

# 鋼構造物の耐震検討小委員会報告書

(概要集)

|          |                |
|----------|----------------|
| 登 録      | 平成 12年 12月 15日 |
| 番 号      | 第 48159 号      |
| 社団<br>法人 | 土 木 学 会        |
| 附 属      | 土 木 図 書 館      |

平成 12年 5月

土木学会鋼構造委員会

# まえがき

土木学会・鋼構造委員会の下に設置された「鋼構造物の耐震検討小委員会」は、約2年半（平成9年11月～平成12年5月）にわたって鋼構造物の耐震設計の高度化に関する検討を行ってきた。本冊子はその成果報告書（4冊）の概要である。

本委員会は日本鋼構造協会(JSSC)の「次世代土木鋼構造研究特別委員会」の関連3小委員会と共同で調査研究にあたってきた。JSSC内の関連3小委員会と本委員会の5分科会との関係、および分科会成果報告書の題名は以下に示すようである。

|  |                                      |  |   |  |   |  |
|--|--------------------------------------|--|---|--|---|--|
| JSSC<br>次世代土木<br>鋼構造特別<br>委員会<br>(伊藤學) | —————                                | 高機能鋼材の<br>橋梁への利用<br>小委員会<br><br>(三木千壽)     | 鋼橋の耐震設計<br>小委員会—解析<br>WG<br><br>(宇佐美勉・<br>後藤芳顯) | 橋梁システムと耐<br>震性小委員会<br><br>(藤野陽三)           | 鋼橋の耐震設計<br>小委員会—設計<br>WG<br><br>(宇佐美勉・<br>北田俊行) |  |
| 土木学会<br>耐震検討<br>小委員会<br><br>(宇佐美勉)     | 第1分科会<br>耐震設計法<br>の高度化<br><br>(伊藤義人) | 第2分科会<br>ハイダクティリティー<br>構造・材料<br><br>(三木千壽) | —   | 第3分科会<br>耐震解析法<br><br>(後藤芳顯)               | 第4分科会<br>構造システム<br><br>(藤野陽三)                   | 第5分科会<br>情報公開<br><br>(北田俊行)                |
| 報告書<br>題名                              | 鋼構造物の<br>性能照査型<br>耐震設計法              | 耐震性能<br>鋼材                                 | —   | 鋼構造物の耐<br>震解析用ベン<br>チマークと耐<br>震設計法の高<br>度化 | 橋梁システ<br>ムの動的解<br>析と耐震性                         | 鋼構造物の耐<br>震解析用ベン<br>チマークと耐<br>震設計法の高<br>度化 |

(注1) ( )内は委員長名または主査名

(注2) 第3分科会および第5分科会の報告書は同一

本委員会は、阪神・淡路大震災後に鋼構造委員会が行った鋼構造物の被害実態、被害原因などの調査の過程で浮かび上がった研究課題、すなわち脆性的破壊の防止方法、変形能を向上させる材料および構造の開発、耐震設計法の高度化、耐震解析ツールの整備、耐震実験の標準化等を中心に検討を行ってきた。各分科会における活動内容のキーワードは以下のようなものである。

**第1分科会：** 性能照査型耐震設計、構造安全性、地震後の使用性、構造物の重要度、許容安全性水準、安全係数

**第2分科会：** 脆性的破壊、低サイクル疲労、ハイダクティリティー構造、高機能鋼材、溶接部構造、隅角部構造

**第3分科会：** Pushover 解析、弾塑性地震応答解析、構成則、復元力特性、破壊基準、耐震性能照査、解析ソフト

**第4分科会：** 耐震設計の総合化，地盤－基礎－下部－上部構造の連成挙動，高架橋システムの非線形解析，橋梁システムの地震応答特性

**第5分科会：** 橋脚の設計コンセプト，設計マニュアル，ベンチマーク，標準実験手法，耐震補強マニュアル

本委員会は、上述の調査研究活動と同時に、「鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関するシンポジウム」を平成10年11月と平成12年1月の2回開催し、論文集を発行すると同時に、討議および論文概要を集めた会議報告書を作成している。分科会報告書と合わせて読むことにより、土木鋼構造物における耐震関連研究の最前線に触れることができよう。

最後に、調査研究活動に尽力、協力された本小委員会の委員諸氏、ならびに有益なご意見をいただいた土木学会・鋼構造委員会（前委員長：佐伯彰一氏，現委員長：坂井藤一氏）および日本鋼構造協会・次世代土木鋼構造研究特別委員会（委員長：伊藤 學教授）の委員諸氏に深く感謝する。

平成12年5月19日

土木学会・鋼構造委員会  
鋼構造物の耐震検討小委員会  
委員長 宇佐美勉（名古屋大学）

## 土木学会・鋼構造委員会・鋼構造物の耐震検討小委員会委員

| 氏名                   | 所属分科会   | 所属                             |
|----------------------|---------|--------------------------------|
| 宇佐美 勉 <sup>*</sup>   | 1, 3, 5 | 名古屋大学 大学院工学研究科 土木工学専攻          |
| 青木 徹彦                | 1, 5    | 愛知工業大学 工学部 土木工学科               |
| 阿部 雅人                | 4       | 東京大学 大学院工学研究科 社会基盤工学専攻         |
| 伊藤 義人 <sup>1)</sup>  | 1, 3, 5 | 名古屋大学 理工科学総合研究センター             |
| 大倉 一郎                | 2       | 大阪大学 工学部 土木工学科                 |
| 大塚 久哲                | 3       | 九州大学 工学部 建設都市工学科               |
| 北田 俊行 <sup>5)</sup>  | 1, 3, 5 | 大阪市立大学 工学部 土木工学科               |
| 葛 漢彬                 | 3, 5    | 名古屋大学 大学院工学研究科 土木工学専攻          |
| 坂野 昌弘                | 2       | 関西大学 工学部 土木工学科                 |
| 後藤 芳顯 <sup>3)</sup>  | 3, 4, 5 | 名古屋工業大学 社会開発工学科                |
| 杉浦 邦征                | 1, 3, 5 | 京都大学 大学院工学研究科 土木システム工学専攻       |
| 中島 章典                | 3, 4, 5 | 宇都宮大学 工学部 建設学科                 |
| 中村 聖三                | 1       | 長崎大学 工学部 社会開発工学科               |
| 長井 正嗣                | 1       | 長岡科学技術大学 工学部 環境建設系             |
| 奈良 敬                 | 1, 2    | 岐阜大学 工学部 土木工学科                 |
| 藤野 陽三 <sup>4)</sup>  | 4       | 東京大学 大学院工学研究科 社会基盤工学専攻         |
| 三木 千壽 <sup>2)</sup>  | 2       | 東京工業大学 工学部 土木工学科               |
| 山口 栄輝                | 1, 3, 4 | 九州工業大学 工学部 建設社会工学科             |
| 山尾 敏孝                | 1       | 熊本大学 工学部 環境システム工学科 (土木環境系)     |
| 依田 照彦                | 1       | 早稲田大学 理工学部 土木工学科               |
| 池内 智行                | 4       | 鳥取大学 工学部 土木工学科                 |
| 市川 篤司                | 1, 2    | 東京工業大学 工学部 土木工学科               |
| 岡本 隆                 | 2       | NKK 基盤技術研究所 都市工学研究部            |
| 加藤 静雄                | 1       | 北海道開発コンサルタント(株) 橋梁部            |
| 木代 穰                 | 5       | 阪神高速道路公団 工務部 設計課               |
| 酒井 正和                | 5       | 三井造船(株) 鉄構建設事業本部技術部            |
| 島村 和夫                | 3       | 石川島播磨重工業(株) 技術研究所構造研究部 [平成9年度] |
| 田中 元章                | 3       | 石川島播磨重工業(株) [平成10, 11年度]       |
| 田嶋 仁志                | 5       | 首都高速道路公団 工務部設計技術課              |
| 中村 秀治                | 1       | (財)電力中央研究所 我孫子研究所構造部           |
| 平山 博                 | 5       | 大日本コンサルタント(株) 技術本部 [平成9, 10年度] |
| 吉澤 努                 | 5       | 大日本コンサルタント(株) 技術本部 [平成11年度]    |
| 藤田 宗久                | 1       | 清水建設(株) 土木本部設計第2部              |
| 松田 宏                 | 3, 4    | 日本電子計算 <sup>㈱</sup> 科学技術事業部    |
| 矢幡 武人                | 1       | 日立造船(株) 橋梁設計部                  |
| 織田 博孝 <sup>**)</sup> | 1, 5    | 瀧上工業(株) 橋梁技術部                  |

<sup>\*</sup>) 委員長

<sup>\*\*)</sup> 幹事長

<sup>1)</sup> 第1分科会 (耐震設計法の高度化) 主査

<sup>2)</sup> 第2分科会 (ハイダクティリティー構造・材料) 主査

<sup>3)</sup> 第3分科会 (耐震解析法) 主査

<sup>4)</sup> 第4分科会 (構造システム) 主査

<sup>5)</sup> 第5分科会 (情報公開) 主査

# 目 次

## まえがき

|  |    |
|--|----|
| 第1編 鋼構造物の性能照査型耐震設計法（第1分科会）                   | 1  |
| 1. はじめに                                      | 1  |
| 2. 性能照査型耐震設計法の基本的枠組み                         | 1  |
| 3. 構造物の重要度と想定地震の考え方                          | 2  |
| 4. 高架橋の地震時限界状態                               | 3  |
| 5. 機能を重視した耐震設計法                              | 3  |
| 6. 耐震性能照査法                                   | 4  |
| 7. 性能照査型耐震設計法のまとめと今後の課題                      | 5  |
| 第2編 耐震性能鋼材（第2分科会）                            | 6  |
| 1. 脆性破壊の事例および発生メカニズム                         | 6  |
| 2. 鋼材の低サイクル疲労                                | 6  |
| 3. 脆性破壊と鋼材の破壊靱性値および所要靱性値                     | 8  |
| 4. ラーメン隅角部の変形特性                              | 9  |
| 5. 高機能鋼の耐震デバイスへの利用法                          | 12 |
| 第3編 鋼構造物の耐震解析用ベンチマークと<br>耐震設計法の高度化（第3, 5分科会） | 13 |
| 1. 鋼橋の耐震設計技術の現状                              | 13 |
| 2. 鋼橋の耐震設計法に対する基本的考え方                        | 13 |
| 3. 耐震解析法とベンチマーク                              | 14 |
| 4. 耐震設計ガイドライン                                | 16 |
| 5. 既設鋼製橋脚の耐震補強事例                             | 17 |
| 6. 今後の研究課題                                   | 18 |
| 第4編 橋梁システムの動的解析と耐震性（第4分科会）                   | 22 |
| 1. 概要  | 22 |
| 2. 橋梁の非線形動的解析の現状                             | 23 |
| 3. 動的解析モデルの精緻化に向けて                           | 24 |
| 4. 各種プログラムによる高架橋の非線形動的解析                     | 25 |
| 5. 橋梁システムの地震応答特性の把握                          | 25 |
| 6. 高架橋システムの耐震性に関する検討                         | 27 |