



鋼橋技術研究会

耐震設計研究部会

報告書

1. まえがき

当研究部会の前身である「耐震・免震研究部会」が増田部会長を中心に特定部会として設立されたのは平成5年である。当時は、RC 構造分野で先行していた免震構造に関する研究が「道路橋の免震マニュアル(案)」という形で平成4年に纏められた直後ということもあり、この「免震構造」に関する研究が主要テーマであった。活動開始後まもなくの平成7年に阪神・淡路大震災(兵庫県南部地震)が発生し、部会員の多くは、その後約1年間、被害調査や復旧活動に忙殺されることになった。被害が甚大であったことから、その原因究明が各研究機関で精力的に行われ、それまでに培われてきた免震や制震の技術が導入され、より高度な耐震性能を有する構造物の設計を可能にした。ほとんど時を同じくして、SEAOC (Structural Engineers Association of California)がノースリッジ地震(Northridge Earthquake, 1994)を教訓にして1995年(平成7年)にVision 2000を纏めており、そこで提案された性能規定型耐震設計法(Performance based seismic design)の考え方が少しずつ入れられるようになってきた。さらに、構造物の塑性変形をある程度認めて、そのときの保有水平耐力を期待する、現行のいわゆる損傷許容設計法に対して、地震時の構造物の振動エネルギーを吸収するための制震(制振)装置を用いる、損傷制御設計法の考え方も生まれてきた。

このような耐震設計に関するハード・ソフト両面の変革の時に遭遇した本研究部会は、必然的に研究課題が増えることになり、鋼構造分野における免震構造の可能性に関する研究、落橋防止構造、緩衝構造などのハード面に関する研究の他に性能規定型耐震設計法や損傷制御設計法などのソフト面に関する研究を行うことになった。平成11年には、部会名を「耐震設計研究部会」と改め、①損傷制御(制震)設計(免震構造だけでは解決できない問題をターゲットとしたもの。)、②中規模橋梁の耐震補強(斜張橋・アーチ橋・トラス橋などの耐震補強)、③複合構造橋梁の耐震設計(構造の弱点を把握し、被災シナリオを作成する必要がある。)、④性能設計における高品質耐震設計(防災上重要度の高い都市部の橋梁)のハード・ソフト両問題を含めた4項目を主要研究テーマとして活動を継続することになった。

本研究部会の経緯については、「耐震設計研究部会の歩み」と題して、簡単に本章の末尾に参考資料1)としてまとめたが、平成5年の設立以来、両研究部会の活動期間を加え合わせると、今年度で丁度10年となる。鋼橋技術研究会の特定部会が機動性・即応性を持たせた研究部会であることを考慮し、10年目を機に報告書をまとめ、一先ず当研究部会を閉じさせていただくことになった。本報告書の内容は、耐震設計研究部会が設立された平成11年9月以降の研究成果をまとめたものであるが、閉会(一時的な休会となる可能性もありますが)にあたり、両研究部会の研究成果について、その概要を参考資料2)に纏めてみた。

また、部会員の知識を広める目的で講演会を積極的に行ったが、この実績についても参考資料3)に纏めて示した。講演会は、当研究部会の方向性に大きな影響を与えることにもなり、大変貴重なものであった。第1回目の川島先生(当時土木研究所耐震研究室長)を始め、多くの著名な方々のご講演をいただいたが、部会員の要望により、土木系以外の方にもご講演をお願いすることもあった。建築系では、幸せなことに、和泉正哲先生、大崎順彦先生、和田章先生、高田毅士先生の各年齢層の先生に先端的な話題を聞かせていただくことができた。大崎先生には、ご高齢であるにもかかわらず、背筋をびんと伸ばされて、精力的にお話をされるお姿に深い感銘を受けました。和田先生の損傷制御設計法に関するご講演には、阪神・淡路大震災以来の課題を解く鍵を示していただき、まさに目から鱗が落ちる思いがしました。また、私が平成11年にロスアンゼルスで4ヶ月間お世話いただいた、当時、南カリフォルニア大学(USC)教授でいらした篠塚先生(現在はカリフォルニア大学教授)には、来日された折に、お

忙しいところを、時間の調整をしていただき、リスクマネジメントに関する大変興味のあるお話を拝聴させていただいた。薄謝にも拘わらず、準備の時間をかけていただき、貴重なご講演をいただいた先生方に、心より御礼申し上げます。

当耐震設計研究部会は、部会員人数が50名に達したため、次に示す4つのWGを設置して活動を行った。

第1WG：性能設計に関する研究WG

第2WG：複合構造に関する研究WG

第3WG：極低降伏点鋼を用いた耐震構造に関する研究WG

第4WG：動的解析とモデル化に関する研究WG

第1WGについては皆川先生（武蔵工業大学）、第2WGは中島先生（宇都宮大学）、第4WGは増田先生（武蔵工業大学）にそれぞれご指導をお願いし、長嶋（東京都立大学）は第3WGを担当することになった。各WGの研究内容の概要は次のとおりである。

第1WGの研究内容：性能設計法(performance based design method)のルーツである、SEAOCの"Performance Based Seismic Engineering of Buildings"(Vision 2000)を原文で読み、本来の当設計法の狙いを探った。他の部会員からの要望もあり、翻訳作業を行った成果については、対訳を作成し、CD-ROMに記録して保存することにした。

第2WGの研究内容：複合構造の耐震問題という、これからのテーマを扱った。複合構造の耐震問題で重要なのは、地震によって複合構造が受ける可能性のある損傷を的確に把握し（見出し）、それらを種類別、原因別、重要度別などに分類することではないかと考えた。すなわち、このような作業をとおして、複合構造の「損傷のシナリオ」を描くことができるようになるが、この「損傷のシナリオ」を如何に的確に描くことができるか？が重要な課題となるように思われるが、このために第2WGでは、静的な検討ではあるが、複合構造の基本的な強度特性・変形特性に関する調査・研究を行った。

第3WGの研究内容：損傷制御設計は特に高強度鋼を用いた鋼構造に有利な耐震設計手法である。性能設計における高品位構造物への応用や中規模橋梁の耐震補強にも適用可能である。この構造用の高減衰材に関する勉強会から始めて、次第に高減衰材の一つである極低降伏点鋼に焦点を絞り、WG名も「極低降伏点鋼を用いた耐震設計に関する研究WG」と変えて活動した。研究活動の段階を4段階に区切り、第1段階では文献調査、第2段階では極低降伏点鋼の材料特性の把握、第3段階では鋼製ダンパーのエネルギー吸収性能の把握、第4段階ではサイスマックダンパーの適用性に関する検討を行った。

第4WGの研究内容：動的応答解析の日常の業務で感じた疑問や業務の中に出てきた種々の話題を集め、協力してこれらの問題の解決をめざした。しかし、問題が多岐にわたっており、集約することが困難であったため、部会員の経験した解析事例を持ち寄り、同様の問題を抱える橋梁技術者への参考資料を提供することにした。

本研究部会はこれで一応終了することになりますが、耐震設計についてはまだ課題が多く残されています。また新たなテーマと新しい研究体制で難問に立ち向かって行っていただきたいと思っております。最後になりましたが、本研究部会を直接支えていただいた、増田先生、皆川先生、中島先生に御礼申し上げますと伴に、鋼橋技術研究会の諸先生、幹事の皆様、各WGのグループリーダーの皆様、部会員の皆様に心から感謝申し上げます。

部会長 長嶋 文雄

<参考資料>

1) 耐震設計研究部会の歩み

- 平成5年9月 前身の耐震・免震研究部会設立（増田部会長、長嶋・皆川副部会長、佐々木・街道幹事）
- 平成6年1月 Northridge地震、その前はLoma Prieta(1989)
- 平成7年1月 兵庫県南部地震
- 平成9年3月 耐震・免震部会報告書
- 平成9年4月 部会長引継（増田先生→長嶋）
- 平成11年9月 耐震設計研究部会設立（中島先生加入）
- 平成11年11月 耐震・免震部会報告書
- 平成15年3月 耐震設計研究部会報告書（予定）

2) 耐震設計研究部会（耐震・免震研究部会）の主な研究成果

- (1)鋼橋で遅れていた免震に関する研究の促進。
- (2)鋼製橋脚橋に対する免震支承採用の可能性について検討し、その効果を確認した。
- (3)耐震設計の入門書、Q&A集を作成した。
- (4)性能設計に関する調査研究を行った。
- (5)緩衝工に関する実験と解析を行った。
- (6)損傷制御設計に関する検討、極低降伏点鋼を用いた制震装置に関する実験的・解析的検討を行い、鋼製橋脚への応用の可能性を確認した。
- (7)複合構造の耐震性に関する検討を行った。
- (8)講演会を積極的に行い部会員の教養を高めた。
- (9)親睦を兼ねて見学旅行を行い、部会員の知識を深めた。

3) 講演会の実績

- 1 川島一彦 建設省土木研究所室長
- 2 後藤洋三 大林組技術研究所室長
- 3 宇佐美 勉 名古屋大学教授
- 4 岡本 晋 大成建設技術研究所
- 5 西川和廣 建設省土木研究所室長
- 6 川口喜昭 住友金属工業
- 7 市川篤司 鉄道総合研究所
- 8 和泉正哲 清水建設和泉研究室長
- 9 宮城・奥村 東急建設技術研究所
- 10 中井 博 大阪市立大学教授
- 11 目黒公郎 東京大学生研助教授
- 12 家村浩和 京都大学教授
- 13 大崎順彦 東京大学名誉教授
- 14 篠塚正宣 南カリフォルニア大学教授(現カリフォルニア大学アーバイン校教授)
- 15 大町達夫 東京工業大学教授
- 16 和田 章 東京工業大学教授
- 17 高田毅士 東京大学助教授

以上