

# 既設構造物の耐震補強に関するシンポジウム

## 論 文 集

2002 年 11 月

|           |            |
|-----------|------------|
| 登録<br>番号  | 平成15年1月31日 |
|           | 第 49775 号  |
| 社団法人 土木学会 |            |
| 附 属 土木図書館 |            |

(社) 土木学会 地震工学委員会

既設構造物の耐震補強に関する研究小委員会

## まえがき

平成7年1月の兵庫県南部地震による甚大な被害を契機として、道路や鉄道を始めとする既設構造物に対する耐震補強が進められてきています。これらの耐震補強においては、対象となる数多くの構造物に対して適時、適切に調査・点検を実施し、それらの結果に基づき耐震性を適切に診断して補修・補強の要否を判定するとともに、補強優先度を設定することにより、合理的、経済的に実施することが必要とされています。また、交通の確保や施工空間の制約など、施工条件が厳しい箇所での耐震補強対策では、一般に大きな困難を伴うのが実情であり、こうした厳しい施工条件下において、新材料の活用や新構造の開発等による効果的な耐震補強が必要とされています。さらに、米国などでは長大橋に対する耐震補強が開始されようとしており、長大橋のストックが増えている我が国においても合理的かつ経済的な耐震補強が必要とされています。

このような背景の下、平成11年8月に土木学会耐震工学委員会において「既設構造物の耐震補強に関する研究小委員会」が設置され、平成13年度までの3年間の活動が行われました。具体的な活動は、WG1：補強優先度ワーキング、WG2：耐震診断ワーキング、WG3：耐震補強工法ワーキングおよびWG4：長大橋補強ワーキングの4つのWGにおいて、主として橋梁を対象とした調査研究を実施しましたが、それらの活動成果は別冊の報告書にまとめられています。

本論文集は上記の各WGの活動に関係する具体的な事例について、一般に募集させて頂いた論文をとりまとめたものです。掲載論文の内訳は、WG1関係が3編、WG2関係が3編、WG3関係が6編およびWG4関係が3編の総数15編であります。論文に関する機関は国および国研関係3機関、公団関係3機関、都県市関係3機関、大学3機関および民間11機関の合計23機関であり、小委員会の4つの活動課題に関しても、また関係機関に関してもバランスのとれた構成となっています。

論文の内容に関して、WG1の関係では、既設道路橋の耐震補強優先度評価を行うためのAHP（階層分析法）の適用性に関する調査研究に加えて、日本道路公団および札幌市において既に実施されている既設道路橋の耐震補強事業において適用された耐震補強優先度の考え方が報告されています。

WG2の関係では、橋梁上部工の橋軸方向応答変位に対する橋台構造の制限効果を考慮した既設橋梁の耐震性評価に関する解析的研究に加えて、模型杭実験および実橋脚基礎調査により適用性を検証したAE（アコースティック・エミッション）法による杭基礎の損傷診断技術および実橋脚基礎調査により適用性を検証した橋台基礎の杭長・杭配列の磁気探査技術が報告されています。

WG3関係では、施工上の制約が大きいRC巻き立てによる橋脚補強の代わりにゲルバー部連結と免震支承を適用した高減衰化工法により橋梁の耐震性能を確保した事例、立地条件・橋脚構造の制約に配慮した炭素繊維シート補強の補助工法としての炭素繊維アンカーの定着設計法と施工法、耐震補強に際して立地条件・構造の制約がある鋼製柱について国内での適用例が無い炭素繊維シート巻立工法による耐震補強事例、供用中の道路において橋脚の既設鋼管杭を鋼管で補強した事例、施工上の制約があるフーチングの実験による耐震性評価および耐震補強事例、既設橋梁直下の現場条件の制約を受けない耐震補強技術・液状化対策技術として高耐力マイクロパイル工法を始めとする5工法の研究開発結果および施工実績が報告されています。

WG4関係では、幾何学的非線形性を考慮したケーブルのモデル化が吊橋全体系の応答評価に与える影響の解明およびステイケーブルあるいは履歴型ダンパーを用いた耐震補強案の提案、高橋脚を有する2主桁複合斜張橋の地震時動的挙動解析による免震支承とダンパーを用いた耐震性向上策、橋長980mのゲルバートラス橋についての地震応答解析による耐震性評価および耐震補強方針が報告されています。

以上の通り、掲載論文は最近の橋梁の耐震補強に関する新しい技術や取り組みの詳細を報告しており、その内容は今後の耐震補強に関する研究開発および耐震補強事業の実施に際しての有益な知見を

提示しています。これらの論文が耐震補強に関係される方々の参考となり、その活用により今後の技術研究開発および耐震補強対策の着実な実施へと展開して頂くことを期待しています。

最後に、論文を投稿頂いた方々の今後の御活躍をお祈りするとともに、当小委員会活動のために多大な御尽力を頂いた委員および土木学会事務局に御礼申し上げます。

平成 14 年 11 月 8 日

既設構造物の耐震補強に関する研究小委員会

委員長 常田 賢一

## 既設構造物の耐震補強に関する研究小委員会名簿

委員長 常田 賢一 独立行政法人土木研究所

### 主 査

WG 1 日下部毅明 国土交通省国土技術政策総合研究所

WG 2 福井 次郎 独立行政法人土木研究所

WG 3 平岡 良彦 (株)日本構造技術研究所

WG 4 大塚 久哲 九州大学

### 委 員

新井 雅之 パシフィックコンサルタンツ(株) 井ヶ瀬良則 日本道路公団

家村 浩和 京都大学 石井 敏之 (株)奥村組

石崎 善敬 中電技術コンサルタント(株) 運上 茂樹 独立行政法人土木研究所

小嶋 竜智 中電技術コンサルタント(株) 小野 潔 大阪大学

岡本 大 東急建設(株) 河口 浩二 本州四国連絡橋公団

幸左 賢二 九州工業大学 佐々木義裕 鹿島建設(株)

佐野 祐一 (株)鴻池組 笹谷 輝勝 (株)フジタ

下里 哲弘 首都高速道路公団 田村 敬一 独立行政法人土木研究所

谷野 洋一 (株)銭高組 津吉 毅 東日本旅客鉄道(株)

前田 敏也 清水建設(株) 三藤 正明 五洋建設(株)

村越 潤 国土交通省国土技術政策総合研究所 森下 邦宏 三菱重工業(株)

○保田 雅彦 大日本コンサルタント(株) 山平喜一郎 住友重機械工業(株)

吉川 直志 首都高速道路公団 吉原 聡 阪神高速道路公団

○：前委員長

### 旧委員

大久保憲二 鹿島建設(株) 岡野 哲 本州四国連絡橋公団

長田 光司 日本道路公団 乙黒 幸年 阪神高速道路公団

加島 延行 本州四国連絡橋公団 金子 誉 (株)熊谷組

澤登 善誠 阪神高速道路公団 塩崎 信久 鹿島建設(株)

杉田 秀樹 独立行政法人建築研究所 高橋 三雅 首都高速道路公団

山田 富夫 (株)鴻池組

### 協力委員

大住 道生 国土交通省四国地方整備局 大谷康史 国土交通省国土技術政策総合研究所

小西 徹 (株)日本構造技術研究所 野崎 智文 国土交通省四国地方整備局

敬称略・50音順

## WG 1 既設橋梁の耐震補強優先度評価 WG

主 査 日下部毅明

委 員

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 井ヶ瀬良則 | 大塚 久哲 | 岡本 大  | 幸左 賢二 | 佐々木義裕 |
| 佐野 祐一 | 田村 敬一 | 平岡 良彦 | 村越 潤  |       |

旧委員

|       |       |       |  |  |
|-------|-------|-------|--|--|
| 長田 光司 | 杉田 秀樹 | 山田 富夫 |  |  |
|-------|-------|-------|--|--|

協力委員

|       |       |       |  |  |
|-------|-------|-------|--|--|
| 大住 道生 | 大谷 康史 | 野崎 智文 |  |  |
|-------|-------|-------|--|--|

## WG 2 既設橋梁の耐震診断技術 WG

主 査 福井 次郎

委 員

|       |      |       |      |       |
|-------|------|-------|------|-------|
| 石井 敏之 | 小野 潔 | 笹谷 輝勝 | 津吉 毅 | 河口 浩二 |
| 吉原 聡  |      |       |      |       |

旧委員

|       |      |       |       |  |
|-------|------|-------|-------|--|
| 乙黒 幸年 | 岡野 哲 | 加島 延行 | 澤登 善誠 |  |
|-------|------|-------|-------|--|

### WG 3 既設橋梁の耐震補強設計・工法 WG

主 査 平岡 良彦

委 員

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 新井 雅之 | 井ヶ瀬良則 | 石井 敏之 | 石崎 善敬 | 運上 茂樹 |
| 小野 潔  | 岡本 大  | 幸左 賢二 | 笹谷 輝勝 | 佐野 祐一 |
| 下里 哲弘 | 田村 敬一 | 津吉 毅  | 福井 次郎 | 前田 敏也 |
| 三藤 正明 | 森下 邦宏 | 保田 雅彦 | 吉川 直志 | 吉原 聡  |

旧委員

|       |       |       |      |       |
|-------|-------|-------|------|-------|
| 大久保憲二 | 長田 光司 | 乙黒 幸年 | 金子 誉 | 澤登 善誠 |
| 高橋 三雅 | 山田 富雄 |       |      |       |

協力委員

小西 徹

### WG 4 長大橋の耐震診断・補強技術 WG

主 査 大塚 久哲

委 員

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 家村 浩和 | 石崎 善敬 | 運上 茂樹 | 小嶋 竜智 | 河口 浩二 |
| 幸左 賢二 | 谷野 洋一 | 三藤 正明 | 森下 邦宏 | 山平喜一郎 |
| 吉川 直志 | 吉原 聡  |       |       |       |

旧委員

|      |       |       |       |  |
|------|-------|-------|-------|--|
| 岡野 哲 | 加島 延行 | 乙黒 幸年 | 澤登 善誠 |  |
|------|-------|-------|-------|--|

協力委員

保田 雅彦

## 目 次

### 既設橋梁の耐震補強優先度評価手法および適用事例

- ①既設道路橋の耐震補強優先度評価に対するAHPの適用性の検討…………… 1  
大谷康史・日下部毅明・村越 潤
- ②既設道路橋の耐震補強優先度—日本道路公団における事例—…………… 9  
窪田賢司・井ヶ瀬良則
- ③札幌市における既設橋梁の耐震補強計画…………… 15  
相馬英敏・小泉健治・木村和之・岩倉敦雄・阿部昌平

### 既設橋梁の耐震診断技術および適用事例

- ④両端部に橋台を有する既設連続桁橋梁の地震時挙動に関する研究…………… 23  
西岡 勉・運上茂樹
- ⑤AE法による橋梁基礎の損傷調査…………… 31  
中西康博・塩谷智基・羅 休・羽矢 洋・稲葉智明
- ⑥磁気探査を用いた既設橋台基礎杭の配列調査…………… 39  
鈴木 一彦・入手麻美・高橋幹雄・田口雅章・小野日出男

### 既設橋梁の耐震補強設計・工法および適用事例

- ⑦河川横断既設橋梁の耐震補強を目的とした高減衰化工法に関する検討…………… 47  
中村静夫・斎藤竜一・鈴木猛康・勝川藤太
- ⑧炭素繊維アンカーによる耐震補強工法の定着設計と施工方法…………… 55  
長澤保紀・塚越英夫・藤田忠夫・池谷純一・野口恒久・前田敏也
- ⑨炭素繊維シート巻立工法による円形断面鋼製橋脚柱の耐震補強事例…………… 63  
北田俊行・松村政秀・岡田 崇・木田秀人・中本 覚・吉原 聡
- ⑩港新橋における道路橋脚下部工の耐震補強対策…………… 71  
近藤賢治・上仲健治・三宅 浩・中條主也
- ⑪フーチング基礎の耐震性能検討と補強事例…………… 79  
幸左賢二・吉原 聡・白戸真大・中越亮太
- ⑫施工性に優れた既設基礎の耐震補強技術とその適用事例…………… 83  
梅原 剛・西谷雅弘・福井次郎

長大橋の耐震診断，補強技術および適用事例

- ⑬幾何学的非線形を考慮した鋼吊橋の耐震性向上策の検討…………… 91  
大塚久哲・楠田広和
- ⑭高橋脚を有する2主桁複合斜張橋の耐震性向上に関する検討…………… 99  
鈴木泰之・大塚久哲・高群明美
- ⑮長大ゲルバートラス橋の耐震補強に関する地震応答解析と損傷制御設計…………… 107  
金治英貞・北沢正彦・鈴木直人