

第1回日本地震工学研究発表・討論会報告

佐藤俊明
清水建設

2000年11月28日～30日にわたって、日本地震工学会と日本学術会議地震工学専門委員会の主催による第1回日本地震工学研究発表・討論会が東京六本木の日本学術会議を会場として開催されました。

およびオーガナイズド・セッションとポスターセッション、そして懇親会が行われました。

安田進
東京電機大学

以下の5人の方による特別講演:

オーガナイズド・セッションを主催した座長あるいは企画者の方々からセッション内容について報告を戴きましたので、今号では、その一部を報告します。今回掲載されていないオーガナイズド・セッションについては、次号以降に報告を行うことを予定しています。

大町達夫
東京工業大学

岡田恒男会長(日本地震工学会)

「20世紀の地震工学の進歩と今後の課題」

なお、特別講演、各セッションの論文内容を掲載した『第1回日本地震工学研究発表・討論会梗概集』は20部ほどしか事務局に残っておりません。ご希望の方はお早めにお申し込み下さい。価格は、会員7,000円、学生会員4,000円、会員外9,000円です。

藤井俊二
大成建設

中村恒善委員長(日本学術会議地震工学専門委員会)

「地震工学の新しい展開へ向けて」

P.Gülkan教授(Middle East Technical University, Turkey)

“Rising from the Rubble: The Costly Rehabilitation of Sea of Marmara Region in Turkey Following the 1999 Earthquakes”

■構造物の地震被害と強震動評価

[11月28日9:00～10:45]

報告: 佐藤俊明(清水建設和泉研究室)

西谷章
早稲田大学

C.H.Loh 教授 (National Center for Research on Earthquake Engineering, Taiwan)

“Engineering Restoration Issues after Chi-Chi Earthquake”

本セッションは、構造物の地震被害の予測とその軽減のために、現状の強震動予測がどの程度貢献できるのか、現状で不足しているものは何かを明らかにし、今後の強震動予測の研究の

堀家正則
大阪工業大学

B.F.Spencer, Jr.教授(University of Notre Dame, USA)

“Opportunities and Challenges in Earthquake Engineering and Impact of US-Japan Cooperation”

一つの方向性を議論することを目的として、佐藤俊明(清水建設和泉研)と堀家正則(大阪工大)により企画された。座長・副座長は、佐藤俊明と久田嘉章(工学院大学)が担当した。

最初に、佐藤俊明が本セッションの主旨説明を行い、これを受ける形で、発表11分、質疑応答4分の7つの発表を順次行った。林康裕(京都大学防災研)と澤田純男(京都大学防災研)は、それぞれ、構造物の実際の被害と地震動指標の相関性の問題、土木構造物の設計用地震動の考え方に関する最新動向と最新の強震動予測法の導入の機運について発表した。次に、土肥博(NTTファシリティーズ)、香川敬生(地域地盤環境研究所)、釜江克宏(京都大学原子炉実験所)、笹谷努(北海道大学理学部)が、それぞれ、活断層で起こる地震、伏在断層で起こる地震、沈み込み帯で起こる巨大地震、スラブ内で起こる地震の違いによる強震動の特徴や構造物応答に関する話題を発表した。これらを受ける形で、最後に、川瀬博(九州大学大学院)が、周期1秒を中心とするやや短周期・大振幅パルスの地震動の予測が構造物被害の予測と軽減に重要であること、被害の軽減には実際の構造物の応答性状の予測精度の向上が急務であること、そのためにシステムティックな全国の構造物の強震観測体制の充実が必要なことを指摘した。

本セッションは、大会初日の開会式前の午前9時から10時45分までという変則的な時間帯で行われたにもかかわらず、

Room Aの会場をほぼ埋め尽くすほどの参加者がおり、活発な質疑応答が行われた。発表・討論会という主旨を反映させて、セッションの最後にまとまった討論の時間が確保できれば、なお良かったと感じた次第である。

■液状化と耐震対策(1) [11月28日9:00~10:45]

液状化と耐震対策(2) [11月28日14:00~15:45]

報告:安田進(東京電機大学)

液状化に関するセッションは2つ設けられ、合計11編の発表が行われた。

前半の液状化と耐震対策(1)では、種々の土や応力条件下での液状化特性と新しい対策工に関する発表が行われた。その内種々の液状化特性としては、昨年の鳥取県西部地震で液状化したシルトや、鹿児島に分布するしらすの液状化強度特性が示された。鳥取県西部地震に関してはどの層が液状化したかといった事が熱心に討論された。種々の応力条件としては、繰返し載荷の波形や過圧密が液状化強度に与える影響が発表され、過圧密が発生するケースと実験条件の考え方などが討議された。また、新しい液状化対策工法として、リサイクルを考えてタイヤチ

ップスを用いる場合の効果に関する発表があった。

後半の液状化と耐震対策(2)では、液状化に伴う地盤の流動や、液状化した地盤での直接基礎、杭基礎の挙動に関する研究成果の発表があった。液状化に伴う地盤の流動に関してはFEMを用いて簡易解析する場合の入力定数が結果に与える影響や、液状化した地盤を粘性流体と考えて流動解析する方法に関する研究成果が示された。液状化した地盤中の直接基礎の挙動に関しては、中層建物における過去の5つの被災事例を比較し、沈下量に液状化層の粒径が関係していることが示された。液状化層中の杭基礎の挙動に関しては、根入れ部に作用する土圧を解析した結果や、改良した地盤中に杭基礎を設ける場合の設計方法に関して発表があった。

さて、これらのセッションの運営はまず座長が司会をして各研究発表を行ったあと、副座長(飛鳥建設・三輪滋氏および九州工業大学・永瀬英生助教授)が討議のポイント等を示し、討議のリードを行った。液状化と耐震対策(1)は特に開会式前の最初のセッションでもあり、討議が活発に行われるか心配であったが、副座長のリードが良く、両セッションとも時間が足りないほど熱心な討議が行われた。

■設計地震動の動向と課題 [11月28日14:00～15:30]

報告:大町達夫(東京工業大学)

本セッションは、初日(11/28)の14:00～15:30に開催された。開始前から会場は満席となり、入口まで来て入場を断念する人も見受けられほどで、本課題に対して多くの人々が強い関心を持っていることがうかがわれた。

開始後、まず司会者によるセッションの趣旨説明があり、引き続いて「土木学会提言等によるレベル2地震動について」(大町達夫)、「震源を特定し難い地震が設計用入力地震動に与える影響について」(武村雅之)、「設計地震動の設定方法」(安中正)、「道路橋の要求耐震性能と設計地震動」(田村敬一)、「改正建築基準法令における設計地震動と要求性能水準」(緑川光正)、「ISO化に向けた設計地震動の考え方」(井合進)について、順に各10分ずつ発表があった。

その後、会場の参加者を交えて質疑討論が行われた。その主な内容は、レベル1やレベル2地震動の発生確率と構造物の供用期間との関係をどう考えるか、M6.5の直下地震の発生確率はどのくらいか、M6.5の直下地震をレベル2地震動の下限として世界中に適用するのは適当か、ISOでは設計地震動にライフサイクルコストの概念を用いる動きはないか、などであった。また、供用期間中に1～2回遭遇するというレベル1地震動の説明は

現状では枕言葉に等しいが、それが国際的に重要な意味をもつこともあるので注意が必要との意見も述べられた。議論は大変白熱していたが、時間切れのため司会者が閉会を宣言して、本セッションは終了した。

-
- 構造物の地震リスク評価(1) [11月29日9:00~10:45]
 - 構造物の地震リスク評価(2) [11月29日14:00~15:45]
 - 報告: 藤井俊二(大成建設)

本セッションは11月29日(木)午前と午後に分かれて開催され、満員の聴衆を向かえて発表と活発な議論が行われた。座長は大成建設・藤井俊二および東大生研・中埜良昭である。冒頭、藤井座長より、地震リスク評価が地震動、地盤増幅、建物耐力、被害関数、被害金額想定、など地震工学の川上から川下までを網羅する総合的な技術分野であることを述べ、本セッションが地震ハザード2件、被害関数8件、被害金額3件、リスク評価全体2件、の計15件の発表から構成されていることを紹介した。

午前中の「その(1)」では被害関数関連の論文8件が報告された。鹿島・鳥澤は神戸の木造建物の被害分析における属性分類として、一部損壊以上の被害は屋根形式、半壊以上では建築

年が適切であることを示した。北大・高井はイラストを用いた統一的な被害尺度を木造およびRC造について提案した。東北大・前田は地震前後の構造耐震指標Isを用いた残存耐震指標Rによる被災度判定方法を紹介した。鉄道総研・上半はあらかじめ実施した解析結果と地震後に実施する振動測定と比較から、橋脚の被災度を判定する方法を紹介した。筑波大・村尾は異なる被害調査とそれに基づく被害関数が、作られた目的によってかなり違いがあることを指摘した。東大生研・小檜山は木造建物の耐震診断結果を用いた被害関数の構築方法を提案した。清水建設・宮腰はいくつかの被害調査における被災度指標の違い相互の対応関係を明らかにした。九州大・長戸は木造とRC造について、応答解析によって被害関数を算出する場合の建物のモデル化方法を提案した。

午後の「その(2)」では、まず大成建設・坂本が同じ地点について5つの機関で実施した地震ハザードにかなりの違いがあることを指摘した。東大地震研・境はいくつかの地震動の破壊力指標を比較し、1.2~1.5秒の速度応答スペクトルが最適であると提案した。篠塚研・中村、三菱地所・平川からそれぞれ被害程度と被害金額の関係が示された。被害と金額の相関にばらつきがあるのは復旧工事が被害部分に限られないこと、被害程度が建物全部か一部かの区別がないためであると指摘した。損保料率算定協会・佐伯は地震被害把握の目的と、地震保険の支払い

状況や予測について報告した。大林組・諏訪は複数の建物を対象とした地震リスク評価手法を紹介した。京都大・林は地震リスク評価よりもリスクマネジメントが重要であると指摘し、その方法について紹介した。

最後に中埜座長が、被害の判定基準はその利用目的に応じて定義されているため全てについて統一することはできないので、判定に際しては定義を理解して利用する必要のあること、また結果の公表時には判定の目的と定義を明確に示すこと、被害関数の評価手法や統計データの信頼性のさらなる向上が必要であることを指摘するとともに、地震工学の各分野の技術者が横断的に取り組む必要があると締めくくった。

■ 構造物の制震(1) [11月29日14:00~15:45]

報告: 西谷 章(早稲田大学)

「構造物の制震(1)」(座長: 西谷章、京都大学・家村浩和)では7題の研究発表が行われた。

はじめの3題はセミアクティブ制御による構造物の応答低減を意図したものである。制御装置の性質の一部を切替ることで有効な制御を目指す方式がセミアクティブ制御である。清水幹氏

(鹿島・小堀研)は、オイルダンパの減衰係数を2段階に切り替えることでエネルギー吸収能力の最大化を目指すセミアクティブ制御について報告した。この制御は、既に実構造物への適用にも実績をもち、さらに、建設中の、あるいは今後建設される建物にも適用予定であることが紹介された。五十嵐晃氏(京都大学)は、ダンパによって連結される2棟の構造物を対象に、最適制御力を与えるようにダンパをセミアクティブ制御したときの応答低減効果を、実大鋼構造架構を用いて実験的に検証した結果を報告した。仁田佳宏氏(早稲田大学)は、スリップレベルのみを可変とするように制御することで、地震の大きさによらずつねに履歴によるエネルギー吸収を意図した可変スリップレベルダンパについて、加速度応答情報にもとづくスリップレベル設定法を報告した。セミアクティブ制御は、制御装置の性質を必要に応じて切替るのみで省エネルギー型の制御となるため大地震にも制御効果を期待できる。今後のアクティブ制御のひとつの方向となろう。

4番目の豊岡亮洋氏(京都大学大学院生)は、京都大学で開発された慣性力駆動型のダンパ試験装置について、ダンパが実際に構造物に組み込まれた状態での応答を再現するために、この装置の固有周期を調整する制御手法を提示している。

5、6番目の、蕪木杏子氏(日本大学大学院生)、秦一平氏(日本大学)の発表は、軟弱地盤でも適用できる免震構造システムを目的とした研究(その1)(その2)である。このシステムは、地表

近くの杭数メートル部分を外殻鋼管で覆った2重鋼管杭とすることで、地盤による杭の水平方向の高速を解除して地震動に対する免震効果を得ようとするものである。この地盤免震システム検証用の実験装置は振動台としても有効に利用できる。(その1)において実験装置の概要を述べ、(その2)において本装置の性能確認実験を報告している。

最後の篠原雄一郎氏(いわき明星大学大学院生)は、液体貯蔵用タンクの耐震性検証のための振動台実験を効率的荷実施する目的で、実験終了後にスロッシングを速やかに停止させるための振動台の H_{∞} 制御について報告を行った。

以上の7題の発表を行ったのち、まとめて討論を行ったが、それぞれの発表に関してセッションに割り当てられた時間いっぱいまで熱心な質疑応答が行われた。

■大都市圏の3次元地下構造モデルの地震防災への利用

[11月29日16:00~17:45]

報告:堀家正則(大阪工業大学)

平成10年度から12年度にかけて、千葉県、神奈川県・横浜市・川崎市、愛知県、京都市の4地域6地方自治体は、旧科技

庁の支援を受けて3次元地下構造モデル作成の調査を行った。従来の地震防災は、ごく地表近傍の地下構造と簡易な強震動計算法による予測結果を用いていた。しかし、これらの自治体では3次元地下構造モデルと近年発達してきた強震動計算法を用いることにより、信頼性の高い強震動予測の可能性が高まり、自治体の地震防災対策への積極的かつ広範囲の利用が可能になると予想される。このセッションでは、これらの自治体が現在あるいは将来、3次元モデルを用いてどのように新たな地震防災等を計画・実施していくのかを、自治体防災関係者や研究者が議論する場として設定した。

セッションは、震源モデルの設定と地震動計算法、3次元地下構造モデルの作成、都市の地震防災対策について、それぞれ3人の研究者からこれらの分野の発展の現状と問題点の指摘で始まった。その後、各自治体から3次元モデル作成とそれを用いた強震動予測の現状及び、地震防災への利用計画及び実施の状況等が述べられた。取り組みの進んでいる神奈川県からは従来の被害想定への利用の上に、地下構造利用環境の整備、予測地震動の情報提供、耐震規定等の利用を考えているとの報告があった。また、独自の強震ネットワーク持つ横浜市からは想定地震に対する予測強震動を地震マップとして市民に提供し、防災意識の向上に取り組んでいるとの報告があった。愛知県からは、構造物の入力地震動設定への利用の取り組みが報告さ

れた。京都市からは、地震発生後3日間の動的シナリオ型地震被害想定への利用の取り組みが報告された。地下構造調査後それほど時間が経過していないため自治体間の取り組みの進展に差はあるが、すべての自治体が3次元モデルの作成を機に、それを地震防災等に積極的に利用する姿勢が窺えた。

セッション時間が充分でなかったため、発表者にも迷惑をかけ、十分な議論の時間が確保できなかった等の問題点はあったが、地下構造調査はこれからも進められていくので、今回のセッションを踏まえて、今後もこの種のセッションを継続していく必要を感じた。

第1回日本地震工学研究発表・討論会報告(その2)

土岐憲三

(京都大学)

川島一彦

(東京工業大学)

中埜良昭

(東京大学)

既に一部ご報告しましたが、2001年秋に第1回地震工学研究発表・討論会が開催されています。地震工学ニューズレター Vol.1 No.4では、オーガナイズド・セッションを中心とした報告を行いました。そのとき掲載できなかった2つのオーガナイズド・セッションの模様を、オーガナイザーの方から報告します。

■地震災害から文化財を守る
[11月29日、14:00~15:45]

報告: 土岐憲三(京都大学工学研究科)

発表者: 益田兼房(東京藝術大学美術研究科)
西沢英和(京都大学工学研究科)
山内泰之(独立行政法人 建築研究所)
林 良彦(文化庁文化財部建造物課)
都丸徳治(日本建設コンサルタント)
小林正美(京都大学工学研究科)

1995年阪神淡路大震災に際しては、多数の地点から火災が発生し、多くの人命財産が失われた。大都市が強い地震動

に襲われた際には、こうした火災の発生は必至であるが、たとえば京都の場合であれば、東西南北約10km四方の中に多数の国宝や重要文化財があることから、ひとたび強震動見舞われたならば、極めて多数の文化財が焼失するであろうと考えられる。

当該セッションは、地震の後に発生するであろう火災から、文化財を要する木造建築物への延焼を防止するための対策のあり方を議論、検討するために設けられた。そこで、国宝・重要文化財建造物の防火・防災対策の現状、文化財に関する危機管理システム、歴史的建造物の耐震性能、防火対策としての樹木の利用、京都におけるケーススタディ、火災のための水利システムなどについて研究発表を行った後、聴衆をも交えたパネルディスカッション形式の討論を行った。

こうした分野の研究発表はこれまでの地震工学の分野にはなかったことであり、地震工学、地震防災の分野の裾野を拓げる意味で、意義深いものであった。また、このセッションの成果として、これまでのこうした分野での活動は、京都の国宝などの文化財を守ることに限られていたが、これと平行して、江戸文化としての東京下町のまちなみの地震防災対策にも目を向けるという新しい視点が開けてきた。

■地震時保有耐力法による建造物の耐震設計(1)

〔11月30日14:00-15:45〕

地震時保有耐力法による建造物の耐震設計(2)

〔11月30日16:00-17:45〕

報告:川島一彦(東京工業大学)、中埜良昭(東京大学)

地震時保有耐力法に関連して、構造部材の耐力・変形性能、プッシュオーバーアナリシスの適用、耐震設計法、耐震性評価法等に関して、セッション(1)では6編、セッション(2)では7編、計13編の発表が行われた。建造物としては、建物、橋梁のほか、地下鉄・原子力発電所等の地下建造物に対する発表も行われた。

橋梁ではRC橋脚の塑性変形能に影響を与える塑性ヒンジ長や寸法効果、載荷履歴に関する発表と同時に、塑性ヒンジ領域における変形性能を高めるために、アンボンド高強度鋼材を配置したり、コアコンクリートに高密度にスパイル筋を配置した橋脚のほか、橋脚基部に免震ゴムをビルトインしたダメージフリー橋脚の開発等、新しい高靱性構造が開発されつつあることが報告された。建築物では、ひずみ速度や曲率速度がRC梁の強度や変形性能に及ぼす影響、破壊方式を考慮した耐震壁の耐震設計法、鉄骨梁に緊結されたコンクリートスラ

ブが柱梁接合部の破壊特性に及ぼす影響が報告された。地下建造物に関しては、応答変位法に基づく地下建造物の損傷評価や長期間実際に使用されてきたRCカルバートの繰返し載荷実験に基づく履歴特性等が報告された。

地震工学会という場でなければ一同に会する機会のなかったグループの発表であり、最初は質問にもとまどいを感じられたが、一つの質問がでるとそれに関連していろいろな異なる角度からの質疑が交わされた。構造部材にしても、建物、橋梁、地下建造物ではサイズや形状、配筋に大きな違いがあること、プッシュオーバーアナリシスの適用に際しても、上部構造に質量が集中している橋梁と質量分布が高さ方向にほぼ均質な建物、地盤の振動に引きずられて変形する地下建造物とでは異なることが認識されるようになった。このように、問題点の所在がわかるようになってくると、解析や実験の方向性も理解できるようになり、発表のバックグラウンドが明らかとなってくる。まだ各グループの理解には相当の隔たりがあるが、今回の第1回発表・討論会が相互理解に果たした役割は限りなく大きい。今後、さらに相互理解と相互批判が深まり、各方面でいい意味の技術の深みと新しい創意工夫がでてくることを期待したい。