

平成22年5月19日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2006～2009  
 課題番号：18360216  
 研究課題名（和文）制震ダンパーによる動的挙動が複雑な鋼橋の耐震補強に関する研究  
 研究課題名（英文）A Study on Seismic Retrofit of Steel Bridges with Complex Dynamic Behavior by Installing Seismic Dampers  
 研究代表者  
 宇佐美 勉（USAMI TSUTOMU）  
 名城大学・理工学部・教授  
 研究者番号：50021796

研究成果の概要（和文）：大地震時に複雑な動的挙動を示す鋼橋（アーチ橋，トラス橋など）の耐震性向上あるいは耐震補強に資するために，大地震3回程度に耐えられ，ライフサイクルに渡って取り替え不要な鋼およびアルミニウム合金製高機能制震ダンパーの開発を行った．さらに，かかる制震ダンパーをアーチ橋，トラス橋等に設置したときの制震効果に関する実験的，解析的研究を行い，大きな効果があることを実証した．

研究成果の概要（英文）：In order to contribute to efficient seismic upgrading or seismic retrofit for steel bridges whose dynamic behavior is complex (such as arch and truss bridges), a series of extensive studies have been performed on developing steel or aluminum alloy high-performance seismic dampers that would not lose their functions even for major earthquakes three times. Furthermore, damage reducing effects due to installing high-performance seismic dampers in arch or truss bridges are demonstrated experimentally and analytically.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,100,000	0	3,100,000
2007年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2008年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
2009年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
年度			
総計	15,100,000	3,600,000	18,700,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：鋼橋，大地震，耐震補強，制震ダンパー，鋼，アルミニウム

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 鋼橋の耐震補強法として従来，主構造部材の変形能を高める方法が採られてきた。

(2) かかる方法は，大地震に耐えうる構造

としては適するものの，主構造が大きな塑性変形による損傷を受けるため，主構造の損傷を修復するのに時間を要し，地震後の使用性（修復性）の観点からは必ずしも最適な方法

ではない。

## 2. 研究の目的

本研究では、地震エネルギーを吸収・消散する部材を橋梁構造物内部に設置し、大地震後の主構造の塑性変形を副次的な範囲に収め、損傷した部材を地震終了後に速やかに取り替える、或いは複数回の大地震に対しても機能を喪失しない高機能制震ダンパーを付与して取り替えを回避することにより、地震後の使用性（修復性）向上をねらう、即ち鋼橋の制震構造化による新しい耐震補強法を開発しようとするものである。

## 3. 研究の方法

(1) 高機能制震ダンパーでは、a) 安定した履歴特性を持ち、高いエネルギー吸収能を持つ、b) 変形能力が大きい、c) 低サイクル疲労強度が大きい、d) 高い耐久性を持つ、e) 製作が容易で安価であるという要求をすべて満たすと共に、f) 橋梁のライフサイクルに渡って取り替えが不要な制震ダンパーを目指している。そのために、大地震3回程度の応答値の上限に1.5程度の安全率を持たせた限界値を目標性能とする。

(2) 制震ダンパーとして、鋼製座屈拘束ブレース (BRB)、およびせん断パネルダンパー (SPD)、アルミニウム合金製 BRB を試作して繰り返し载荷の元で性能実験および数値解析を実施し、(1) の目標性能を保有するかどうかを多数の実験により調べた。

(3) 高機能制震ダンパーをアーチ橋、1層および2層門型ラーメン橋脚、およびトラス構造に設置して繰り返し荷重あるいは地震外力を加えて制震効果を実験的あるいは解析的に検証した。

## 4. 研究成果

(1) 全体座屈が生じない BRB 供試体は高機能 BRB の目標性能を満足する。

(2) 誘導した全体座屈防止条件式で、材料

定数に公称値、寸法に設計値、初期不整に  $L/1000$  の初期たわみのみを考慮し、3.0 の安全係数を確保することにより全体座屈は防止できる。

(3) 開発した数値解析手法により BRB の挙動を精度よく模擬できる。

(4) せん断幅厚比パラメータが 0.2、補剛材剛比が線形座屈理論から得られた最適剛比の3倍の SPD は、目標性能を満足する。

(5) 全体座屈が生じないアルミニウム合金 BRB は目標性能に達する前に端部リブ溶接止端部の低サイクル疲労により破断した。これは、アルミニウム合金が溶接による疲労劣化が著しいため、今後は溶接を回避しボルト接合した BRB を開発する必要がある。

(6) アーチ橋、ラーメン橋脚、トラス橋は、BRB を設置することにより主構造の損傷をドラスチックに低減させることが出来ることを実証した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 齊藤直也, 宇佐美勉, 野中哲也, 廣住教士, 菅付紘一 (2010) : 繰返し荷重を受ける鋼トラス構造の進行性破壊実験, 第 13 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 査読無し, pp.251-258.
- ② 佐藤崇・宇佐美勉・倉田正志 : 構造用アルミニウム合金 BRB の性能実験と解析, 土木学会論文集 査読あり, (印刷中)
- ③ 葛漢彬, 金子恵介, 宇佐美勉 (2010) : 高機能補剛せん断パネルダンパーの繰返し弾塑性挙動と復元力モデルに関する研究, 構造工学論文集, 査読あり, Vol.56A, pp. 522-532.
- ④ 織田博孝, 宇佐美勉 (2010) : 既設 H 形

- ブレース材の制震ダンパー化に関する基礎的実験，構造工学論文集，査読あり，Vol.56A，pp. 499-510.
- ⑤ 宇佐美 勉，佐藤 崇 (2010)：座屈拘束ブレースの低サイクル疲労実験と照査法，構造工学論文集，査読あり，Vol.56A，pp.486-498 .
- ⑥ 宇佐美勉，倉田正志，佐藤 崇，葛西 昭，萩澤亘保 (2009)：構造用アルミニウム合金の繰返し弾塑性構成則，土木学会論文集 A，査読あり，Vol. 65, No. 4, pp.980-993.
- ⑦ 原田隆典，野中哲也，王宏沢，岩村真樹，宇佐美勉 (2009)：震源断層近傍における上路式鋼トラス橋の応答特性，構造工学論文集，査読あり，Vol.55A，pp.573-582 .
- ⑧ 宇佐美勉，佐藤 崇，葛西 昭 (2009)：高機能座屈拘束ブレースの開発研究，構造工学論文集，査読あり，Vol.55A，pp.719-729 .
- ⑨ Chen,Z.Y.，Ge, H.B. and Usami T. (2008): Analysis and Design of Steel Bridge Structures with Energy Absorption Members, Int. J. of Advanced Steel Construction, 査読あり，Vol.4, No.3, pp.173-183.
- ⑩ 小池洋平，谷中聡久，宇佐美勉，葛漢彬，尾下里治，佐合大，鶴野禎史 (2008)：高機能補剛せん断パネル型ダンパーの開発に関する実験的研究，構造工学論文集，査読あり，Vol.54A，pp.372-381 .
- ⑪ Z.Y.Chen，H.B.Ge，A.Kasai and T.Usami(2007): “Simplified Seismic Design Approach for Steel Portal Frame Piers with Hysteretic Dampers”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 査読あり，Vol.36, No.4, pp.541-562.
- ⑫ Chen, Z.，Ge, H. B. and Usami, T. (2007): Study on seismic performance upgrading for steel bridge structures by introducing energy-dissipation members, J. of Struct. Eng., JSCE, 査読あり，Vol.53A, pp.573-582, 2007.3.
- [学会発表] (計7件)
- ① 齊藤直也，宇佐美勉，野中哲也，廣住教士，菅付紘一：繰返し荷重を受ける鋼トラス構造の進行性破壊実験，土木学会第13回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，東京，pp.251-258, 2010.2.4.
- ② 倉田正志，佐藤崇，宇佐美勉：鋼材と構造用アルミニウム合金の繰返し弾塑性挙動の比較，土木学会第64回年次学術講演会講演概要集，福岡，2009.9.2.
- ③ 佐藤崇，宇佐美勉，倉田正志：アルミニウム座屈拘束ブレースの開発，土木学会第64回年次学術講演会講演概要集，福岡，2009.9.2.
- ④ 宇佐美勉，佐藤崇：座屈拘束ブレースの低サイクル疲労特性，土木学会第64回年次学術講演会講演概要集，福岡，2009.9.2.
- ⑤ 倉田正志，佐藤崇，宇佐美勉，葛西昭，萩澤亘保：アルミニウム合金制震ダンパーの開発研究－弾塑性構成則，土木学会第63回年次学術講演会講演概要集，仙台，2008.9.10.
- ⑥ 小池洋平，谷中聡久，宇佐美勉，葛漢彬，尾下里治，佐合大，鶴野禎史：せん断パネル型ダンパー (SPD) の正負交番繰返し載荷実験，土木学会第62回年次学術講演会講演概要集，仙台，2007.9.6.
- ⑦ 佐藤崇，宇佐美勉，葛西昭：高機能座屈拘束ブレースの開発研究，土木学会第62回年次学術講演会講演概要集，仙台，

2007.9.6.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

<http://civil.meijo-u.ac.jp/intro/system/structure/26.html>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

宇佐美勉 (USAMI TSUTOMU)

名城大学・理工学部・教授

研究者番号 : 50021796

### (2)研究分担者

( )

研究者番号 :

### (3)連携研究者

葛漢彬(GE HANBIN)

名城大学・理工学部・教授

研究者番号 : 90262873

葛西昭(KASAI AKIRA)

熊本大学・工学研究科・准教授

研究者番号 : 20303670

青木徹彦(AOKI TETSUHIKO)

愛知工業大学・工学部・教授

研究者番号 : 70064946

鈴木森晶(SUZUKI MORIAKI)

愛知工業大学・工学部・准教授

研究者番号 : 90273276

