造物の耐震対策の展開に向けて—, 定例・宮城県沖シンポジウム (第6回) 講演集, 2008
  - 13) 阿部雅史, 山本 優, 大野 晋, 源栄正人: 仙台地域における表層地盤の非線形増幅特性を考慮した地震ハザード評価, 日本建築学会大会学術講演集, 539-540, 2005年
  - 14) 奥津多加志, 源栄正人, 山本 優, 大野 晋: 仙台市における1978年宮城県沖地震の広帯域地震波形シミュレーション, 東北地域災害科学研究, 第44号, 57-62, 2008年
  - 15) 源栄正人: 産官学連携による迫り来る宮城県沖地震に備えた地域防災力高度化戦略, 月刊地震レポート SEISMO, 2007年6月号
  - 16) Masato Motosaka, Koh Tsukahara, Satoru Masuda, Masaki Maeda, Takeshi Sato, Susumu Ohno: Strategy for earthquake Disaster Prevention against the Approaching Miyagi-ken Oki Earthquake, Japan, 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, CD-ROM, No.1384, 2006
  - 17) 源栄正人, 真鍋俊平, 藤縄幸雄, 六郷義典: 緊急地震速報と連動した学校向け防災教育・訓練支援システムの実証試験と今後の展望, 東北地域災害科学, 第43号, 67-72, 2007年
  - 18) H. Serdar Kuyuk, Masato Motosaka and Makato Homma: FORECASTING PARAMETERS OF EARTHQUAKE GROUND MOTION USING REGIONAL AND NATIONAL EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEMS WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR MIYAGI-OKI EARTHQUAKES, International Conference on Earthquake Engineering and Disaster Mitigation, 2008
  - 19) 源栄正人, 本間 誠, セルダル・クユク, フランシスコ・アレシス: 構造モニタリングと緊急地震速報の連動による早期地震情報統合システムの開発, 日本建築学会技術報告集, 第28号, 2008年 (採用決定)

(投稿受理:平成20年7月7日)