

# STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(No. 50 April 2017)

Publikasi Bersama Federasi Besi dan Baja Jepang dan  
Masyarakat Konstruksi Baja Jepang

## *Versi Bahasa Indonesia*

Versi Bahasa Inggris *Steel Construction Today & Tomorrow* diterbitkan tiga kali dalam setahun dan disirkulasikan ke seluruh dunia kepada para eksekutif, perusahaan perdagangan industri, dan organisasi administratif yang berminat. Tujuan utama publikasi ini adalah memperkenalkan standar dan spesifikasi mengenai konstruksi baja, contoh-contoh proyek konstruksi mutakhir, teknologi dan material konstruksi mutakhir dan lainnya di bidang konstruksi bangunan dan keteknik-sipil. Agar pembaca Indonesia dapat memahami artikel yang ada, disiapkan versi Bahasa Indonesia yang berisi teks saja, dan dilampirkan pada versi Bahasa Inggris. Terkait foto, ilustrasi dan tabel, pada halaman terakhir tiap artikel dilampirkan versi Bahasa Inggrisnya.

Juga, bila dibutuhkan konfirmasi teknis ataupun rincian yang lebih teknis dari sebuah teks, silakan merujuk ke publikasi versi Bahasa Inggris.

## **No. 50 April 2017: Isi**

Isu Khusus: Masyarakat Konstruksi Baja Jepang

*Pujian untuk Pencapaian Menonjol MKBJ 2016*

Jembatan Suspensi Pedestrian Bentang Panjang	1
Stadion Sepak Bola Kota Suita	2
Metode CFH untuk Gedung Hunian Rangka Baja	3
Mekanisme Kerusakan pada Sambungan Jari Baja	4
Kekuatan Sambungan Las Perangkaian Mutu Tinggi	5

*Fitur Khusus: Retrofit Seismik Bangunan dan Jembatan*

Kerusakan akibat Gempa Bumi dan Transisi dalam Standar Ketahanan gempa di Jepang	6
Contoh Proyek Retrofit Seismik	8~16
Hunian Bertingkat Kawaramachi, Gedung Sekolah Yakumi Gakuen, Gedung Stasiun Asakusa, Gedung Kantor Pusat Bank Shikoku, Gedung Nomura Shinjuku, Jembatan Katashinagawa, Jembatan Nishiike	

*Fitur Khusus: Stainless Steel*

Pengembangan Material Las Mutu Tinggi untuk SUS304A	17
Operasi MKBJ	18

Nomor halaman di atas mengikuti versi Bahasa Inggris terbitan No. 50.

Versi Indonesia: ©Federasi Besi dan Baja Jepang 2017

Federasi Besi dan Baja Jepang  
3-2-10 Nihonbashi-Kayabacho, Chuo-ku, Tokyo  
103-0025, Jepang  
Fax: 81-3-3667-0245 Telpon: 81-3-3669-4815  
Alamat email: sunpou@jisf.or.jp  
URL <http://www.jisf.or.jp>

## Isu Khusus: Masyarakat Konstruksi Baja Jepang

### Pujian untuk Pencapaian Menonjol MKBJ 2016

(Halaman 1)

#### •Penghargaan Pencapaian Menonjol Jembatan Suspensi Bentang Panjang “SKYWALKMishima”

Pemenang hadiah: Kawada Industries, Inc. and Chodai Co., Ltd.

#### Jembatan Suspensi Terpanjang di Jepang

Jembatan Suspensi Hakone Seiroku Mishima merupakan jembatan suspensi untuk pedestrian yang dibangun di Mishima, Prefektur Shizuoka. Dengan nama “SKYWALKMishima”, jembatan ini memiliki panjang bentang 400 m dan merupakan jembatan suspensi untuk pedestrian yang terpanjang di Jepang (Gbr. 1)

Karena jembatan ini berada dilokasi dengan pemandangan indah dengan panorama Gn. Fuji dan Teluk Suruga, jembatan ini kemudian direncanakan untuk menggali daya tarik pariwisata dengan memanfaatkan keindahan lokasinya, dimana fasilitas utamanya adalah SKYWALK Mishima. Proyek jembatan ini didukung oleh dana swasta, yang merupakan hal yang jarang terjadi dalam pembangunan struktur skala besar. (Lihat Foto 1)

#### Desain Tahan-Angin Mutakhir dan Metode Pembangunannya

Untuk membangun jembatan yang cocok untuk pemandangan yang indah ini dan untuk memberi penekanan pada lansekap agar menjadi tempat menarik, dalam tiap tahap perencanaan selalu digunakan motif Gn. Fuji—mulai dari konfigurasi dan warna menara utama hingga konfigurasi rel pegangan dan pewarnaan permukaan jalan.

Dalam proses penghitungan ketahanan angin, karakteristik kondisi angin diambil dari hasil pengamatan dan dengan analisis fluida numerik dengan menggunakan pemodelan topografi perifer lokasi pembangunan jembatan sehingga diperoleh kecepatan angin rencana, dan kemudian dilakukan uji terowongan angin. (Foto 2)

Dari uji terowongan angin diketahui terjadi

*torsional flutter* pada seksi standar dimana terdapat *fairing* dengan sudut ujung 90° dan *grating* selebar 500 mm di tengah lebar jembatan. Untuk menghadapi situasi ini, *grating* diperlebar menjadi 630 mm dan diberikan celah selebar 20 mm di sekitar kerb untuk mengurangi *flutter*. (Lihat Gbr. 2)

Setelah instalasi menara utama, penarikan *pilot rope*, instalasi *catwalk* dan pemasangan kabel, superstruktur jembatan dipasang dengan metode derek kabel dengan pertimbangan kondisi topografi lembah pada lokasi pembangunan jembatan.

Sekalipun pengerjaan jembatan dilakukan dalam kondisi iklim yang berat di bawah kaki bukit dimana angin berhembus dari Teluk Suruga, adanya kabut tebal dan salju selama bulan-bulan musim dingin, jembatan ini tetap dapat mulai berfungsi pada bulan Desember 2015

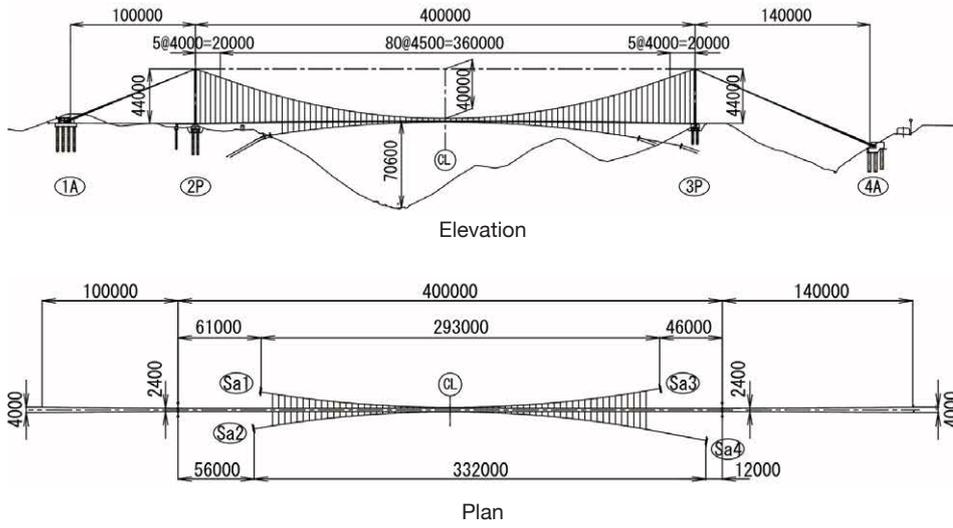
Foto 1 Tampak keseluruhan SKYWALK Mishima

Foto 2 Uji terowongan Angin

Gbr. 1 Gambar Umum SKYWALK Mishima

Gbr. 2 Bagian dari SKYWALK Mishima

**Fig. 1 General Drawing of Mishima SKYWALK**



**Fig. 2 Section of Mishima SKYWALK**

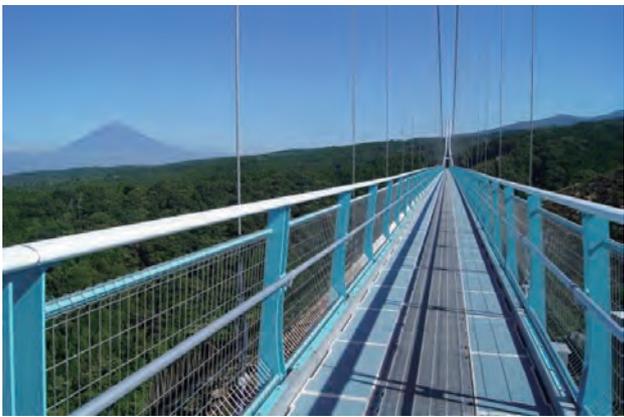
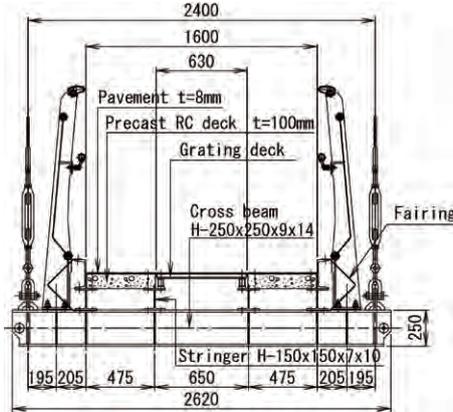


Photo 1 Full view of Mishima SKYWALK

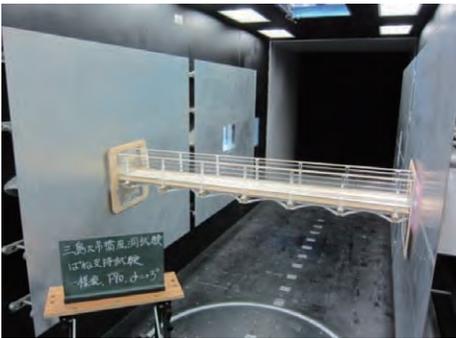


Photo 2 Wind tunnel tests

(Halaman 2)

## •Penghargaan Pencapaian Menonjol Stadion Sepak Bola Suita—Struktur Atap dengan Isolasi Seismik

Pemenang penghargaan: Takenaka Corporation

Stadion Sepak Bola Kota Suita merupakan rumah bagi Gamba Osaka, tim klub Asosiasi Sepak Bola Jepang (Liga J). Stadion ini merupakan yang pertama di Jepang yang dibangun dari donasi supporter dan swasta.

Pada tahap desain, dipilih stadion gaya Eropa yang simpel dan menyatu. Sedangkan untuk rangka atap dipilih konfigurasi yang menggambarkan para pemain berdiri berdampingan, dan rangkanya dirancang sedemikian rupa sehingga konsep desainnya selaras dengan perangkaan strukturalnya. (Lihat Foto 1 dan 2).

### Struktur Rangka Batang Atap 3D dan Isolasi Seismik

Sebagai struktur atap stadion diadopsi “struktur rangka batang 3D” dan struktur atap dengan isolasi seismik. Struktur rangka batang 3D ini merupakan sistem perangkaan dimana rangka batang diinstalasi dalam tiga arah: arah sisi panjang, sisi pendek dan 45°. Kebalikan dengan sistem perangkaan dimana rangka batang disusun secara silang sejajar, struktur rangka batang 3D memungkinkan instalasi rangka batang dengan bentang lebih pendek (Gbr. 1), dengan demikian sangat mengurangi berat rangka baja. Untuk member isolasi seismik, digunakan 8 perletakkan karet laminasi peredaman tinggi (*high-damping laminated rubber bearings*) dan 8 perletakkan geser lurus (*linear-motion sliding bearings*)

### Pengurangan Akselerasi Respons dan Gaya Dorong

Gbr. 2 menunjukkan perbandingan akselerasi respon maksimum komponen arah-x selama gempa bumi arah sisi panjang (arah-x) antara struktur dengan isolasi seismik dengan struktur tanpa isolasi seismik. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa jelaslah akselerasi respons struktur dengan isolasi seismik (a) dapat berkurang hingga 10% dari struktur tanpa isolasi seismik (b). Selanjutnya jelaslah bahwa akselerasi respons pada ujung balok kantilever komponen arah z dapat berkurang hingga sekitar 10% dan bahwa struktur isolasi seismik menawarkan peningkatan keamanan seismik tidak hanya pada rangka, jalan jembatan dan peralatan pencahayaan.

Gbr. 3 menunjukkan diagram gaya aksial yang diperoleh dari hasil analisis statika (periode panjang+beban temperature (+30°C)). Sementara itu, pada struktur tanpa isolasi seismik timbul gaya doron sekitar 5.867 kN, gaya reaksi dukung arah horisontal mencapai hampir 0 pada struktur isolasi seismik, yang mengakibatkan pengurangan besar seksi pada kolom pendukung rangka batang pada struktur perangkaan bagian bawah dari 1,5 m × 6 m menjadi 1.5 m × 1.5 m.



Pada proyek saat ini, sudah dilakukan perencanaan lantai yang kompak, perencanaan struktural yang rasional dan pemanfaatan teknologi kontemporer terkini untuk menjamin tingginya kualitas struktur, efisiensi konstruksi dan kinerja pembiayaan.

Foto 1 Tampak keseluruhan

Foto 2 Tampak dalam

Gbr. 1 Susunan Rangka Batang Silang Sejajar dan Struktur Rangka Batang 3D

Gbr. 2 Profil Akselerasi Respons Maksimum (mm/s<sup>2</sup>) (Komponen arah-x pada gerakan seismik tingkat 2 arah-x)

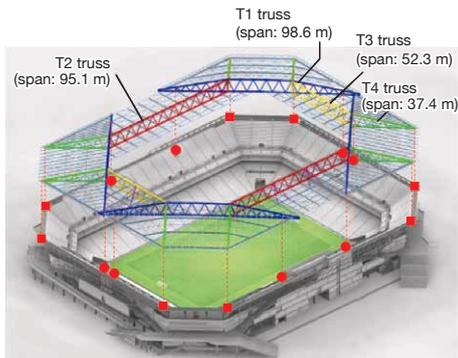


Photo 1 Full view

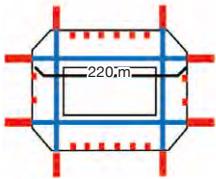


Photo 2 Inner view

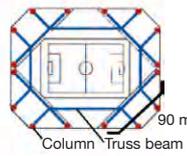
**Fig. 1 Parallel-cross Truss Arrangement and 3D Truss Structure**



- High-damping laminated rubber bearing
- Linear-motion sliding bearing



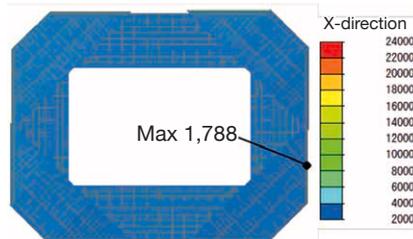
(a) Parallel-cross truss arrangement



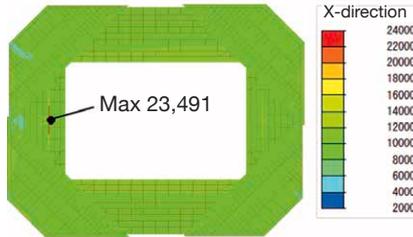
(b) 3D truss structure

**Fig. 2 Profile of Maximum Response Acceleration ( $\text{mm/s}^2$ )**

(X-direction component at x-direction level 2 seismic motion)



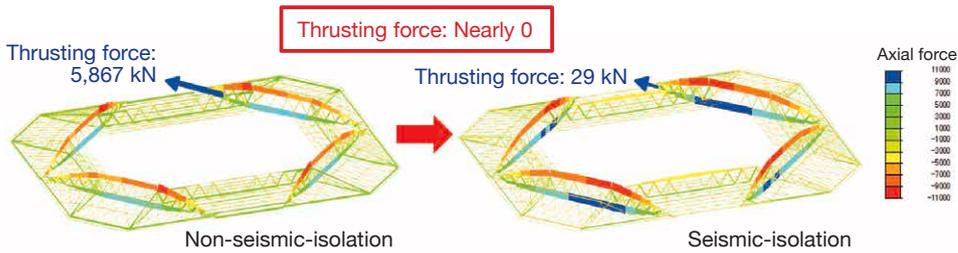
(a) Seismic-isolation



(b) Non-seismic-isolation

**Fig. 3 Static Analytical Results**

(Axial force diagram: Long period+Temperature load (+30°C), kN)



(Halaman 3)

● **Penghargaan Pencapaian Menonjol**  
**Metode Rangka Luar CFH untuk**  
**Perangkaan Rumah Bertingkat Rangka**  
**Baja**

Pemenang penghargaan: Takenaka Corporation and Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation

Dalam pembangunan rumah bertingkat tinggi dan menengah konvensional, biasanya dipakai struktur beton bertulang untuk jenis strukturnya karena dapat memenuhi kinerja diperlukan dan ekonomis. Akan tetapi, sistem struktur ini memang menimbulkan masalah penanganan isu lingkungan dan kurangnya tenaga pekerja. Oleh karena itu, kami mengembangkan metode “rangka luar CFH®”, suatu sistem perangkaan struktur baja yang dapat menghilangkan kekhawatiran ini dan menghasilkan daya tarik baru. Metode CFH sudah banyak diaplikasikan dalam proyek gedung hunian praktis.

**Target dan Fitur Metode Rangka Luar CFH**

Beberapa target dari pengembangan metode baru rumah rangka baja ini adalah: suplai pengadaan gedung hunian dalam waktu singkat yang tidak terhalang kondisi tenaga kerja, ketahanan yang tinggi terhadap gempa selama gempa bumi, fleksibilitas dalam pengerjaannya sehingga dapat menjawab perubahan-perubahan dalam tahap layanannya, perluasan ruang *indoor*, kemudahan *finishing* ruang *indoor* dan keuntungan ekonomis sebagaimana rumah bertingkat dengan struktur beton bertulang (RC). Hal inilah yang mendorong berkembangnya metode CFH rangka luar dan metode perangkaan *outer/inner* menjadi teknologi konstruksi gedung hunian yang menawarkan banyak keuntungan dibandingkan dengan gedung hunian dengan struktur RC. Teknologi ini menghasilkan ruang dalam dengan instalasi kolom dan balok yang kompak, serta pemandangan yang luas.

Fitur lain yang perlu dicatat dari kedua metode ini adalah bukan hanya tersedianya rigiditas dan ketahanan gempa yang tinggi, melainkan juga kebebasan untuk merencanakan lantai serta efisiensi konstruksi yang lebih baik. Kesemua ini dicapai dengan penggunaan profil-H isi beton (*concrete-filled H-shapes*(CFH)) sebagai rangka luar dan dengan pemisahan elemen tahan gempa menjadi dua arah ortogonal. Kelebihan ini juga memungkinkan berkurangnya masa konstruksi dibandingkan dengan gedung hunian dengan struktur RC, tidak adanya tonjolan balok ke langit-langit di

dalam ruang, dan tersedianya ruang tinggal yang nyaman dengan bukaan hingga setinggi langit-langit. (Lihat Gbr. 1 dan 2)

**Garis Besar Proyek Praktis dan Berapa Pencapaian**

Metode rangka luar CFH diaplikasikan dalam proyek rekonstruksi gedung hunian daerah Kamaishi yang menderita kerusakan ketika Gempa Bumi Besar Jepang Timur pada tahun 2011. Dengan keterbatasan tenaga kerja di daerah Kamaishi dan daerah Tohoku yang terkena bencana, proyek gedung hunian 8 lantai dan bangunan-bangunan 5 lantai (Foto 1) dapat diselesaikan dalam masa konstruksi hanya 1 tahun, sekitar 2/3 dari perkiraan lamanya konstruksi gedung hunian dengan struktur RC. Dalam prakteknya, dinding panel pelat baja korugasi diinstalasi pada arah sisi pendek dan belakang dipasang koneksi balok CFH-kolom CFH dan metode struktural lainnya juga dipergunakan untuk lebih meningkatkan ketahanan gempa dan efisiensi konstruksi.

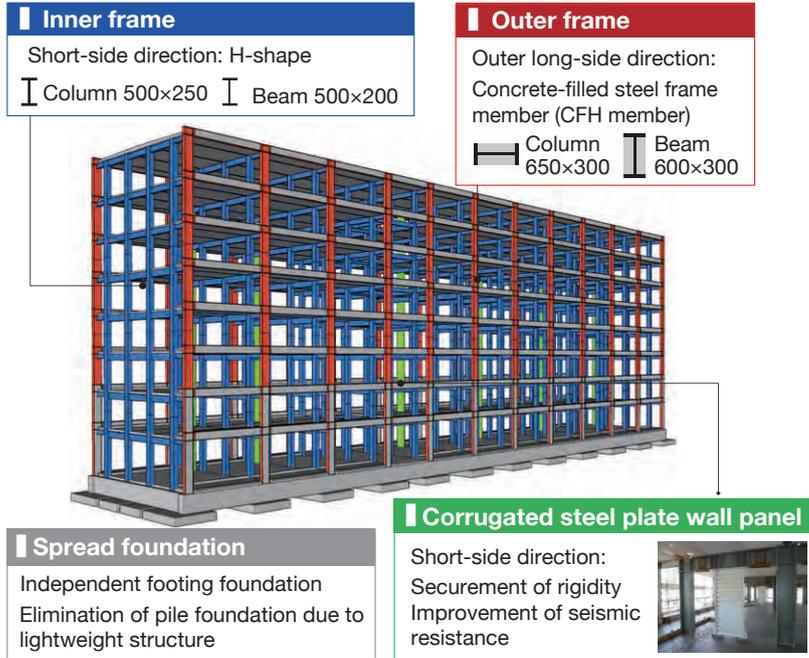
Kami menganggap metode rangka luar CFH telah berhasil dalam merespons kebutuhan pemerintah dan warga setempat untuk menyelesaikan proyek rekonstruksi dengan segera. Kami terus berusaha berkontribusi sosial dengan semakin memperbaiki metode gedung hunian rangka baja yang baru ini.

Gbr. 1 Garis Besar Metode Rangka Luar & Dalam dengan CFH®

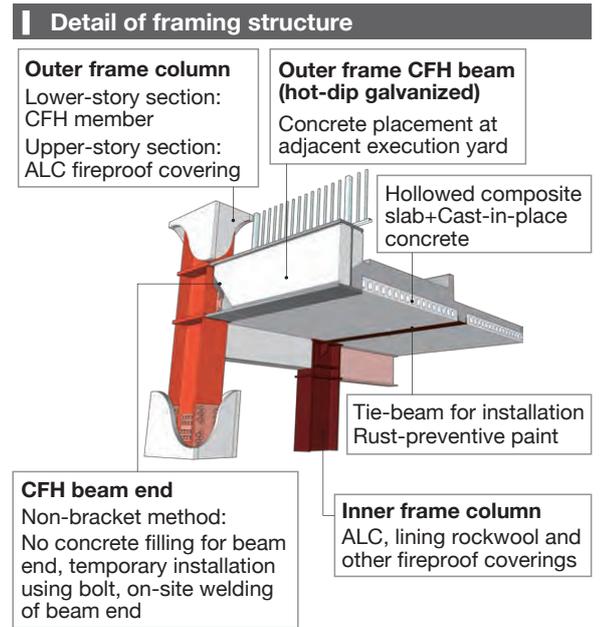
Gbr. 2 Detil Perangkaan Luar dengan CFH®

Foto 1 Tampilan dilihat dari halaman

**Fig. 1 Outline of Outer Frame CFH Method**



**Fig. 2 Detail of Outer Frame CFH Method**



(Photo: Hiroyuki Oki, Blue Hours)



Photo 1 Appearance seen from courtyard

(Halaman 4)

#### ●Penghargaan Tesis

### Mekanisme Kerusakan Sambungan Jari Baja pada Jembatan Jalan Raya

Pemenang hadiah: Shuhei Sakai, Central Nippon Expressway Company Limited, Shuichi Ono, Institut Riset Metoda Konstruksi dan Mesin Jepang, dan Kazuo Tateishi, Profesor, Universitas Nagoya

Sanbungan muai yang diberikan pada jembatan sering mengalami kerusakan, dan hal ini sering mengakibatkan kecelakaan lalu lintas berat.

Gbr. 1 menunjukkan contoh kerusakan sambungan jari baja yang diinstalasi pada tahun 1950 an dan mengalami kerusakan setelah selang 40 tahun. Ketikan dilakukan inspeksi, perbaikan dan operasi pemeliharaan terhadap sambungan muai, diperlukan pengaturan lalu lintas. Operasi pemeliharaan akan menimbulkan kemacetan lalu lintas dan mungkin dapat mengakibatkan tabrakan antara pekerja dan kendaraan, yang mana sering memusingkan pengelola jalan raya.

#### Kerusakan yang Umum pada Sambungan yang Rusak

Kami sudah melakukan survei tampilan dan permukaan fraktur pada sambungan jari baja yang rusak dan melakukan analisis komponen. Hasilnya, kami menemukan berbagai kerusakan yang umum terjadi pada sambungan rusak.

Fraktur member sambungan jari baja dalam prosedur di bawah ini sebagai akibat dari pembebanan roda dan korosi:

- Sekeliling las pada angkur bentuk pelat yang disambung las ke *face-plate* dan ditanam dalam slab beton bertulang
- Sekeliling las pada *rib* yang disambung las ke *face-plate* dan *web*
- Sekeliling las pada *face-plate* daripada *web*
- Pada *face-plate* sekitar ujung retak *web*

Selanjutnya, mortar yang diisi di bawah *face-plate* hancur dan terbuang sebagai akibat beban kendaraan. Ditemukan juga tanda pola pantai pada permukaan fraktur *face-plate* seperti pada Gbr.2, sedangkan retak fatik terjadi mulai dari kaki las, mengumpul di daerah permukaan *face-plate*, menyebar secara lateral, dan akhirnya mengakibatkan fraktur pada *face-plate*. Di samping itu, kerusakan seksional juga ditemukan pada produk baja dan sekitar member yang mengalami fraktur

Survei jelas menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan sambungan jari baja adalah adanya korosi

yang diakibatkan oleh genangan air diantara mortar yang rusak dengan *face-plate*, yang mengalir dari permukaan jalan dan juga karena fatik produk baja yang disebabkan karena deformasi *face-plate* akibat beban kendaraan. Dan member baja mengalami kerusakan sebagai akibat proses perusakan yang disebut di atas.

#### Verifikasi Mekanisme Kerusakan

Selanjutnya, dalam survei saat ini, analisis FEM pada sambungan jari baja yang rusak dilakukan untuk mengetahui tegangan akibat lalu lintas pada member yang rusak sehingga mekanisme kerusakan dapat diverifikasi.

Gbr. 3 menunjukkan hubungan antara rentang tegangan pada *face-plate* dengan panjang retak web. Dapat dipahami dari gambar bahwa, dengan bertambahnya retak web, maka semakin tinggi kemungkinan fraktur *face-plate* akibat fatik.

■

Gbr. 1 Contoh Kerusakan pada Sambungan Jari Baja

Gbr. 2 Fraktur *Face-Plate*

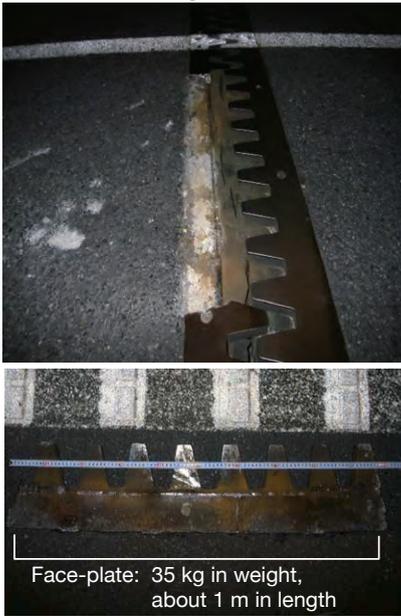
Gbr. 3 Panjang Retak *Web* dan Rentang Tegangan *Face-Plate*



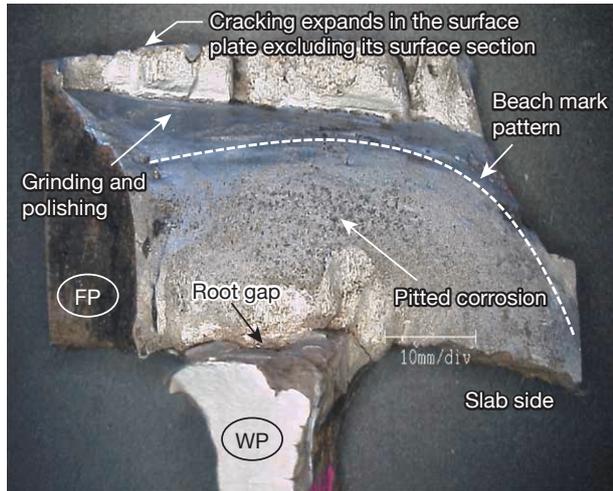
**Shuhei Sakai**  
 (representative author)  
 1996: Graduated from Graduate School of Gifu University  
 1996-2005: Engineer, Japan Highway Public Corporation

2005-2010: Chief Researcher, Nippon Expressway Research Institute Company Limited (seconded)  
 2010-: Subleader, Construction Department, Central Nippon Expressway Company Limited

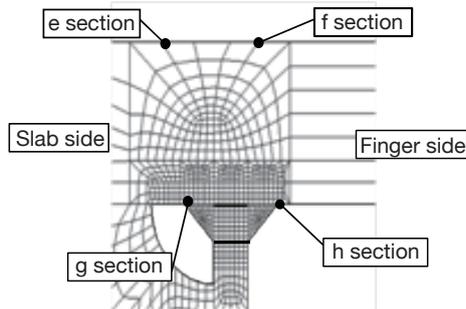
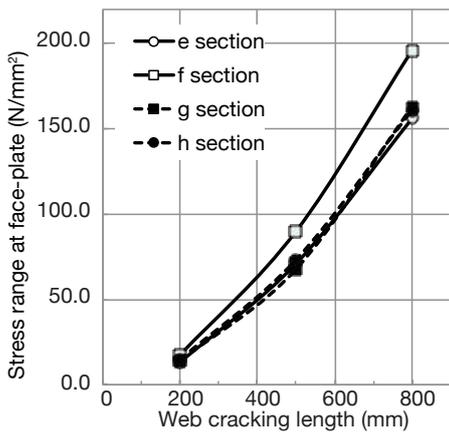
**Fig. 1 Example of Damage to Steel Finger Joint**



**Fig. 2 Fracture Surface of Face-plate**



**Fig. 3 Web Cracking Length and Stress Range at Face-plate**



(Halaman 5)

•**Penghargaan Tesis**

**Kekuatan Sambungan Las Rangka Menggunakan Profil-HTerbangun (*Built-up*) Mutu Tinggi yang Dihasilkan dengan Pengelasan *Undermatch***

Pemenang penghargaan: Gento Yamamoto, Sekolah Tinggi, Universitas Kyoto, dan Keiichiro Suita, Profesor, Sekolah Tinggi Teknik, Universitas Kyoto

**Aplikasi Baja Kekuatan Tinggi H-SA700**

Studi ini ditujukan pada H-SA700, baja mutu tinggi yang dikembangkan untuk digunakan pada struktur bangunan. Baja H-SA 700 memiliki kekuatan tarik sekitar dua kali baja konvensional, namun rasio lelehnya 98% lebih rendah dan dipastikan bahwa aplikasinya berada dalam rentang elastik.

Karena sulitnya produksi profil H menggunakan baja mutu tinggi, terdapat kasus dimana member profil H dengan mutu tinggi diproduksi dengan cara perakitan dengan las. Berdasarkan petunjuk untuk pengelasan H-SA700 baja mutu tinggi untuk struktur bangunan, ditentukan bahwa material las yang digunakan pada H-SA700 harus memiliki kuat tarik lebih rendah dibandingkan logam dasarnya, dan karenanya profil H dari H-SA700 dapat dibangun dengan menggunakan pengelasan *fillet* dimana dibentuk sambungan las *undermatch* agar dapat mengaplikasikan produk baja mutu tinggi ini dalam sistem struktur bangunan.

**Metode untuk Menentukan Kekuatan Sambungan Las *Undermatch***

Ketika gaya gempa bekerja pada struktur bangunan dimana digunakan profil H yang dibuat dengan pengelasan *undermatch* untuk kolom dan balok, karena tegangan leleh sambungan las lebih rendah dari logam dasar H-SA700, koneksi panel akan menerima gaya geser yang besar, sehingga sisi keliling las *fillet* dapat mengalami fraktur. Selanjutnya, tegangan yang lebih besar terpusat pada kolom akibat gaya tarik yang terjadi pada flens balok, las *fillet* depan daripada kolom profil H built-up dapat mengalami fraktur. Kemudian, agar kerusakan pada alas *fillet* ini dapat dicegah, dilakukan uji tekuk 4-titik dan uji tarik setempat untuk memeriksa metode penentuan kekuatan las *fillet* ini. Disamping itu, berdasarkan hasil uji, disiapkan spesimen uji rangka *cruciform* untuk melakukan percobaan pada koneksi antar kolom-balok di bawah kondisi yang mendekati

koneksi praktis kolom-balok, dan juga untuk memeriksa metode penentuan kekuatan sambungan las.

(Gambar and foto)

Alat pembebanan yang digunakan untuk uji rangka *cruciform*

Mekanisme fraktur 1

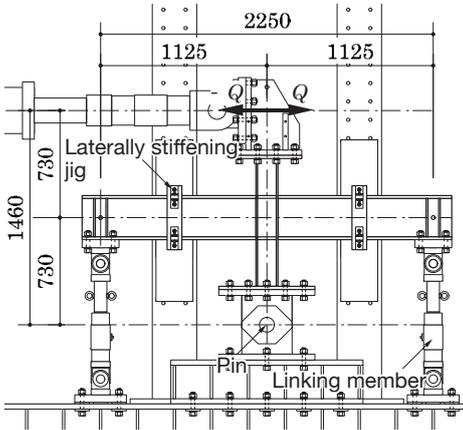
Mekanisme fraktur 2

Tahap kekuatan maksimum

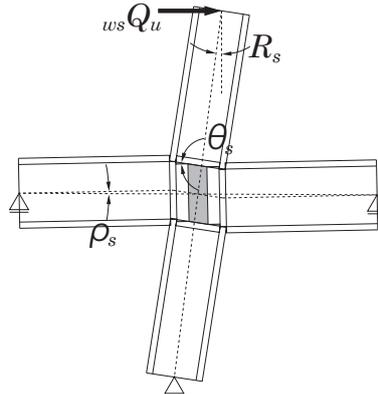


**Gento Yamamoto**  
 2014: Graduated from the master's course at the Graduate School of Engineering, Kyoto University  
 2014: Entered Tohata Architects & Engineers, Inc.

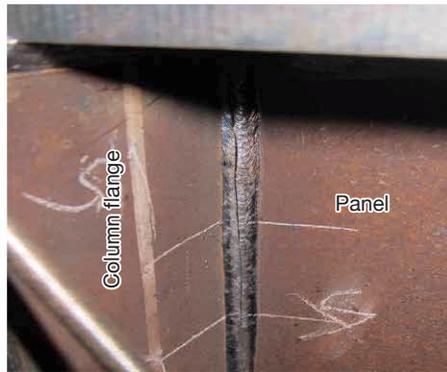
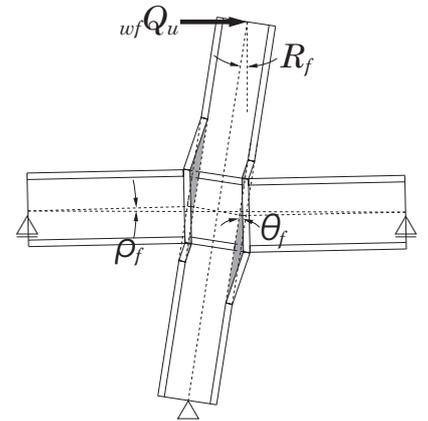
**Fig. 1 Loading Device Used for Cruciform Framing Test (unit: mm)**



**Fig. 2 Fracture Mechanism 1 Set Based on 4-point Bending Test Results (damage to peripheral side fillet weld)**



**Fig. 3 Fracture Mechanism 2 Set Based on 4-point Bending Test Results (damage to front fillet weld)**



**Photo 1 At the stage of maximum strength of peripheral fillet weld of cruciform framing test specimen (fracture of peripheral fillet weld)**

## Fitur Khusus: Retrofit Seismik pada Bangunan dan Jembatan

(Halaman 6~7)

### Kerusakan akibat Gempa Bumi dan Transisi dalam Standar Ketahanan gempa di Jepang

#### Revisi Standar Bangunan

Jepang merupakan negara yang sering mengalami gempa bumi. Bahkan bila ditengok ke belakang selama setengah abad terakhir, begitu banyak gempa telah terjadi. Berdasarkan contoh kerusakan gempa bumi yang dialami, maka metode desain seismik dan batasan resmi kemudian diberlakukan dan direvisi (Tabel 1).

Pada saat Gempa Bumi Tokachi-oki pada tahun 1968, kerusakan banyak terjadi pada bangunan struktur beton bertulang (RC). Fraktur geser pada kolom pendek tebal, yang disebut kolom pendek, ditemukan khususnya pada bangunan sekolah. Dipicu oleh kerusakan ini, Peraturan Standar Bangunan Jepang direvisi pada tahun 1971 dimana jarak sengkang pada penulangan kolom lebih rapat untuk mencegah fraktur geser pada kolom.

Tabel 1 Gempa Bumi Besar dan Penegakkan Standar Bangunan di Jepang

#### Ketentuan Baru Desain Gempa

Dengan berkembangnya teknologi analisis, terjadi makin tingginya kecenderungan ke arah metode desain gempa yang memperhitungkan properti dinamik. Kemudian, "Pengembangan Metode Desain Gempa Baru," yang merupakan proyek pengembangan yang komprehensif oleh Kementerian Konstruksi saat itu, diterapkan selama lima tahun terhitung tahun 1972. Dalam hal ini, validitas metode desain baru ini dibuktikan dengan adanya kerusakan yang disebabkan oleh Gempa Bumi Miyagiken-oki pada tahun 1978 dimana kemudian Peraturan Standar Bangunan direvisi besar-besaran pada tahun 1981 menjadi Ketentuan Desain Gempa Baru

Ketentuan Desain Gempa Baru menyajikan standar teknis berdasarkan dua tujuan di bawah ini:

- Agar bangunan tidak mengalami kerusakan saat terjadi gempa bumi skala menengah yang mungkin terjadi lebih dari sekali selama masa layan.
- Agar bangunan tidak mengalami kehancuran maupun kolaps saat terjadi gempa bumi skala besar yang

mungkin terjadi sekali selama masa layannya.

Secara khusus, dalam Ketentuan Desain Gempa Baru terdapat metode desain dua-tahap: untuk gempa bumi skala menengah, diadopsi desain tegangan elastik sehingga perangkaan tidak akan mengalami kerusakan; dan untuk gempa bumi skala besar, diadopsi desain tegangan ultimit yang memperhitungkan kinerja elasto-plastik perangkaan agar dapat melindungi manusia. Ketentuan ini sudah digunakan secara meluas dalam berbagai desain bangunan di Jepang.

#### Kerusakan Parah ketika Gempa Bumi Besar Hanshin

Pada tahun 1995, Gempa Bumi Besar Hanshin menghantam, dan banyak bangunan yang menderita kehancuran, kolaps dan kerusakan parah lainnya. Karena pada struktur rangka baja, terdapat begitu banyak fraktur pada sambungan bresing dan pada koneksi kolom-balok pada bangunan yang dibangun sebelum 1981, maka kemudian disadari pentingnya mengevaluasi Ketentuan Desain Gempa Baru. (Lihat Foto 2).

Pada struktur RC, terdapat berbagai jenis kerusakan serius dan kehancuran yang terjadi pada bangunan yang didirikan sebelum 1971. Sekalipun fraktur tekuk pada kolom banyak terjadi pada bangunan yang didirikan antara 1972~1981, banyak kasus dimana kerusakan tidak mengakibatkan kolapsnya struktur bangunan. Kebanyakan bangunan yang dibangun setelah 1981 hanya mengalami kerusakan kecil. Foto 2 menunjukkan kerusakan akibat gempa bumi pada bangunan struktur RC selama pengembangan peraturan ketahanan gempa, sehingga dapat dipahami berbagai fitur kerusakan yang berbeda.

Gbr. 1 menunjukkan contoh tingkat kerusakan bangunan sekolah menurut periode konstruksi selama Gempa Bumi Besar Hanshin. Dalam gambar itu, periode konstruksi dibagi menjadi tiga masa: sebelum 1971, 1972 hingga 1980 dan setelah 1981, dan tingkat kerusakan juga dibagi menjadi tiga: tidak ada kerusakan/ kerusakan kecil, kerusakan menengah dan kerusakan besar/ hancur atau kolaps. Hancur atau kolaps banyak terjadi pada bangunan yang dibangun sebelum 1971. Sebaliknya, pada bangunan yang dibangun pada tahun 1981 dan sesudahnya hampir tidak ditemukan kerusakan, yang mana jelas menunjukkan efektivitas Ketentuan Desain Gempa yang diberlakukan pada tahun 1981. Pada masa tersebut, terjadi berbagai gerakan seperti menurunnya kondisi ekonomi akibat berbagai bencana, asesmen nilai

struktur bangunan sebagai asset sosial dan penerapan konsep BCP (*business continuity planning during disaster*/ perencanaan keberlangsungan bisnis selama bencana). Dalam situasi ini, pada tahun 1995 pemerintah memberlakukan peraturan baru yang dikenal sebagai “Peraturan untuk Melakukan Retrofit Seismik pada Bangunan” untuk menunjang dilakukannya retrofit seismik pada bangunan eksisting.

Foto 1 Kerusakan member struktur baja saat Gempa Bumi Besar Hanshin

Foto 2 Hubungan antara kerusakan akibat gempa bumi dengan standar ketahanan gempa

Gbr. 1 Tingkat Kerusakan pada Bangunan Sekolah menurut Masa Konstruksi

### **Retrofit Seismik pada Bangunan Eksisting**

Tujuan dari retrofit seismik adalah memberikan ketahanan gempa pada bangunan eksisting yang setara dengan yang disyaratkan dalam Ketentuan Desain Gempa Baru yang saat ini berlaku untuk meningkatkan nilai bangunan eksisting. Kebanyakan retrofit seismik ditujukan pada bangunan yang dibangun sebelum 1981, sehingga ketahanan gempanya perlu ditingkatkan menjadi sama atau lebih tinggi dari pada yang ditentukan dalam Ketentuan Desain Gempa. Metode retrofit seismik secara garis besar dibagi menjadi dua kelompok:

- Metode untuk menambah kekuatan—Dinding geser, bresing atau perangkaan luar ditambahkan pada bangunan eksisting (Gbr. 2 (a) dan (b)).
- Metode untuk memitigasi gaya luar yang akan bekerja pada bangunan—Ada dua metode yang digunakan: kontrol getaran dengan memasang peredam pada rangka eksisting (Gbr. 2 c)), dan isolasi dasar dimana dipasang isolator gempa pada *basement* (Gbr. 2 (d)).

Sementara itu, terdapat beberapa metode konvensional untuk menambah kekuatan dan kekokohan member struktural bangunan struktur baja yaitu dengan perkuatan seksi member struktur dengan pelat dan profilpenutup dan penambahan pengaku. Untuk bangunan struktur RC, metode retrofit yang diterapkan adalah dengan membungkus kolom dengan serat karbon dan pelat baja.

Gbr. 3 menunjukkan tren jumlah aplikasi struktur kontrol getaran dan isolasi dasar. Struktur dengan kontrol getaran menunjukkan peningkatan pesat dalam aplikasinya sejak Gempa Bumi Besar Hanshin dan sudah diadopsi pada hampir semua bangunan tinggi di Jepang. Jumlah kumulatif bangunan yang menggunakan

struktur kontrol getaran mencapai sekitar 1.000. Struktur dengan isolasi dasar banyak diterapkan dalam berbagai bangunan pemerintahan dan perkantoran hingga rumah tingkat sejak Gempa Bumi Besar Hanshin, dan jumlah kumulatif bangunan yang menggunakan struktur isolasi dasar mencapai sekitar 3.000.

Gbr. 2 Metode Retrofit Seismik

Gbr. 3 Peningkatan Penggunaan Kontrol Getaran dan Isolasi dasar

### **Penanganan Tsunami dan Gerakan Seismik Periode Panjang**

Pada tahun 2011, Gempa Bumi Besar Jepang Timur menimbulkan tsunami hebat yang mengakibatkan kerusakan parah pada wilayah yang luas yang berpusat sekitar Tohoku dan Kanto. Jumlah korban meninggal dunia dan hilang mencapai hampir 20.000 dan lebih dari 100.000 bangunan hancur dan tersapu air, yang menyadarkan kita akan kekuatan tsunami yang sangat menghancurkan.

Dengan terjadinya bencana besar demikian, pemerintah setempat merencanakan konstruksi bangunan evakuasi tsunami. Karenanya, standar desain untuk bangunan sebagai fasilitas evakuasi yang aman dari tsunami saat ini sedang dipelajari, dan juga sedang diusulkan bangunan praktis evakuasi tsunami.

Tugas penting lain yang timbul sebagai efek bencana Gempa Bumi Besar Jepang Timur adalah bagaimana menghadapi “gerakan seismik periode panjang.” Saat terjadi gempa bumi ini, akibat periode panjang natural, bangunan tinggi dan bangunan dengan isolasi dasar mengalami guncangan hebat selama waktu yang lama sebagai akibat dari getaran seismik periode panjang, yang bertahan lama yang biasa terjadi dalam gempa bumi besar tipe zona subduksi. Di masa depan perlu dilakukan pemeriksaan lebih jauh mengenai “getaran seismik periode panjang.”



Untuk meningkatkan nilai bangunan eksisting, retrofit seismik saat ini sedang diupayakan secara besar-besaran dengan mengutamakan desain dan teknologi seismik. Proyek retrofit terbaru di bidang bangunan dan jembatan disampaikan di halaman berikut.

**Table 1 Major Earthquakes and Enforcement of Building Standards in Japan**

1968	Tokachi-oki Earthquake (M7.9, serious damages to RC structures)
1971	Enforcement of the revised Building Standard Law (Severer restriction on column hoop reinforcement spacing)
1978	Miyagiken-oki Earthquake (M7.4)
1981	Enforcement of the revised Building Standard Law (New Seismic Design Code)
1995	Great Hanshin Earthquake (M7.3, serious damages to buildings constructed before 1981, enforcement of New Seismic Design Code)
	Enforcement of the Law for Promotion of Seismic Retrofit of Buildings
2000	Enforcement of the revised Building Standard Law (Implementation of performance-based design methods)
2003	Tokati-oki Earthquake (M8.0, oil tank damage by long-period earthquake motions)
2011-	Great East Japan Earthquake & Tsunami (M9.0, serious damages to buildings by tsunamis, building response by long-period earthquake motions)
	Amendment of the Law for Promotion of Seismic Retrofit of Buildings; Implementation of tsunami design; Study of long-period earthquake motions



Fracture of brace joint



Fracture of column-beam connection

Photo 1 Damages of steel structural members in the Great Hanshin Earthquake

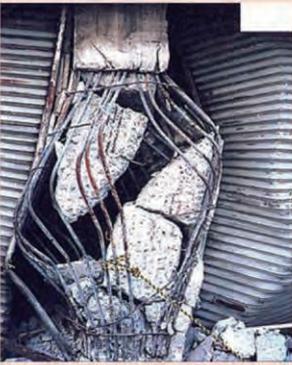
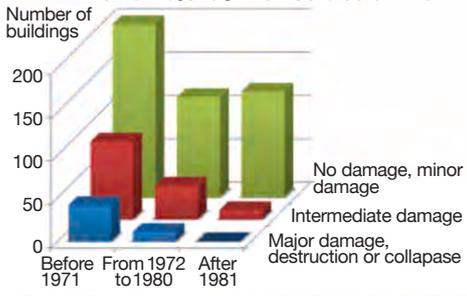
1971		1981
Former Building Standard Law	Former Building Standard Law (revised)	New Seismic Design Code
		

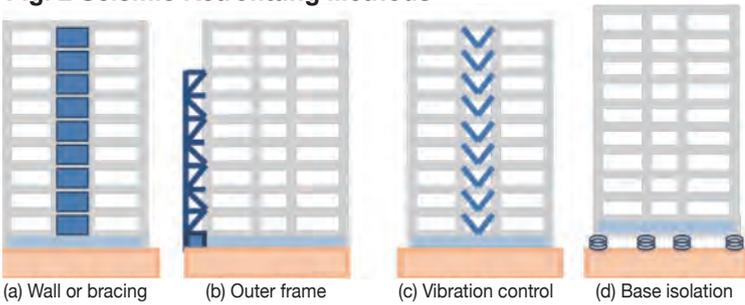
Photo 2 Relation between earthquake damages and seismic-resistant standards

**Fig. 1 Level of Damages to School Buildings by Construction Term**

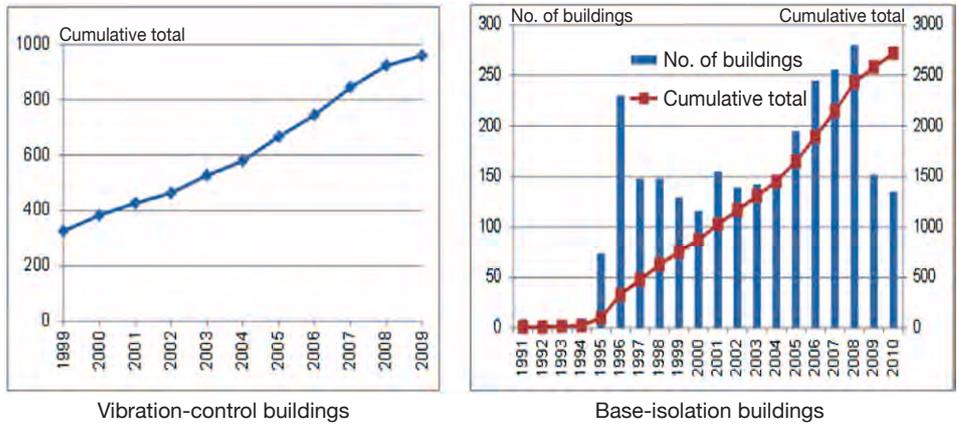


Source: Architectural Institute of Japan

**Fig. 2 Seismic Retrofitting Methods**



**Fig. 3 Increasing Adoption of Vibration-control and Base-isolation Buildings**



Source: The Japan Society of Seismic Isolation

(Halaman 8)

## **Retrofit Seismik Bangunan: Gedung hunian**

**Kawaramachi**

### **Proposal Sistem Retrofit Seismik Menggunakan Mega-Rangka Kontrol Respons dan Koneksi Dua Bangunan**

oleh Shigekazu Suzuki dan Daijiro Ogata, Obayashi Corporation

Berdasarkan survey situasi aktual mengenai apartemen bertingkat oleh Pemerintah Metropolitan Tokyo pada bulan Agustus 2011, terdapat sekitar 25.000 apartemen bertingkat atau 18% dari keseluruhan 133.000 apartemen yang dibangun mengikuti Ketentuan Desain Gempa terdahulu (diberlakukan sebelum 1981) yang membutuhkan retrofit seismik. Akan tetapi, implementasi retrofit seismik sulit dilakukan karena biaya yang tinggi dan akan mengganggu keterbukaan (*openness*) dan keterhunian (*livability*). Saat ini, dirasakan tingginya kebutuhan untuk menambah masa layan bangunan, untuk memanfaatkan gedung hunian yang tersedia secara efektif dan untuk merespon isu lingkungan global.

#### **Koneksi Dua Bangunan Apartemen**

Ambisi kami dalam me-retrofit gedung hunian bertingkat kota Kawarachi di Kawasaki adalah “menyelaraskan rencana retrofit dengan konsep desain awal dari Otani Associates” dan juga “membuat lingkungan menjadi menarik.”

Dua gedung yang membutuhkan perkuatan seismik letaknya sejajar dan berdekatan. Dengan memanfaatkan posisi gedung, bresing untuk kontrol respons untuk arah longitudinal diinstalasi di halaman belakang dan kedua gedung terhubung secara lateral. (Lihat Foto 1 dan Gbr. 1).

Karena bresing kontrol respons diinstalasi hanya di luar koridor, kondisi pencahayaan dan ventilasi dapat dipertahankan dan tidak ada pengaruh terhadap tampilan ruang huni. Disamping itu, dengan membuat “susunan lompat” pada rangka kontrol-respons, dimana sebuah rangka dua lantai dijadikan satu unit, jumlah member struktural dan sambungan dengan gedung eksisting menjadi berkurang (Foto 2). Bahkan ketika pekerjaan retrofit berlangsung, metode retrofit ini meminimalkan pengaruh pada sirkulasi penghuni dan memungkinkan penghuni dapat tetap tinggal di apartemennya.

#### **Ruang Bersama Baru yang Menarik**

Halaman antara kedua gedung sebelumnya berfungsi sebagai taman bermain anak dan tempat beristirahat dan relaksasi. Sekalipun halaman tersebut menjadi ruang yang dikelilingi rangka baja setelah di-retrofit, penghuni yang melewati koridor dapat tetap terlihat melalui rangka seperti sebelumnya. Rangka bajanya saling melengkapi dengan susunan tangga pada koridor beton aslinya dengan dinamis, yang memberikan kesan ruang masa depan (Foto 3).

Gbr. 1 Susunan Gedung hunian Kawaramachi

Foto 1 Gedung hunian Kawaramachi setelah retrofit seismik

Foto 2 “Susunan lompat” mega rangka kontrol respons

Foto 3 Sejenis ruang masa depan yang tercipta diantar dua gedung gedung hunian

**Fig. 1 Arrangement of Kawaramachi Housing**

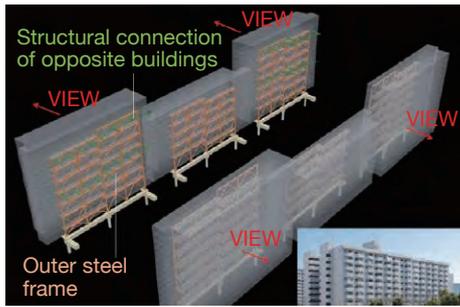


Photo 1 Kawaramachi housing after seismic retrofitting



Photo 2 "Skip arrangement" of mega response-control frame



Photo 3 A kind of near-future space created between two housing buildings

(Halaman 9)

## **Retrofit Seismik Bangunan: Gedung Sekolah**

**Yakumo Gakuen**

### **Metode Struktur Paralel Menggunakan Member Baja PC**

Oleh Tomofumi Sekiguchi dan Motoaki Hiruma,  
Kajima Corporation

#### **Bagaimana Cara Kerja Metode Struktur Paralel?**

Metode struktur paralel adalah metode retrofit seismik untuk meningkatkan ketahanan gempa bangunan eksisting. Khususnya, pondasi dan kolom pracetak ditambahkan di luar bangunan eksisting, member baja PC kemudian disusun untuk menerima tarik, dan kemudian bangunan eksisting disambungkan dengan pondasi dan kolom tersebut (menyambungkan pondasi dengan angkur berlubang (*hole-in anchor*), penyambungan tekan struktur di atas tanah menggunakan member baja PC). Dalam metode struktur paralel, prinsip jembatan kabel digunakan untuk retrofit seismik.

Pekerjaan pratekan dilakukan lebih dahulu pada member baja PC pada sisi kiri dan kanan kolom pracetak. Ketika gempa bumi terjadi, gaya tarik member baja PC pada satu sisi bertambah dan pada sisi lain berkurang akibat deformasi horisontal bangunan sehingga member baja PC pada kedua sisi menahan gaya seismik. (Lihat Gbr. 1)

#### **Perencanaan Retrofit Seismik untuk Gedung Timur Sekolah Yakumo Gakuen**

Disamping metode struktur paralel, (retrofit seismik pada sisi memanjang bangunan persegi), retrofit seismik juga dilakukan dengan cara instalasi baru dinding perkuatan RC, pemberian beton tambahan untuk dinding eksisting dan penutupan bukaan-bukaan yang ada pada dinding eksisting (baik pada sisi memanjang maupun pada sisi pendek) untuk mencapai ketahanan gempa yang disyaratkan untuk fasilitas sekolah. Sebagai simbol retrofit seismik Yakumo Gakuen, aplikasi metode struktur paralel di sisi barat Gedung Timur Sekolah ditampilkan sebagai fitur “desain retrofit yang memberi kesan ringan tidak seperti member perkuatan dari baja” (Gbr. 2 dan Foto 1). Selanjutnya, efek retrofit pada tata letak ruang kelas diusahakan seminimum mungkin agar menghasilkan gedung terbuka dan terang dengan pemandangan menarik dari ruang kelas dan ventilasi dan juga pencahayaan yang baik di dalam kelas.

Di atas segalanya, perencanaan retrofit dilakukan dengan meminimalkan efeknya pada kehidupan sekolah dengan cara mengurangi pekerjaan di lokasi yang bisa menimbulkan kebisingan dan getaran. Hasilnya, pekerjaan retrofit diselesaikan selama periode libur musim panas Yakumo Gakuen (48 hari).

#### **Garis Besar Gedung Timur Sekolah**

Jumlah lantai: 3 lantai di atas permukaan dan 1 penthouse

Luas lantai keseluruhan: 957.88 m<sup>2</sup>

Tipe struktur: Struktur beton bertulang

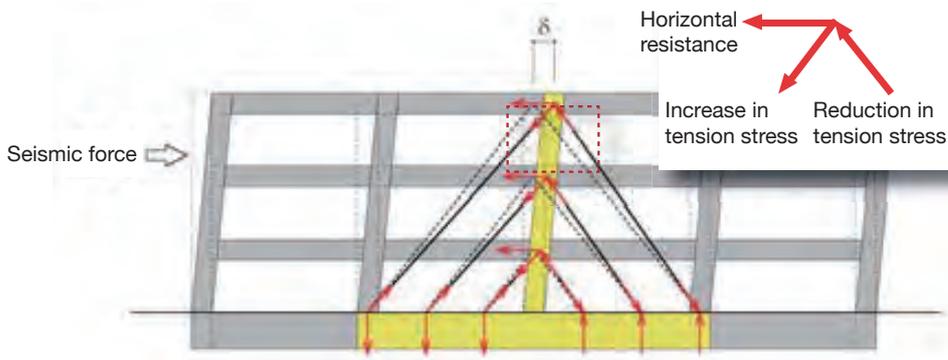
Penyelesaian: 1958

Gbr. 1 Prinsip Retrofit Seismik dengan Cara Metode Struktur Paralel

Gbr. 2 Elevasi dan Seksi Retrofit Seismik dengan Cara Metode Struktur Paralel

Foto 1 Tampilan Gedung Timur Sekolah setelah retrofit seismik dengan cara Metode Struktur Paralel

**Fig. 1 Principle of Seismic Retrofitting by Means of Parallel Structural Method**



**Fig. 2 Elevation and Section of Seismic Retrofitting by Means of Parallel Structural Method**

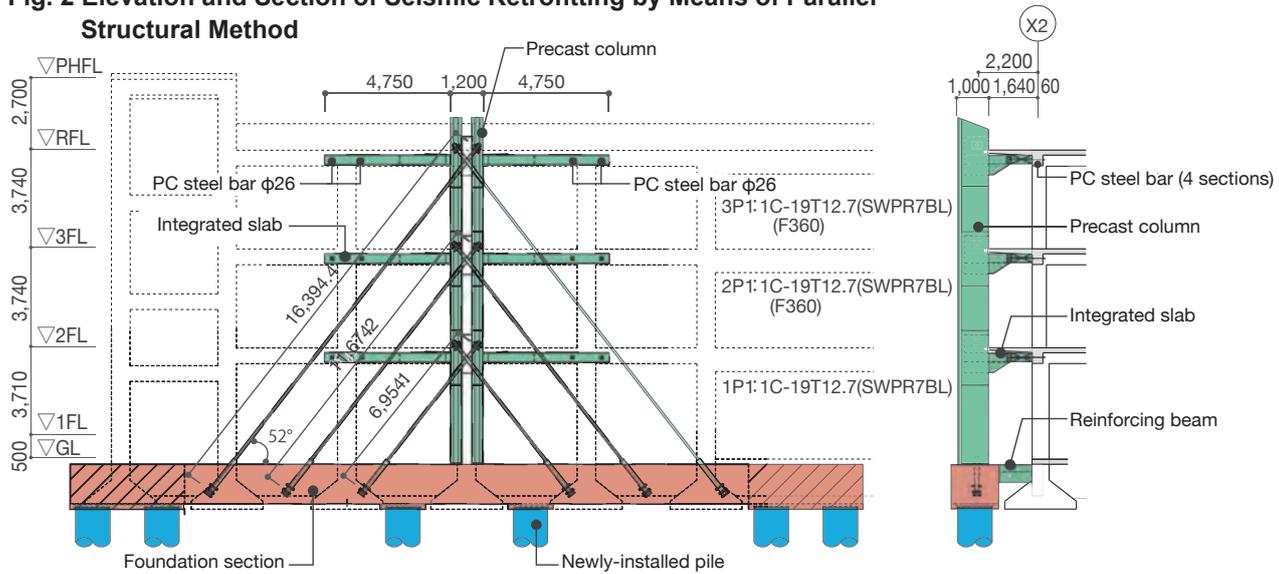


Photo 1 Appearance of East School Building after seismic retrofitting by means of Parallel Structural Method

**Outline of East School Building**  
 No. of stories: 3 stories aboveground and 1 penthouse  
 Total floor area: 957.88 m<sup>2</sup>  
 Structural type: Reinforced-concrete structure  
 Completion: 1958

(Halaman 10)

## **Retrofit Seismik Bangunan: Gedung Stasiun**

**Asakusa**

### **Retrofit Seismik yang Diselaraskan dengan Desain Fasad**

oleh Hideharu Ushiba, Shimizu Corporation

#### **Restorasi Sebuah Simbol Kota**

Gedung Stasiun Asakusa Tobu dirancang oleh Misao Kuno, kepala konstruksi Kementerian Jalan Rel Jepang yang pertama, dan dibangun oleh Shimizu Gumi (sekarang Shimizu Corporation) pada tahun 1931. Kecuali lantai dua, di semua lantai dibangun sebuah pusat perbelanjaan, yang juga berfungsi sebagai lantai peron Stasiun Keret Asakusa Tobu. Ketika dibuka, gedung ini menjadi bangunan terminal kereta dengan skala penuh.

Bersamaan dengan pembukaan menara pemancar TOKYO SKYTREE® pada bulan Mei 2012, direncanakan untuk melakukan retrofit gedung terminal. Akan tetapi, dengan pertimbangan aplikasinya sebagai gedung stasiun yang akan sulit direkonstruksi, diusulkan rancangan restorasi skala penuh yang meliputi tidak hanya pemanjangan masa layanan dengan adanya retrofit seismik tetapi juga pemodelan ulang fasad gedung. Kemudian, bangunan stasiun lama direstorasi menjadi fasilitas komersial baru yang dinamakan EKIMISE (toko di stasiun). (Lihat Foto 2)

#### **Garis Besar Retrofit Seismik**

Agar tidak mengganggu operasi stasiun dan pusat perbelanjaan, perlu dilakukan pekerjaan retrofit yang aman dan selamat. Pekerjaan pada peron dilakukan terperinci dengan jadwal menit per menit. Semua rangka baja disiapkan dalam suatu member satuan untuk meminimalkan pekerjaan perakitan di lokasi. Pekerjaan retrofit utama digambarkan sbb:

##### **•Bresing Busur tipe Roda**

Bresing busur tipe roda diproduksi dengan tetap menghargai desain asli bangunan stasiun (Foto 2). Bresing ini tidak saja meningkatkan ketahanan gempa tetapi, dengan bantuan teknologi kontemporer, juga membangkitkan peran gedung tersebut in Asakusa, sebagai pusat kota tradisional Tokyo yang terkenal

##### **•Dinding Geser Pelat Baja**

Dinding geser pelat baja diapit antara gedung eksisting dengan member eksterior yang baru diinstalasi dengan mengurangi ketebalan sistim dinding, sehingga aplikasi ini tidak terlihat tampilan dalam maupun luarnya (Foto 2).

##### **•Pembungkusan Kolom dengan Serat Karbon**

Dinding geser dan bresing tidak dapat diinstalasi untuk daerah peron karena pergerakan rute penumpang harus dipertahankan, sehingga penting meretrofit kolom internal dengan menggunakan member retrofit dengan ketebalan sekecil mungkin. Untuk memenuhi ini, bagian utama ketahanan gempa dijaga oleh rangka lainya dan kolom peron diretrofit dengan membungkus dengan serat karbon. (Lihat Foto 3 dan Gbr. 1)



Sekalipun periode konstruksi singkat hanya 15,5 bulan dan tingkat kesulitan yang tinggi pekerjaan di dalam gedung terminal jalan rel, restorasi dan retrofit seismik berhasil diselesaikan dengan baik dengan mengimplementasikan teknologi canggih. Harapan untuk restorasi yang disampaikan oleh para insinyur pada tahap awal konstruksi dan oleh pemilik pekerjaan sudah direalisasikan dan gedung yang direstorasi kembali berfungsi sebagai simbol pusat kota Asakusa.

Foto 1 *EKIMISE* (toko di stasiun) setelah restorasi dan retrofit seismik.

Foto 2 Bresing busur tipe roda dan dinding geser pelat baja

Foto 3 Retrofit seismik kolom peron dengan pembungkusan serat karbon

Gbr. 1 Metode Retrofit Seismik Diaplikasikan pada Lantai Peron Dua Lantai



Photo 1 EKIMISE (station square) after restoration and seismic retrofitting

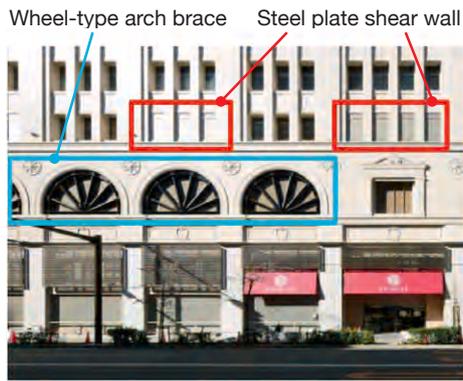
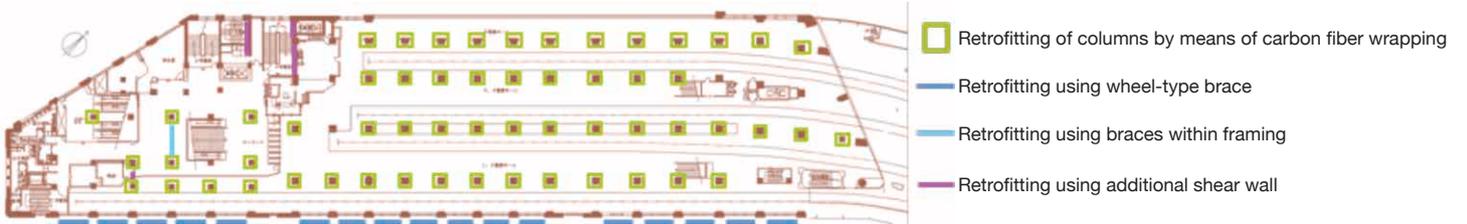


Photo 2 Wheel-type arch brace and steel plate shear wall



Photo 3 Seismic retrofitting of platform columns by means of carbon fiber wrapping

**Fig. 1 Seismic Retrofitting Methods Applied to 2nd-story Platform Floor**



(Halaman11)

## **Retrofit Seismik Bangunan: Gedung Bank Shikoku Metode “T-Grid” Desain Fasad Gempa yang Menarik**

oleh Takenobu Koga, Taisei Corporation

Gedung kantor pusat Bank Shikoku merupakan gedung kantor yang dibangun menghadap Harimaya-bashi yang melintasi pusat Kota Kochi (Foto 1). Saat ini retrofit seismik sudah diimplementasikan sebagai *link* dalam berbagai usaha menghadapi Gempa Bumi Nankai yang diperkirakan akan terjadi di masa depan. Tujuan utama retrofit ini adalah perlindungan klien dan pekerja dan untuk memastikan agar bank tetap dapat beroperasi selama terjadinya Gempa Bumi Nankai. Penanganan khusus yang diterapkan meliputi retrofit seismik pada tiga sesi: struktur bangunan, dinding penutup eksterior dan langit-langit ruang bisnis bank.

Disamping memastikan keamanan seksi struktural, tugas lainnya adalah menjelaskan kepada warga mengenai Kantor Pusat Bank Shikoku yang lebih baik.

### **Arah Retrofit Seismik**

Gedung kantor pusat yang didirikan pada tahun 1963 merupakan struktur beton bertulang baja dengan konstruksi kisi Lantai pertama yang menghadap ke jalan adalah ruang bisnis perbankan dengan struktur atrium hingga ke langit-langit lantai kedua, dan lantai ke dua hingga ke enam adalah ruang perkantoran. Elemen tahan gempa disusun seperti pada Gbr. 1.

Gedung ini merupakan bangunan eksentrik secara struktural dimana elemen tahan gempunya disusun eksentrik pada sisi inti. Dengan demikian diyakini bahwa kerusakan akibat puntiran bisa terjadi pada seksi yang menghadap jalan selama gempa bumi. Pada tahap tersebut, akan dibutuhkan retrofit seismik yang tidak hanya mengontrol eksentrisitas struktur tetapi juga menawarkan desain yang menarik yang selaras dengan jalan, sementara juga mempertahankan keterbukaan yang penting bagi operasi perbankan (Foto 2).

### **Desain Fasad yang Menarik**

Karena formasi jalan sekeliling yang menonjolkan arsitektur gaya Jepang, maka dikembangkan metode retrofit dengan dinding geser pelat baja grid vertikal (T-Grid) dengan tema “grid vertikal” yang biasa diadopsi dalam arsitektur tradisional Jepang. Untuk memperkecil puntiran struktur gedung, pada lima

bidang seksi sudut struktur lantai pertama, member T-Grid dengan rasio bukaan 50% disusun dengan mengaplikasikan batang datar tebal 25 mm sebagai member grid dan batang datar tebal 16 mm sebagai member panel.

Untuk grid vertikal dan lateral, digunakan produk baja. Grid persegi dengan ukuran 400×600 mm digunakan, dengan rasio yang sama dengan bukaan eksisting, dan ketebalan member ditetapkan 200 mm, sedangkan untuk member lateral 175 mm. Ini menghasilkan desain struktural dengan garis vertikal yang memukau. Dinding kaca penutup disusun bergeser dari T-Grid untuk memperjelas transeksi grid rangka baja yang sederhana dan kuat. Bagaimana memperoleh sambungan las yang aman dan bersih merupakan pertimbangan yang paling penting pada tiap tahap mulai dari desain hingga produksi dan instalasi. (Lihat Foto 3)

### **Retrofit Seismik Yang Sangat Efektif**

Diagnosis ketahanan gempa dilakukan berdasarkan rijiditas dan kekuatan T-Grid yang diperoleh dari analisis bertahap model FEM. Hasilnya menunjukkan bahwa retrofit seismik, dengan meningkatkan kekuatan dan rasio eksentrisitas gedung, berhasil dilakukan untuk menghasilkan nilai  $I_s$  0.6 atau lebih

Foto 1 Tampilan gedung (setelah diretrofit)

Foto 2 Tampak dalam ruang bisnis daripada bank (setelah diretrofit)

Foto 3 Detil fasad

Gbr. 1 Susunan Elemen Tahan Gempa



Photo 1 Appearance of the building (after retrofitting)



Photo 2 Interior view of banking business space (after retrofitting)

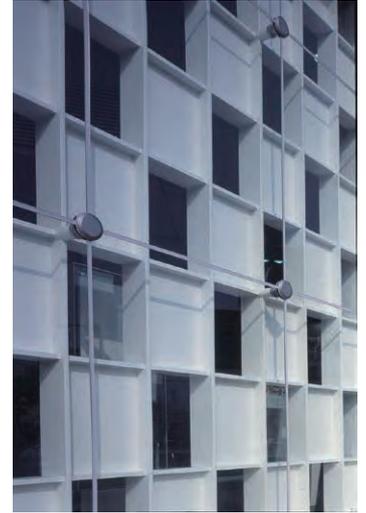
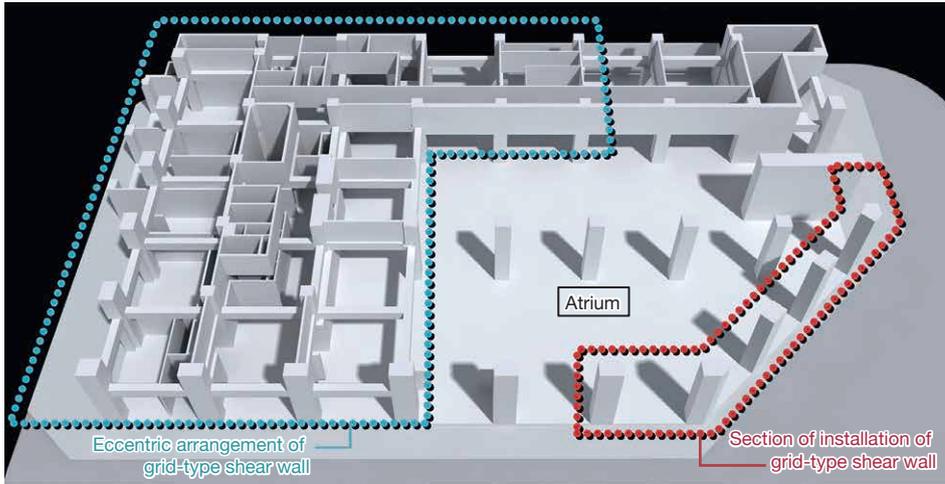


Photo 3 Details of façade

**Fig. 1 Arrangement of Seismic-resistant Elements**



(Halaman 12)

## **Retrofit Seismik Bangunan: Gedung Nomura**

**Shinjuku**

### **Alat “TMD-NT Ganda” untuk Menangani Gerakan Seismik Periode Panjang**

oleh Hiroki Nakayama dan Kei Mutou, Takenaka Corporation

Gedung Nomura Shinjuku adalah struktur bangunan baja tinggi yang dibangun pada tahun 1978. Gedung ini memiliki ketinggian sekitar 210 m dan konfigurasi datar sekitar 51×33 m. Pada retrofit seismik saat ini yang dilakukan untuk menangani gerakan gempa periode panjang, diinstalasi dua unit TMD (*tuned mass damper*) tipe baru di dalam ruang mesin di lantai 53 dengan agar tidak mengganggu penghuni maupun tampilan gedung (Gbr. 1 dan 2, Foto 1).

#### **Alat Kontrol Respons Beban Baja yang Dikembangkan Jepang: “TMD-NT Ganda”**

Fitur TMD-NT Ganda adalah sistem yang kompak untuk instalasi alat kontrol respons beban baja di dalam ruang mesin dengan ruang terbatas. Jelasnya, ketukannya diredam dengan menetapkan rasio peredaman dengan TMD yang tinggi dan tinggi alat ditekan dengan cara mengadopsi sistem geser yang mendukung beban baja dengan menggunakan pelurus (*linear guide*) dan karet dua lapis. (Lihat Gbr. 2)

Masa TMD terbuat dari baja (dari pelat baja untuk mempermudah pemindahan), dengan berat total sekitar 7.000 kN. Rasio berat massa (meliputi 2 unit) terhadap berat bangunan di atas muka tanah adalah sekitar 2,4%, dan berat massa didukung oleh mekanisme pendukung 2-tahap yang terdiri dari 4 unit karet dua lapis dan 4 unit pelurus dua arah yang dapat dipindah.

Rijiditas TMD tergantung dari karet dua lapis dan peredaman tergantung pada *velocity dependent-type oil damper*. Fitur mekanisme dukung 2-tahap ini adalah beban baja yang didukung dengan menggunakan karet dua lapis bila deformasi kecil, sebagai contoh: yang disebabkan oleh guncangan akibat angin, dan juga beban baja didukung dengan menggunakan pelurus bila deformasi besar selama gempa bumi (Gbr.3). Sistem dukung dapat disesuaikan untuk deformasi massa yang besar tidak hanya tanpa dipengaruhi friksi pelurus selama angin kencang tetapi juga selama gempa bumi.

#### **Pengurangan Lebar dan Waktu Guncangan**

Dengan instalasi TMD-NT Ganda sekarang dilakukan pengurangan respons bangunan akibat gempa bumi hingga 20~30% juga respons guncangan akibat angin hingga sekitar 40%.

Gbr. 1 Elevasi Rangka dan Lokasi Instalasi *Tuned Mass Damper*

Gbr. 2 Garis Besar Alat Kontrol Respons “Dual TMD-NT”

Gbr. 3 Mekanisme kontrol Respons dengan Menggunakan Karet Dua Lapis dan Pelurus

**Fig. 1 Framing Elevation and Installation Location of Tune Mass Dampers**

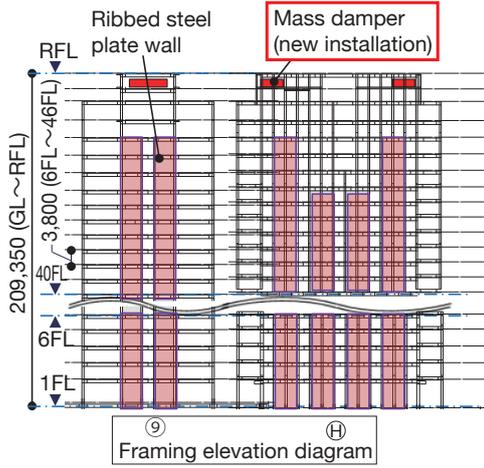
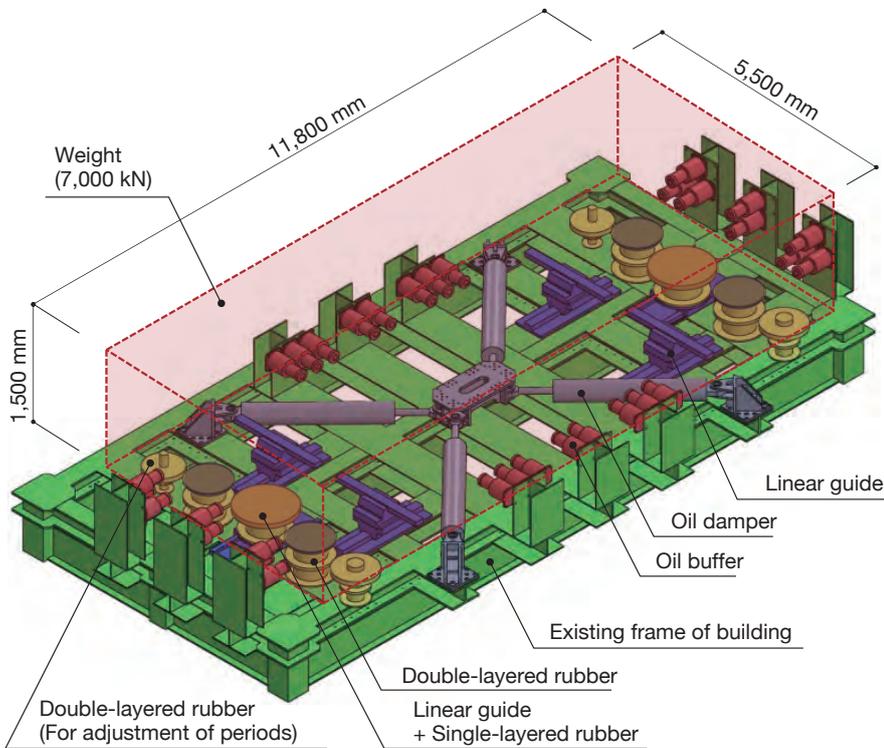
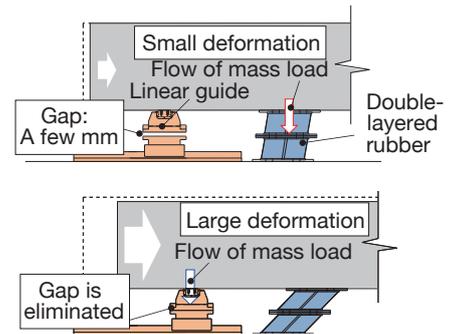


Photo 1 Appearance of "Dual TMD-NT"

**Fig. 2 Outline of New-type Response-control Device "Dual TMD-NT"**



**Fig. 3 Two-step Response-control Mechanism by the Use of Double-layered Rubber and Linear Guide**



(Halaman 13~14)

## Retrofit Seismik Jembatan: Jembatan

Katashinagawa

### Pengantar Isolasi Dasar dan Struktur Kontrol Respons pada Jembatan

#### Rangka Batang

oleh Syuji Kashimoto, Hitachi Zosen Corporation

Jembatan Katashinagawa adalah jembatan rangka batang panjang yang terdiri dari tiga rangka batang menerus 3-bentang, yang berada pada Jalan Ekspres Kanetsu yang dibuka pada tahun 1985. Panjang total adalah 1.034 m dan panjang bentang maksimum sekitar 169 m. Fiturnya yang menonjol adalah rangka batang utamanya berjarak 16 m satu sama lainnya karena struktur terpadu lajur ke atas dan ke bawah, tinggi struktur rangka batang 14~25 m, dan susunan yang menerus pilar jembatan dengan tinggi 50~70 m, belum termasuk tiang P1. (Lihat Foto 1)

Foto 1 Jembatan Katashinagawa, jembatan rangka batang yang panjang, pada Jalan Ekspres Kanetsu

#### Retrofit Seismik Jembatan Rangka Batang Panjang

Retrofit seismik diimplementasikan untuk superstruktur jembatan rangka batang panjang ini berdasarkan standard ketahanan gempa terbaru. Biasanya yang digunakan adalah metode retrofit seismik yang umum. Respons gempa dikurangi dengan mengadopsi struktur isolasi dasar untuk tumpuan (penggantian dengan tumpuan dengan isolasi dasar), dan kemudian member struktur diberi perkuatan gempa.

Sebaliknya, pada tiang P4 dan P5 di seksi intermediate dari bentang tengah, yang memiliki panjang bentang paling besar, reaksi vertikal tumpuan sangat besar (35.000 kN/tiang/tumpuan), dan karenanya dilakukan studi teknis bagaimana menyediakan ruang untuk memasok dongkrak, bagaimana meretrofit rangka batang utama dan kemungkinan untuk memperlebar tiang agar dapat menjadi struktur isolasi dasar.

Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa retrofit P4 dan P5 dengan menggunakan struktur isolasi dasar akan sulit. Kemudian, sebagai ganti struktur isolasi dasar, diadopsi metode lain dimana energi gempa diserap dengan cara merakit peredam respon seismik ke seksi tumpuan dan area sekelilingnya. (Lihat Gbr. 1)

Gbr. 1 Instalasi Peredam Gesek (P3~P6)

#### Penggunaan Peredam Friksi (*Friction Dampers*)

Dalam mengadopsi peredam respons seismik, diutamakan kemudahan perawatan dan kinerja peredaman. Hasilnya, peredam friksi (kapasitas peredaman: 2.600~9.800 kN) dipilih yang dapat memfasilitasi kemudahan inspeksi dan juga kepastian akan adanya deformasi selama gempa bumi yang lebih dibandingkan dengan bresing ketahanan tekuk yang biasanya digunakan.

Fitur utama peredam friksi adalah seperti berikut:

- Peredam friksi memiliki struktur dimana pelat baja *stainless* dan pelat friksi meluncur di atas satu sama lain sebagaimana dalam Gbr. 2, sehingga memudahkan kepastian akan adanya deformasi selama gempa bumi.
- Karena peredam ini bentuknya padat dan hanya 3 m panjangnya, peredam ini dapat diinspeksi dari jalur inspeksi dengan cara instalasi di sekitar bagian atas buhul dari *sway bracing* sehingga pemeliharaan mudah dilakukan (Foto 2).

Peredam friksi sering digunakan secara konvensional sebagai alat kontrol respons terutama di konstruksi bangunan, namun tidak ada catatan aplikasinya dalam jembatan panjang. Oleh karenanya, setelah menentukan performa yang disyaratkan untuk peredam (deformasi dan kecepatan respons yang diijinkan) dengan cara analisis respons dinamik berdasarkan data historis dari keseluruhan sistem Jembatan Katashinagawa, peredam ini diadopsi untuk memenuhi persyaratan kinerja (Tabel 1), dan selanjutnya juga ditambahkan perbaikan lainnya untuk memenuhi ketahanan korosi yang dibutuhkan untuk aplikasi luar ruang khusus untuk bangunan teknik sipil. Semua usaha inilah yang memungkinkan peredam friksi diaplikasikan pada Jembatan Katashinagawa.

Tabel 1 Persyaratan Kinerja Peredam Friksi

Gbr. 2 Peredam Friksi dan Komponen Dasarnya (friksi permukaan ganda)

Foto 2 Instalasi peredam friksi pada seksi buhul *sway bracing*.

◆  
Sebagaimana dinyatakan di atas, disamping mengadopsi struktur isolasi untuk tumpuan, peredam kontrol respons digunakan untuk memfasilitasi kemudahan perawatan, yang mengakibatkan keberhasilan retrofit seismik Jembatan rangka batang

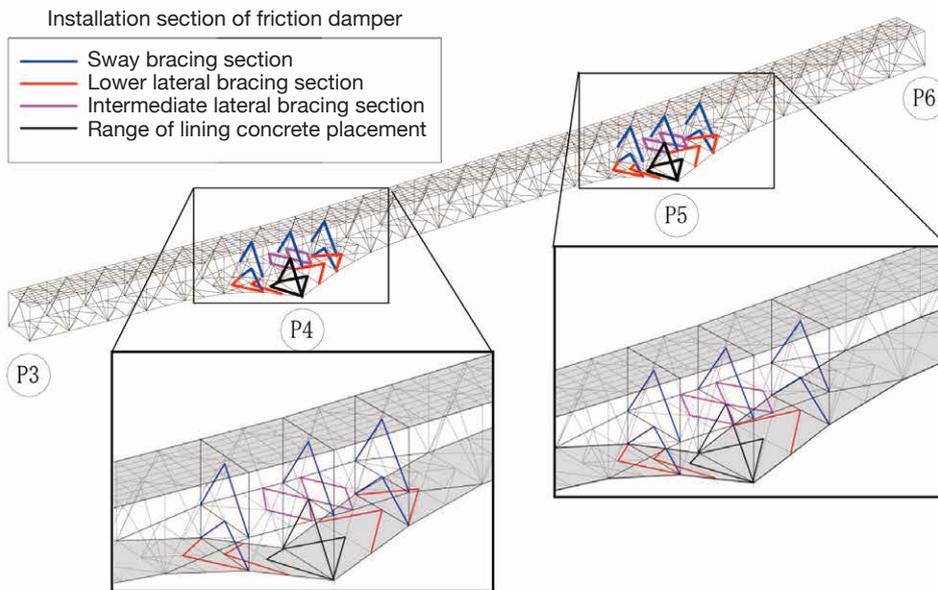
panjang Katashinagawa yang memenuhi standard ketahanan gempa terbaru. (Lihat Gbr. 3)

Gbr. 3 Gambar Umum Jembatan Katashinagawa



Photo 1 Katashinagawa Bridge, a long truss bridge, on the Kanetsu Expressway

**Fig. 1 Installation of Friction Dampers (P3~P6)**



**Fig. 2 Friction Damper and Its Basic Components (double-surface friction)**

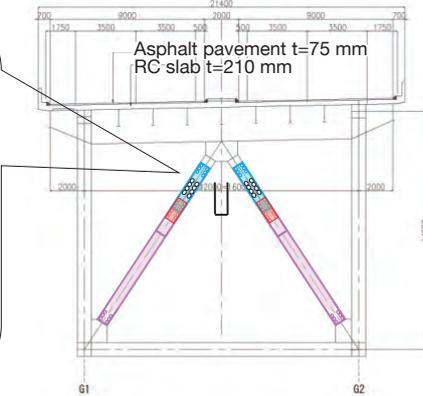
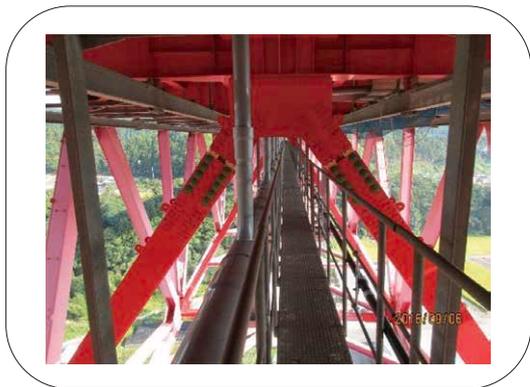
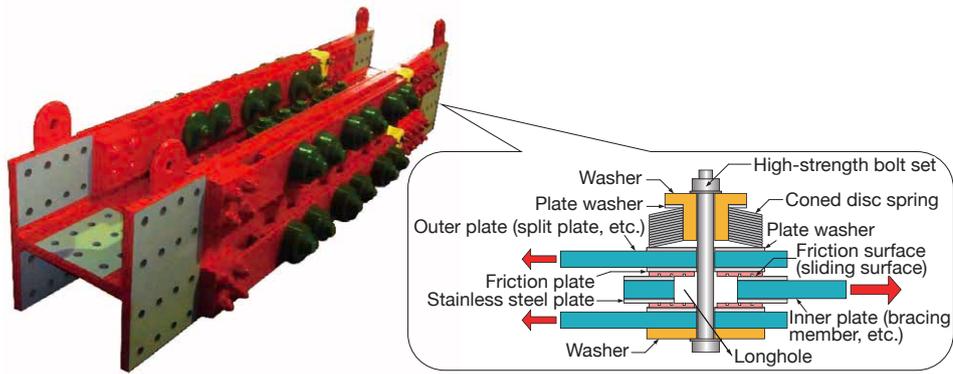
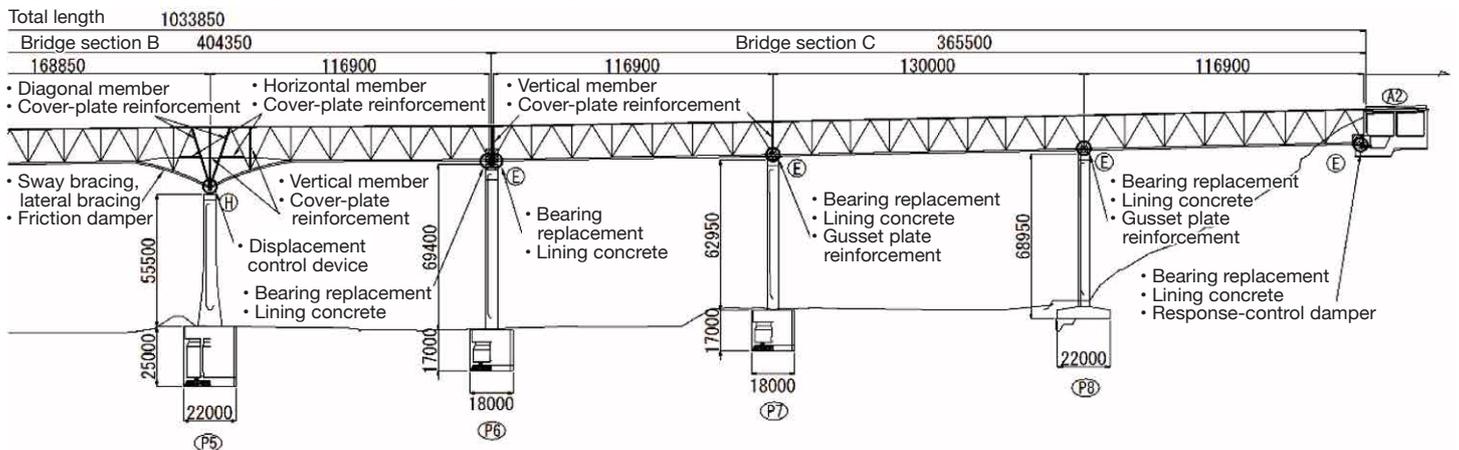


Photo 2 Installation of friction damper in sway bracing gusset section

**Table 1 Performance Requirements for Friction Dampers**

	Allowable deformation	Response velocity
Friction damper for Katashinagawa Bridge	±120 mm	120 cm/s
(Reference) Friction damper for buildings	±45 mm	40 cm/s

**Fig. 3 General Drawing of Katashinagawa Bridge**



(Halaman 15~16)

## Retrofit Seismik Jembatan Jalan Raya: Jembatan Nishiike

### Desain Retrofit Jembatan Langer Tipe Dek Baja dengan Peredam Seismik

oleh Shuuhei Yasumoto, West Nippon Expressway Company Limited dan Tomoaki Nakamura, Yokogawa Bridge Corp.

Jembatan Nishiike pada Jalan Ekspres Hanwa, yang ditangani oleh West Nippon Expressway Corp Cabang Kansai adalah sebuah jembatan Langer tipe dek baja dan sudah berfungsi selama lebih dari 40 tahun. Jembatan Nishiike dibangun hampir langsung di atas Patahan Negoro Garis Tektonik Median.

Selanjutnya, wilayah ini berada sekitar 200 km dari Palung Nankai dimana terjadi Gempa Bumi Nankai dan Tonankai yang berskala 8 setiap 100 hingga 150 tahun.

Jembatan Nishiike dirancang mengikuti spesifikasi desain jembatan jalan raya baja tahun 1964, yang tidak mempertimbangkan gempa bumi skala besar. Terlihat jelas berbagai perbedaan dengan tingkat teknologi saat ini.

Agar tidak rentang elastik tidak secara dinamis terlampaui selama gempa bumi skala besar, digunakanlah berbagai peredam seismik dan analisis dengan data historis dalam desain retrofit seismik Jembatan Nishiike. Dalam artikel ini disampaikan garis besarnya.

#### Garis Besar Jembatan Nishiike

Jembatan Nishiike dibangun pada tahun 1974 dan merupakan jembatan Langer baja dengan bentang busur 75 m dan ketinggian busur 14 m, Gbr. 1 menunjukkan gambar jembatan. Jembatan ini dibangun di atas tanah Tipe 1 (lapisan tanah keras). Mengenai substruktur dan kondisi tumpuan, pangkal jembatan (*abutment*) A1 dan A2 merupakan tipe-t terbalik dan menggunakan tumpuan yang bisa bergerak, dan pangkal jembatan P1 dan P2 merupakan pangkal jembatan busur dengan tumpuan sendi

Gbr. 1 Gambar Jembatan Nishiike

#### Analisis Kondisi Saat Ini

Gbr. 2 menunjukkan hasil analisis kondisi saat ini. Dalam arah longitudinal, regangan pada gelagar pengaku dan kolom melampaui regangan lelehnya

(maksimum 19  $\epsilon_y$  pada sisi tekan). Pada arah transversal, regangan pada bresing lateral busur dan *sway bracing* kolom melampaui regangan lelehnya (maksimum 72  $\epsilon_y$  pada sisi tekan). Mengenai pengangkatan tumpuan dalam arah transversal, diperoleh gaya angkat maksimum pada tiap tumpuan busur adalah 2.300 kN.

Gbr. 2 Hasil Analisis Kondisi Saat Ini

#### Pemilihan Peredam Seismik

Analisis kondisi saat ini menunjukkan performa seismik jembatan. Kuat leleh daripada beberapa member superstruktur dan tumpuan telah berkurang. Dalam Tabel 1 terlihat dua kasus respons yang berkurang selama gempa bumi.

Metode yang ditunjukkan dalam tabel mengurangi respons keseluruhan jembatan selama gempa bumi dengan menggunakan berbagai peredam gempa. (Lihat Gbr. 3 dan 4)

Tabel 1 Kasus Retrofit Seismik

Gbr. 3 Gambar Peredam Geser

Gbr. 4 Ringkasan Tindakan Retrofit pada Jembatan Nishiike

#### Analisis Kondisi Retrofit Seismik

Gbr. 5 dan Table 2 menunjukkan nilai respons untuk KASUS1 dan KASUS2. Dalam KASUS1 (*spandrel* puncak busur diisi+bresing tahan tekuk), selama gempa bumi pada arah longitudinal, nilai respons besar berada pada *rib* busur dan kolom. Ketebalan pelat penutup juga bertambah. Penambahan besarnya penulangan juga berakibat pada respons yang lebih tinggi, yang memang membutuhkan penulangan lebih banyak. Hal ini membawa pada siklus tak henti.

Dalam KASUS2 (KASUS1+Peradam Viskous), menambahkan peredam viskous pada kedua ujung *abutment* menahan displasmen aksial keseluruhan jembatan. Hal ini mengurangi nilai respons tiap member. Jumlah penulangan superstruktur ditekan hingga jumlah yang realistis. Hasilnya, member superstruktur jembatan tidak melampaui batas elastik ( $\sigma_{max}/\sigma_y < 1.0$ ) selama gempa bumi skala besar.

Gbr. 5 Perbandingan Gambar Kontur

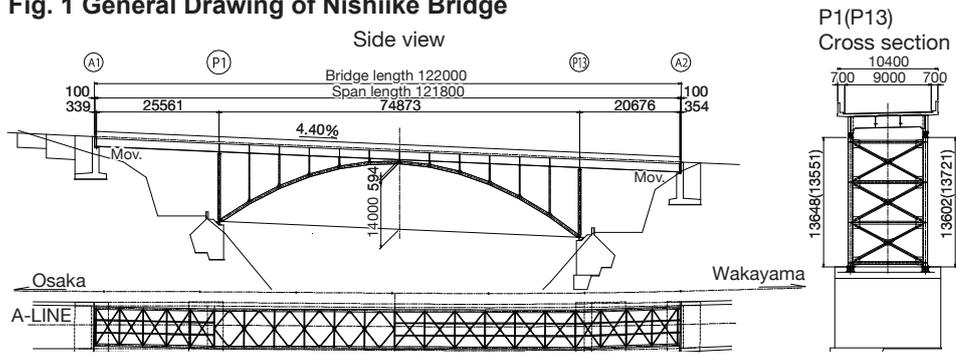
Tabel 2 Perbandingan Periode Alami

#### Kesimpulan

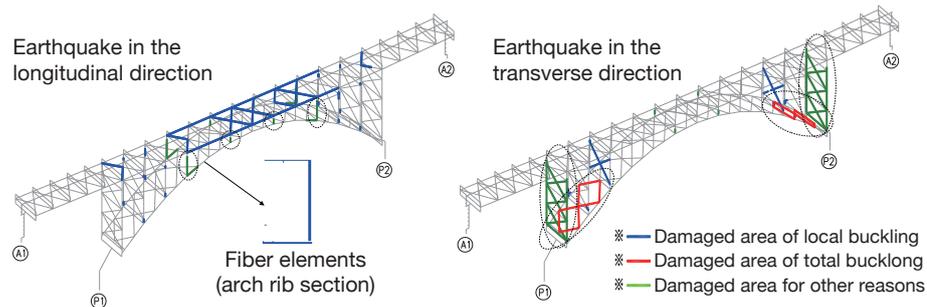
Akhir-akhir ini, karena kemajuan teknologi dalam

peredaman seismik, berbagai produk sudah diterapkan dalam praktek. Dalam hal ini, respons keseluruhan jembatan selama gempa bumi skala besar dapat dikurangi dengan penggunaan berbagai peredam gempa. Kemudian akhirnya, member superstruktur kecuali peredam gempa dibatasi pada rentang elastik. Akan tetapi, berat penulangan untuk menjamin Kinerja Seismik Level 1 bukanlah jumlah yang kecil. Di masa depan, bila diperoleh desain yang memungkinkan terjadinya plastisitas sekunder pada superstruktur, dapat diharapkan akan ada lebih banyak lagi desain retrofit seismik yang ekonomis.

**Fig. 1 General Drawing of Nishiike Bridge**



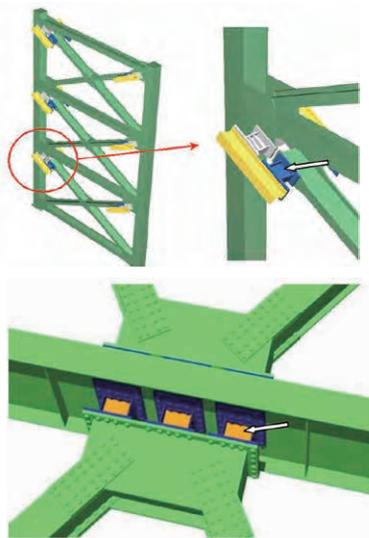
**Fig. 2 The Result of the Present State Analysis**



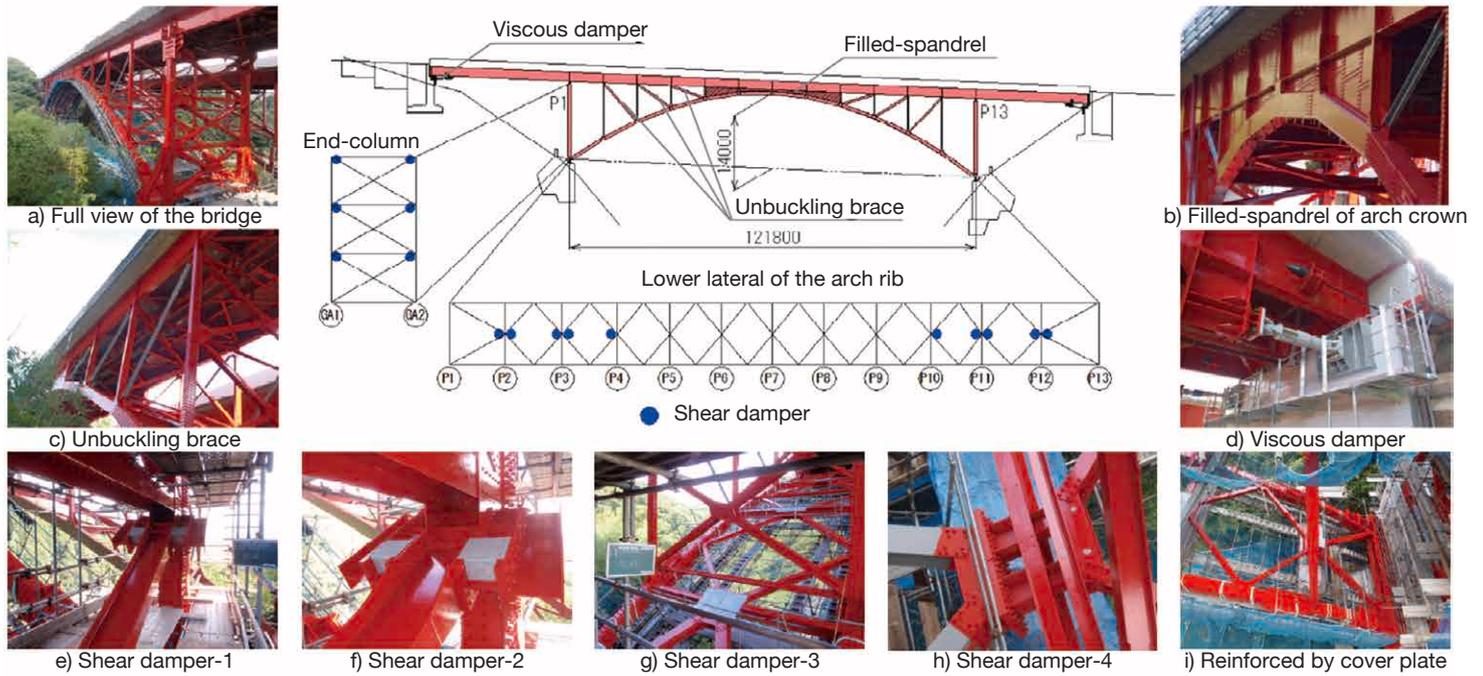
**Table 1 Case of Seismic Retrofit**

	Direction of countermeasure	
	Longitudinal direction	Transverse direction
CASE1 (Model of placement of order)	Filled-spandrel of arch crown + Unbuckling brace	Shear damper
CASE2 (Model added viscous damper)	CASE1 + Viscous damper	

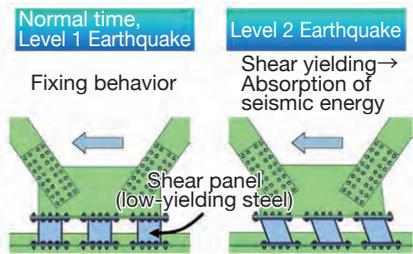
**Fig. 3 Image of Shear Damper**



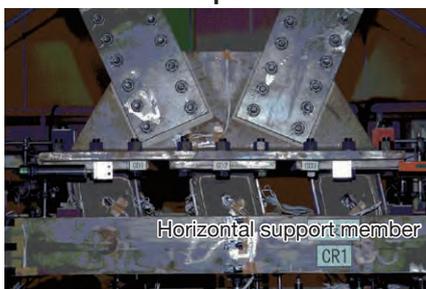
**Fig. 4 Summary of Retrofit Measures on Nishiike Bridge**



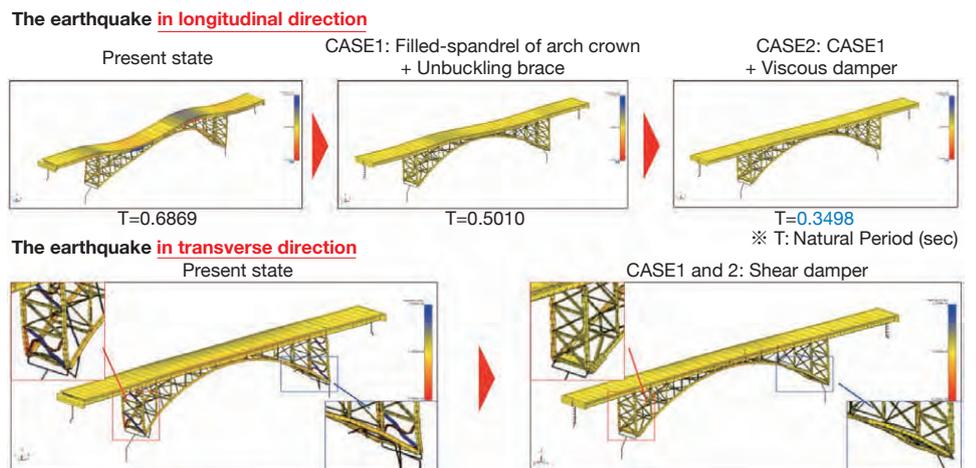
**Fig. 5 Actuation Mechanism of Shear Damper**



**Fig. 6 Situation of Frame Model Experimentation for Shear Damper**



**Fig. 7 Comparison of Contour Figure**



(Halaman 17~18)

## Artikel Khusus: *Stainless Steel*

### Pengembangan Material Las Mutu

#### Tinggi untuk SUS304A

Oleh Kelompok Kerja Pengelasan, Komite Standarisasi Teknologi *Stainless*, Masyarakat Konstruksi Baja Jepang

#### Kapasitas Deformasi Plastik yang Besar untuk Menahan Gempa Bumi

Perangkaan struktur rangka baja di bidang konstruksi bangunan terdiri dari member kolom dan balok, dan koneksi kolom-balok yang umum digunakan adalah seperti pada Gbr. 1. Koneksi kolom-balok dipersiapkan dengan cara las penetrasi penuh, dengan demikian koneksi akan terbentuk pada struktur dimana terdapat konsentrasi las.

Di Jepang yang rawan gempa, frekuensi gempa bumi skala besar tinggi. Ketika suatu bangunan menerima gayagempa besar, maka sambungan las akan menerima gaya tarik yang besar. Untuk menghadapi masalah ini, dalam konstruksi struktur baja di Jepang diadopsi desain plastik dengan adanya plastisitas ujung balok untuk memperlakukan gaya eksternal gempa bumi skala besar.

Lebih khususnya, selama gempa bumi skala besar, kolapsnya bangunan dapat dihindari dengan penggunaan kapasitas deformasi plastik secara maksimum (kapasitas penyerapan energi gempa) dari produk baja.

#### Sambungan Las *Overmatched* Diperlukan untuk Menunjukkan Kapasitas Deformasi

Agar member struktural baja dapat menunjukkan kapasitas deformasi plastiknya, perlu diperhatikan kekuatan relatif dari logam dasar dan logam las dan perlu mengadopsi sambungan las *overmatched* (kuat tarik logam dasar < kuat tarik logam las)

Dalam konstruksi struktur baja *stainless* (Foto 1), baja *stainless* SUS304A (setara dengan ANSI tipe 304) adalah yang paling banyak dipakai sebagai member struktural bangunan dan juga E308T *flux-cored wire* yang merupakan material las paling populer dalam konstruksi bangunan. Akan tetapi, ketika membandingkan kekuatan dari SUS304A dan E308T kuat tarik SUS304A 50 MPa lebih tinggi dari E308T (Gbr. 2) dan hasilnya, ketika digunakan sambungan *undermatched*, sambungan las dapat mengalami fraktur pada logam lasnya. Oleh karenanya, sambungan las

menggunakan E308T tidak dapat dipakai sebagai sambungan las yang disyaratkan dalam desain gempa yang ditujukan untuk gempa bumi skala besar.

Gbr. 1 Tipe Koneksi Kolom-Balok yang Banyak Digunakan

Foto 1 Contoh struktur baja *stainless*

Gbr. 2 Perbandingan Kuat Tarik antara Logam Dasar SUS304 dengan Logam Las TS308C dalam Penggunaan Praktis

#### Pengembangan TS308MoJ *Flux-cored Wire* yang *Overmatched*

Untuk menghadapi situasi ini, Masyarakat Konstruksi Baja Jepang (MKBJ) melakukan banyak survei mengenai efek dari komposisi bahan kimia utama logam las terhadap kuat tarik (Gbr. 3). Tujuan utamanya adalah untuk mengembangkan *flux-cored wire* kekuatan tinggi dimana fraktur terjadi di logam las pada sambungan las SUS304A.

Hasil survei menunjukkan bahwa jelas bila digunakan struktur ferit acicular (Gbr. 4) yang diperoleh dari solidifikasi moda-F (crystal primer solidifikasi: fase ferit), dapat diperoleh logam las dengan kekuatan stabil tanpa pengurangan elongasi (Gbr. 5) Selanjutnya, MKBJ mendaftarkan TS308MoJ *flux-cored wire* yang baru dikembangkan menjadi Standar Industrial Jepang dan untuk itu rentang komposisi AWS E308MoT sedikit dimodifikasi menjadi sisi komposisi dengan ferit tinggi. Selanjutnya, menjadi jelas bahwa sistem komposisi TS308MoJ menawarkan fitur dimana sensitifitas terhadap perapuhan yang terjadi akibat presipitasi fase- $\sigma$  pada temperature tinggi jauh lebih rendah dibandingkan logam las aloi tinggi dengan kandungan ferit tinggi seperti TS309Mo dan TS2209.

Untuk memastikan kekuatan sambungan las SUS304A menggunakan TS308MoJ, dilakukan uji kekuatan tarik sambungan. Uji ini memastikan bahwa sekalipun kekuatan dari logam las melampaui logam dasar, terlihat fenomena dimana terjadi fraktur sambungan las pada logam las. Hasilnya, analisis fenomena ini dengan simulasi numerik menunjukkan bahwa bila terdapat perbedaan besar dalam elongasi seragam antara logam dasar dengan logam las dalam uji tarik, fenomena demikian terjadi dalam kondisi tertentu. Selanjutnya, jelaslah bahwa terjadinya fenomena tersebut sangat dipengaruhi oleh ukuran spesimen uji dan perbedaan dalam kekuatannya menjadi faktor dominan yang menentukan posisi

fraktur pada sambungan las praktis dengan rasio lebar-tebal yang tinggi.

Karenanya, dapat dikatakan bahwa sambungan las SUS304A dengan TS308MoJ berfungsi baik sebagai sambungan las *overmatch* dalam aplikasi praktis sambungan las.

Gbr. 3 Hasil Analisis Kuat Tarik yang Diperoleh dari Persamaan Regresi Komposisi Kimia

Gbr. 4 Struktur Mikro Ferit Acicular

Gbr. 5 Logam Las dengan Kekuatan Stabil dan Tanpa Pengurangan Elongasi yang Besar



Photo 1 Examples of stainless steel structures

Fig. 1 Type of Column-Beam Connections Widely Applied

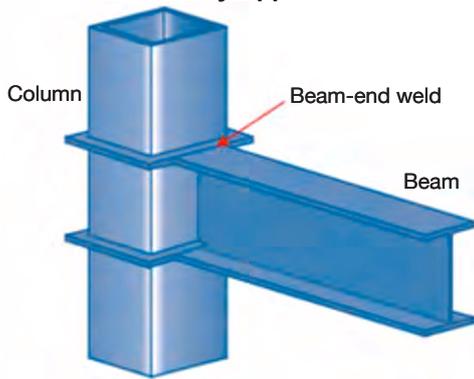


Fig. 2 Comparison of Tensile Strength between SUS304 Base Metal and TS308C Weld Metal in Practical Use

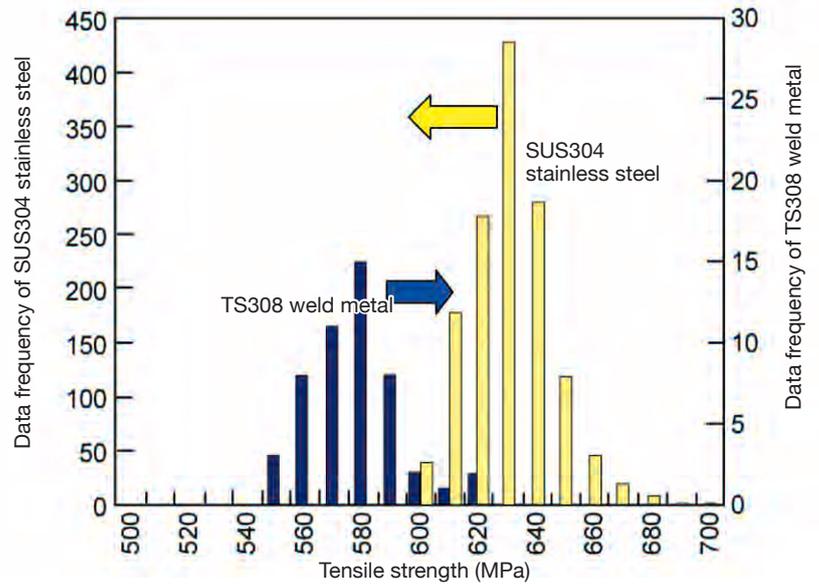


Fig. 3 Analytical Results for Tensile Strength Obtained from Chemical Composition Regression Equation

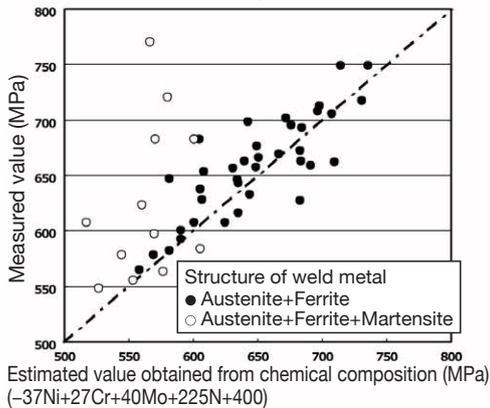


Fig. 4 Microstructure of Acicular-state Ferrite

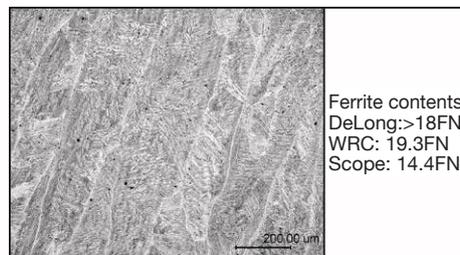
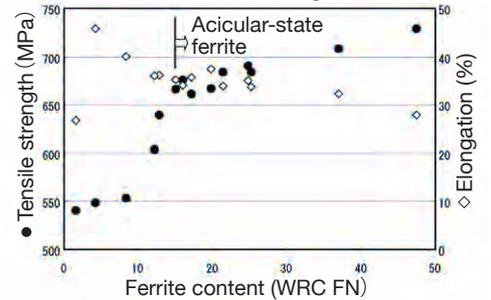


Fig. 5 Weld Metal with Stabilized Strength and No Considerable Reduction of Elongation



(Halaman 18)

## Operasi MKBJ

### Forum Bangunan Tinggi Cina-Jepang-Korea 2016

Forum Bangunan Tinggi Cina-Jepang-Korea 2016 dilaksanakan pada tanggal 8 Juli, 2016 di Institut Teknologi Tokyo di Jepang. Forum ini diselenggarakan bersama oleh CTBUH Kelompok Kerja Struktur Jepang, Komite Internasional Masyarakat Konstruksi Baja Jepang dan Laboratorium Material dan Struktur, Institut Riset Inovatif, Institut Teknologi Tokyo. Forum ini merupakan konferensi internasional yang dilaksanakan sebagai *link* antara operasi wilayah Asia daripada Dewan Bangunan Tinggi dan Habitat Urban (*Council on Tall Buildings and Urban Habitat*, CTBUH) dan ditujukan terutama bagi insinyur struktur dan lainnya yang mendalami di Cina, Korea dan Jepang. Forum 2016 ini merupakan sesi ketiga dari keseluruhan seri setelah Forum tahun 2014 di Shanghai dan 2015 di Seoul.

Di Forum 2016 di Tokyo, Profesor Kazuhiko Kasai dari Institut Teknologi Tokyo menyampaikan sambutan utama berjudul “Kinerja Sistem Proteksi gempa untuk Bangunan Sangat Tinggi dan Isinya,” yang kemudian dilanjutkan dengan sembilan presentasi lainnya yang disampaikan dari tiga negara peserta.

Presentasi dari Cina meliputi desain struktural Menara Zun di Cina setinggi 500 m, rekayasa seismik mega-rangka ultra tinggi dan sistem dinding geser struktural dengan tulangan baja. Dua presentasi mengenai Lotte World Tower setinggi 555 m dan yang lainnya mengenai bangunan RC super tinggi setinggi 400 m yang dibangun di Pusan disampaikan oleh Korea. Dua contoh retrofit seismik pada bangunan eksisting dan desain GINZA-KABUKIZA (teater *kabuki*) dipresentasikan oleh Jepang.

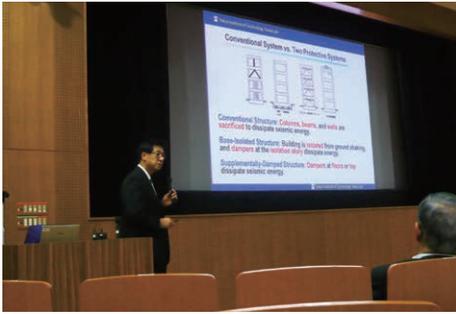
Lebih dari 150 insinyur, peneliti dan mahasiswa berpartisipasi dalam Forum, dimana terjadi diskusi positif yang berlangsung sepanjang hari. Pada penutupan Forum, Profesor Emeritus Akira Wada dari Institut Teknologi Tokyo (Ketua, CTBUH Jepang) menyampaikan ucapan terima kasih, dan diumumkan bahwa Forum berikutnya akan diadakan di Beijing, Cina pada bulan September 2017. Forum 2016 diakhiri dengan sukses.

Pada tanggal 7 Juli, sehari sebelum Forum, dilakukan tur teknis terutama untuk anggota CTBUH

untuk menginspeksi dua lokasi konstruksi bangunan tinggi di Tokyo. Selama tur, diberikan nilai evaluasi yang tinggi bagi teknologi canggih tahan gempa Jepang, seperti *tuned mass damper* yang diinstalasi melintasi tiga lantai berurutan dan sistem isolasi pada perantara lantai ke 25 pada bangunan 40 lantai.

Sambutan utama oleh Profesor Kazuhiko Kasai dari Institut Teknologi Tokyo.

Tur teknis sehari sebelum Forum



Keynote address by Professor Kazuhiko Kasai of Tokyo Institute of Technology



Technical tour at the day before the Forum

## **Konferensi ke 11 Baja Struktural Pasifik**

Konferensi Baja Struktural Pasifik ke 11 (*Pacific Structural Steel Conference*, PSSC) dilaksanakan selama 2 hari dimulai dari tanggal 30 Oktober 2016 di Crowne Plaza, Shanghai, China disponsori oleh Masyarakat Konstruksi Baja Cina. Sejumlah negara berpartisipasi dalam konferensi ini—11 negara anggota Dewan Pasifik Asosiasi Baja Struktural (*Pacific Council of Structural Steel Association*, PCSSA) dan 18 negara dari Eropa. Sejumlah 209 tesis dikirimkan dan 123 orang mempresentasikan tesisnya yang terbagi dalam Topik 1~8. Presentasi dari Jepang keseluruhannya berjumlah lebih dari 30.

Prosiding PSSC ke 11 berdasarkan topik ditampilkan dalam gambar di bawah ini. Sebagaimana terlihat dalam gambar, banyak tesis yang dipresentasikan membahas perilaku koneksi dan member. Dalam konferensi, 11 kuliah utama disampaikan oleh 11 negara anggota PCSSA, sedangkan yang mewakili Jepang menyampaikan kuliah berjudul “Gempa Bumi Kumamoto 2016.4 di Jepang dan Kerusakan pada Struktur” yang disampaikan oleh Yozo Fujino, Presiden Masyarakat Konstruksi Baja Jepang.

Semenjak PSSC pertama pada tahun 1986 di Selandia Baru, negara-negara peserta secara bergantian menyelenggarakan konferensi setiap tiga tahun sekali. Konferensi berikutnya akan dilaksanakan pada tahun 2019 di Jepang. Konferensi ini, yang ke 12, akan menjadi yang pertama diadakan di Jepang sejak yang ketiga 27 tahun lalu pada tahun 1992. Karena akan diadakan setahun sebelum Pertandingan Olimpiade Tokyo 2020, tidak mungkin dilakukan pengamatan konstruksi fasilitas atletik yang baru. Karenanya, sangat diharapkan partisipasi positif dan kerjasama generasi yang lebih muda dalam persiapan PSSC ke 12 yang akan dilaksanakan di Jepang.

Upacara penyerahan bendera PSSC dari Cina ke Jepang

Prosiding Konferensi Baja Struktural Pasifik ke 11 menurut Topik (Jumlah tesis dikirim: 209)

## **Pesan Ketua Komite Internasional**

Hiroshi Katsuchi, Ketua, Komite Internasional  
(Profesor, Universitas Nasional Yokohama)

MKBJ telah melakukan berbagai kegiatan dalam bentuk survei, riset dan pengembangan teknologi yang ditujukan untuk penyebaran-luasan konstruksi baja dan untuk peningkatan teknologi yang terkait, dan sekaligus juga telah memperluas kerjasama dengan organisasi terkait di luar negeri. Dengan tujuan untuk penyebar-luasan teknologi konstruksi baja Jepang dan perluasan pasar luar negeri, maka Komite Internasional Masyarakat Konstruksi Baja Jepang (MKBJ) bertanggung-jawab atas edisi terbitan No. 50.

Terbitan No.50 menyampaikan penghargaan pencapaian menonjol MKBJ 2016 dalam konstruksi baja dan tesis yang luar biasa. Disamping itu, terbitan ini menampilkan retrofit seismik struktur baja. Setelah tinjauan mengenai kerusakan gempa bumi di Jepang, revisi ketentuan desain gempa, peraturan untuk menggalakkan renovasi struktur tahan gempa, penyebaran isolasi dasar seismik, dan kontrolnya, dan klasifikasi metoda retrofit, dalam terbitan ini juga diberikan contoh retrofit seismik untuk bangunan dan jembatan, dimana tidak hanya dibutuhkan perkuatan struktural melainkan juga alat kontrol/ isolasi dasarseismik. Disamping itu, studi terbaru mengenai material las untuk baja stainless juga ditampilkan.

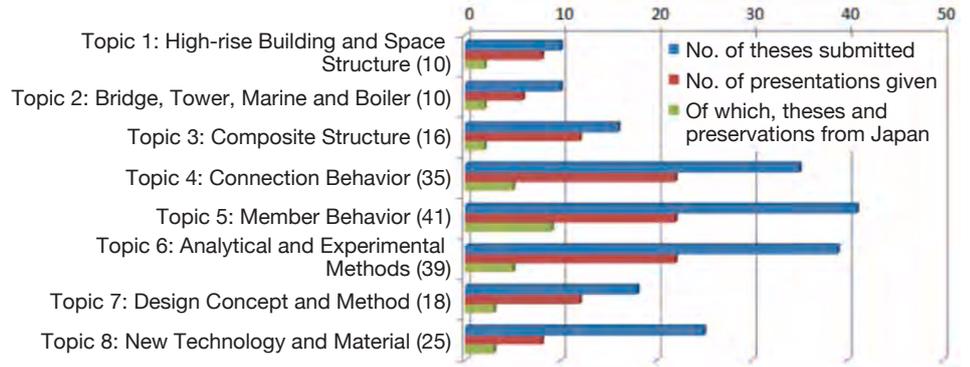
Dalam terbitan ini juga dilaporkan kegiatan internasional pada tahun 2016 Forum Bangunan Tinggi oleh Dewan Bangunan Tinggi dan Habitat Urban yang diselenggarakan di Institut Teknologi Tokyo pada bulan Juli oleh MKBJ dan Konferensi Baja Struktural Pasifik (PSSC) ke 11 di Shanghai, China pada bulan Oktober. PSSC ke 12 berikutnya telah diputuskan akan dilaksanakan oleh MKBJ di Jepang pada tahun 2019. MKBJ akan mengundang banyak peserta ke PSSC ke 12 di Tokyo dimana setahun kemudian akan dilaksanakan Pertandingan Olimpiade Tokyo pada tahun 2020.

Terakhir, kami mengharapkan pengertian anda akan kegiatan MKBJ dan kami juga berharap mendapat masukan dari anda.



Delivery ceremony for PSSC flag from China to Japan

**Proceedings at 11th Pacific Structural Steel Conference by Topic  
(Total number of theses submitted: 194)**



***Hiroshi Katsuchi, Chairman, International Committee of JSSC (Professor, Yokohama National University)***

