

# STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(No. 52 Desember 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. 52 Desember 2017: Isi

---

*Artikel Fitur: Desain Lanjutan Bangunan Baja Struktural di Jepang*

Publikasi Terjemahan Bahasa Inggris Standar Desain AIJ 2005 untuk Bangunan Baja Struktural

- Susunan Standar Desain dan Rekomendasi untuk Bangunan Baja Struktural di Jepang \_\_\_\_\_ 1
- Terjemahan Bahasa Inggris Standar Desain AIJ 2005 untuk Bangunan Baja Struktural —Berdasarkan Konsep Tegangan Ijin \_\_\_\_\_ 3
- Retrofit Seismik Struktur Baja Bentang Panjang Menggunakan Peredam Viskositas \_\_\_\_\_ 5
- Buku Petunjuk Pencegahan Fraktur Getas Diafragma Dalam Las Terak Listrik \_\_\_\_\_ 9
- Informasi Terbaru Mengenai Produk Baja untuk Struktur Bangunan di Jepang \_\_\_\_\_ 13

*Artikel Serial: Desain Terkini Bangunan Baja di Jepang (2)*

Pusat Inovasi Global ROKI \_\_\_\_\_ 15

Operasi MKBJ \_\_\_\_\_ 18

---

Nomor Halaman yang Disebut di Atas Mengacu pada Versi Bahasa Inggris No. 52.

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 surat: sunpou@jisf.or.jp

URL <http://www.jisf.or.jp>

## **Artikel Fitur: Desain Lanjutan Bangunan Baja Struktural di Jepang**

(Halaman 1~4)

### **Publikasi Terjemahan Bahasa Inggris Standar Desain AIJ 2005 untuk Bangunan Baja Struktural**

#### **■ Susunan Standar Desain dan Rekomendasi untuk Bangunan Baja Struktural di Jepang**

Oleh Motohide Tada, Profesor, Universitas Osaka

#### **Tiga Metode Desain untuk Bangunan Baja Struktural**

Gbr. 1 menunjukkan susunan standar desain dan rekomendasi untuk bangunan baja struktural yang dibuat oleh Institut Arsitektural Jepang (AIJ). Metode desain struktural yang diadopsi di Jepang digolongkan menjadi tiga metode berbeda—desain tegangan ijin, desain plastis dan desain kondisi batas. Untuk bangunan baja struktural ada satu desain standar dan dua rekomendasi dibuat oleh AIJ yang sesuai dengan ketiga metode sebagai berikut:

- Desain tegangan ijin yang disebut dalam Standar Desain untuk Struktur Baja—Berdasarkan konsep tegangan ijin.

Untuk tiap member pembentuk struktur, tegangan yang dihitung untuk kombinasi beban sementara dan beban tetap (kedua intensitas beban didefinisikan berdasarkan frekuensi terjadinya) tidak boleh lebih besar daripada tegangan ijin masing-masing. Dalam metode desain ini tersirat bahwa struktur bangunan tetap elastis untuk beban sementara dan beban tetap.

- Desain plastis (metode desain beban ultimit) yang disebut dalam Rekomendasi untuk Desain Plastis Struktur Baja

Member struktur didesain sedemikian rupa agar beban yang menyebabkan rangka kolaps (beban kolaps) melampaui beban ultimit yang diperoleh dengan mengalikan beban desain dengan suatu faktor beban. Metode ini memungkinkan kerusakan terkontrol yang disebabkan oleh deformasi sistim struktur di luar batas elastis.

- Desain kondisi batas yang disebut dalam *Rekomendasi untuk Desain Kondisi Batas Struktur Baja*

Metode ini dibuat berdasarkan dua fitur kunci. Pertama, persyaratan desain ditentukan untuk kondisi batas. Kondisi batas adalah kondisi yang menunjukkan batas dimana fungsionalitas sistem struktur maupun member tidak dapat dipertahankan, dan asumsi fundamental tidak berlaku. Kedua, beban desain dan kekuatan member ditentukan berdasarkan pendekatan probabilistik. Ada dua kondisi batas fundamental: “kondisi batas kekuatan” yang menunjukkan kegunaan (*usability*), fungsi (*functionality*) dan daya huni (*habitability*) gedung untuk sehari-hari

#### **Rekomendasi Tambahan untuk Ketiga Sistem Desain Utama**

AIJ membuat sejumlah rekomendasi desain yang melengkapi ketiga standar desain dan rekomendasi yang disebut di atas. Rekomendasi desain tersebut dapat dikategorikan menjadi empat tipe berikut:

- Rekomendasi yang menyoar jenis struktural tertentu (*Saran ketentuan untuk Sistim Peredaman Seismik yang diaplikasikan pada Struktur Baja, dan Rekomendasi untuk Desain dan Fabrikasi Struktur Baja Ringan*)
- Rekomendasi yang menyoar komponen struktural tertentu (*Rekomendasi untuk Desain Sambungan pada Struktur Baja, Rekomendasi Desain untuk Konstruksi Komposit, dan Rekomendasi untuk Desain dan Fabrikasi Struktur Rangka Batang Tubuler Baja*)
- Rekomendasi yang menyoar efek beban tertentu (*Rekomendasi AIJ untuk Desain Tahan Api Struktur Baja*)
- Rekomendasi yang menyoar perilaku struktural tertentu seperti tekuk (*Rekomendasi untuk Desain Stabilitas Struktur Baja*)

Fitur karakteristik dan peran masing-masing rekomendasi desain diringkas di dalam cuplikan di bawah ini dan diambil dari kata pengantar masing-masing rekomendasi.

#### **• Saran Ketentuan untuk Sistim Peredaman Seismik yang Diaplikasikan pada Struktur Baja**

Dokumen ini menyoar struktur baja yang menggunakan kolom dan balok sebagai sistim struktural primer dan bresing penahan tekuk dan/atau panel geser sebagai sistim peredaman tambahan. Ketentuan ini memberikan metode asesmen kinerja untuk peredam baja yang biasa digunakan, prosedur modeling analitikal untuk peredam dan struktur baja kontrol respons, dan metode desain yang menjamin sudut *drift* lantai struktur baja kontrol respons tetap

dalam batas target ketika ada gerakan tanah desain. (Diambil dari kata pengantar edisi pertama).

- **Rekomendasi untuk Desain dan Fabrikasi Struktur Baja Ringan**

Dokumen ini menyampaikan struktur baja tiga lantai atau lebih dengan baja tidak lebih dari ketebalan 6 mm. Versi 1985 menjamin performa dan keandalan struktural yang sama dengan yang diharapkan dari metoda desain kapasitas yang diperkenalkan dalam revisi tahun 1981 Peraturan Standar Bangunan Jepang. Menyadari bahwa analisis plastis tidak dapat langsung diterapkan untuk struktur baja ringan, rekomendasi yang diberikan adalah penyesuaian prosedur desain tahap pertama (dicapai dengan menggunakan desain tegangan ijin, dimana tujuan utamanya adalah agar tidak terjadi kerusakan akibat beban gempa bumi kecil dan sering) untuk menggantikan prosedur desain tahap kedua (dicapai dengan desain kekuatan ultimit, dimana tujuannya adalah memastikan formasi mekanisme disipasi energi terkontrol terhadap beban gempa bumi ekstrim). (Dikutip dari kata pengantar edisi 1985)

- **Rekomendasi untuk Desain Sambungan pada Struktur Baja**

Ketentuan dan persyaratan sambungan las, sambungan baut, dan dasar kolom, yang telah ditetapkan dalam beberapa standar dan rekomendasi AIJ dihimpun dalam dokumen ini dilengkapi dengan komentar penjelasan yang komprehensif dan luas. Untuk tiap sambungan terdapat dua jenis kekuatan: kekuatan batas elastik dan kekuatan ultimit. Kekuatan batas elastik memenuhi desain tegangan ijin untuk beban sementara. Kekuatan ultimit menunjukkan gaya maksimum yang dapat ditransfer oleh sambungan. Dengan menggabungkan dengan metodologi desain yang memadai, kekuatan sambungan ini dapat menghasilkan dasar desain fundamental untuk bangunan baja struktural. (Dicuplik dari kata pengantar edisi pertama)

- **Rekomendasi Desain untuk Konstruksi Komposit**

Dokumen ini terdiri dari empat bagian, Bagian 1: Rekomendasi Desain Struktural untuk Balok Komposit; Bagian 2: Rekomendasi Desain Struktural untuk Slab Dek Komposit; Bagian 3: Rekomendasi Desain untuk Struktur Komposit Dinding Beton Rangka Baja Penahan Beban; dan Bagian 4: Rekomendasi Desain untuk Baut Angkur. Semua rekomendasi menjawab kebutuhan akan metode desain rasional dan perbaikan skema seismik yang menggunakan konstruksi komposit. (Dicuplik dari kata pengantar edisi pertama).

- **Rekomendasi untuk Desain dan Fabrikasi**

## **Struktur Rangka Batang Tubuler**

Dokumen ini menyampaikan persyaratan desain dan fabrikasi yang khusus untuk struktur rangka batang yang tersusun dari pipa dan tube baja. Karena anggota komite ini sudah terlibat aktif dalam Sub-komisi Teknis X-VE Institut Pengelasan Internasional, maka elemen-elemen fundamental dalam rekomendasi ini sesuai dengan berbagai spesifikasi luar negeri. (Dicuplik dari kata pengantar edisi 2002)

- **Rekomendasi AIJ untuk Desain Struktur Baja Tahan Api**

Dokumen ini memeriksa ulang ketentuan desain tahan api yang berlaku dalam hukum dan peraturan Jepang (per 1999) yang berdasarkan suhu member yang diijinkan dan durasi ketahanan terhadap api. Rekomendasi ini menyampaikan batasan desain berdasarkan konsep kekuatan ultimit yang membandingkan kekuatan struktural terhadap berbagai efek beban. (Dicuplik dari pengantar edisi pertama)

- **Rekomendasi untuk Desain Stabilitas Struktur Baja**

Dokumen ini memenuhi empat tujuan: pertama, untuk klarifikasi dasar teknis ketentuan terkait tekuk yang terkandung dalam berbagai spesifikasi bangunan baja struktural; kedua, untuk menjelaskan konsep terkait fenomena tekuk dan untuk mengklarifikasi bagaimana kaitan fenomena tersebut dengan desain; ketiga, untuk memberikan kemudahan bagi pengguna dengan adanya kompilasi persamaan dan metodologi desain yang banyak dipakai; dan keempat, untuk membantuk insinyur pemula dan mahasiswa dengan adanya contoh-contoh. (Dicuplik dari kata pengantar edisi pertama)



Artikel ini berisi susunan, peran dan isi daripada standar dan rekomendasi AIJ mengenai bangunan baja struktural.

Gbr. 1 Susunan Standar Desain dan Rekomendasi untuk Bangunan Baja Struktural

## **Terjemahan Bahasa Inggris Standar Desain AIJ untuk Bangunan Baja Struktural—Berdasarkan Konsep Tegangan Ijin**

Taichiro Okazaki, Profesor, Universitas Hokkaido

Terjemahan Bahasa Inggris *Standar Desain untuk Struktur Baja—Berdasarkan Konsep Tegangan Ijin*

(selanjutnya disebut *Standar*) sudah dapat diunduh dari laman Digital Contents Distribution Architectural Institute of Japan (AIJ)

([https://www.aij.or.jp/eng/publish/index\\_ddonly.htm](https://www.aij.or.jp/eng/publish/index_ddonly.htm)).

Terjemahan ini (sampul depan ditunjukkan pada Gbr. 1) diproduksi untuk menyiapkan versi bahasa Inggris Ketentuan Desain untuk Struktur Baja oleh Sub Komite yang memiliki anggota peneliti dalam bidang bangunan baja struktural dan perwakilan produsen baja Jepang.

AIJ bermaksud mejadikan terjemahan ini sebagai seri pertama edisi bahasa Inggris spesifikasi desain untuk bangunan baja struktural seperti digambarkan dalam artikel di atas.

*Standar* menjelaskan peraturan desain yang paling fundamental untuk bangunan baja struktural yang dibangun di Jepang. Sejak 1981, peraturan bangunan di Jepang terdiri dari prosedur desain dua-tingkat dimana untuk beban gempa bumi sedang digunakan desain tegangan ijin dan untuk beban gempa bumi hebat digunakan desain tegangan ultimit. Sebagaimana judulnya, *Buku Standar* diterapkan untuk prosedur desain sebelumnya yang digunakan dalam penentuan proporsi member struktural hampir semua bangunan baja umum. Sementara desain kekuatan ultimit dibutuhkan untuk bangunan tinggi, bentang panjang dan bangunan khusus lainnya, desain tegangan ijin merupakan aturan umum yang digunakan untuk semua jenis bangunan terlepas dari tinggi maupun tipe struktur atau konfigurasi.

Terjemahan ini mencakup isi utama *Standar* dan Penjelasan Khusus untuk Edisi Bahasa Inggris. Pejelasan Khusus ditujukan untuk membantu pembaca yang tidak terbiasa dengan peraturan dan ketentuan yang diterapkan di Jepang. Oleh karenanya, terjemahan ini tidak digunakan secara terpisah tetapi juga sebagai sumber informasi untuk bangunan baja struktural di Jepang. Sebagai contoh, hubungan antara peraturan desain resmi dengan dokumen teknis AIJ digambarkan dalam kata pengantar dan dibagian lainnya dimana dibutuhkan. Berbagai jenis baja struktural dalam Tabel 1 dan penentuan nilai  $F$ , atau tegangan ijin standar, dijelaskan dalam Penjelasan khusus Seksi 5.1. Kekuatan ijin baut struktural digambarkan dalam Seksi 5.2.

*Standar* diterbitkan pertama kali pada tahun 1970 dan diperbaharui pada edisi terakhir yang terbit pada tahun 2005. Sub-Komite terkait mendapatkan bahwa *Standar* banyak mengacu pada *Spesifikasi untuk Desain, Fabrikasi dan Pemasangan Baja Struktural untuk Bangunan* yang diterbitkan oleh American

Institute of Steel Construction (AISC), khususnya edisi 1963 dan 1967. Susunan bab dan ketentuan edisi pertama *Standar* diambil dari *Spesifikasi AISC*. Perbedaan utama Standar AIJ dengan Spesifikasi AISC adalah premis bahwa beban seismik bersifat dominan di semua lokasi geografis di Jepang.

Edisi 2005 memasukkan pengetahuan ilmiah terbaru dan praktek terkini di Jepang dalam hal kekuatan member (Bab 5), desain fatik (Bab 7), baut (Bab 15), las (Bab 16), dan dasar kolom (Bab 17). Fitur unik *Standar* yang mungkin tidak terdapat dalam standar desain dan peraturan internasional lainnya meliputi cakupan yang komprehensif terkait seksi *built-up* dengan bukaan web (Seksi 9.2 untuk balok, Seksi 11.6 untuk member tekan umumnya, dan Seksi 11.10 untuk kolom) dan persyaratan desain untuk ketiga jenis dasar kolom (Seksi 17.2 untuk tipe ekspose, Seksi 17.3 untuk tipe selubung, dan Seksi 17.4 untuk tipe tanam)

Kami berharap terjemahan Bahasa Inggris Standar bermanfaat bagi para insinyur dalam mendesain bangunan baja struktural di Jepang maupun ketika mengaplikasikan teknologi Jepang di luar Jepang dan untuk memenuhi minat akan desain dan konstruksi Jepang.

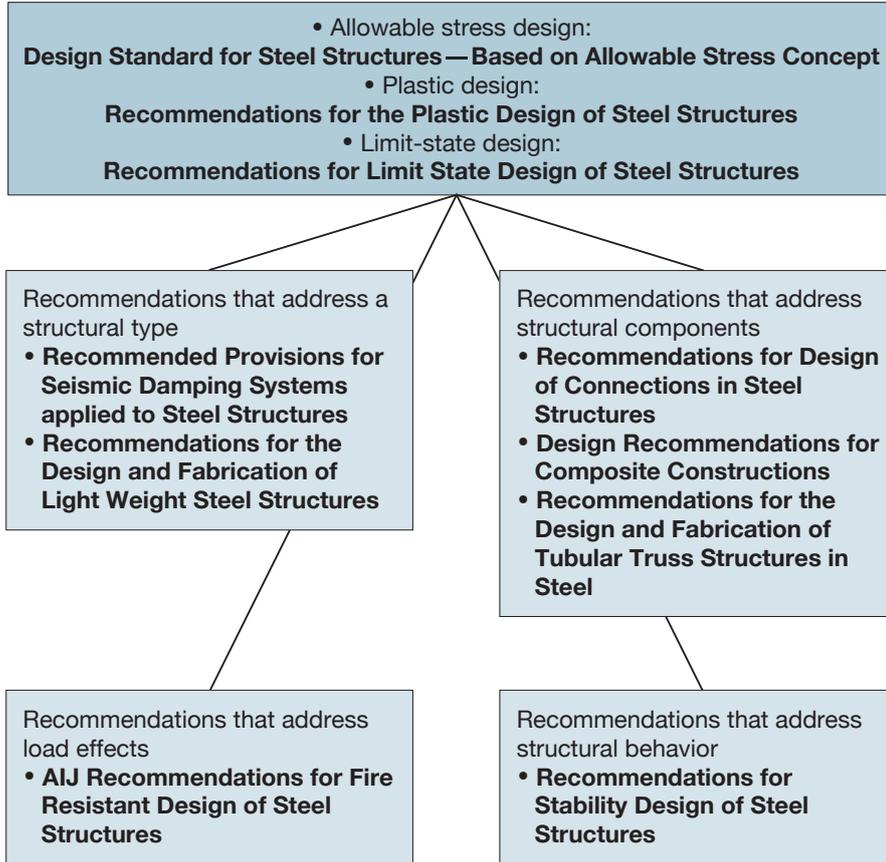
Gbr. 1 Sampul Depan Standar Desain untuk Struktur Baja

Tabel 1 Berbagai Jenis Baja Struktural yang Diterapkan dalam Konstruksi Bangunan Baja Struktural



**Motohide Tada:** After finishing the master's course of the Graduate School of Engineering, Osaka University, he entered Nikken Sekkei Ltd. in 1982. He became assistant professor of the School of Engineering, Osaka University in 1989 and assumed his current position as professor of the School of Engineering, Osaka University in 2007. His specialization is building structures.

**Fig. 1 Organization of AIJ Design Standards and Recommendations for Structural Steel Buildings**





**Taichiro Okazaki:** After finishing the doctor's course at the Graduate School of Engineering, Kyoto University in 1996 and receiving Ph.D. from the University of Texas in 2004, he became assistant professor, University of Minnesota in 2005. Then he served as researcher, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience in 2009 and assumed his current position as professor, Hokkaido University in 2016. His specialization covers steel structures and earthquake engineering.

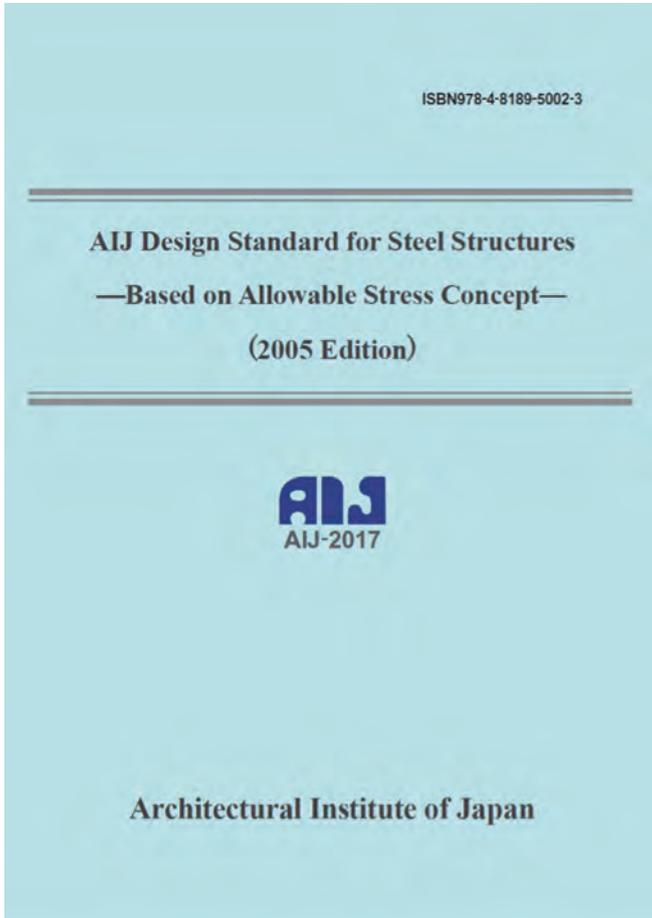


Photo 1  
Front cover of 2005 AIJ  
*Design Standard for Steel  
Structures*

Fig. 1 Sample Page Excerpted from 2005 AIJ Design Standard for Steel Structures

CHAPTER 4 MATERIAL

4.1 Structural Steels and Steel Components

Structural material to be used under this *Standard* shall conform to one of the specifications listed in Table 4.1.

Table 4.1 Specifications and Material Designations

| Specification | Title and Material Designation  |
|---------------|---|
| JIS G 3136    | Rolled steels for building structure<br>SN400 A, SN400 B, SN400 C, SN490 B, SN490 C                     |
| JIS G 3101    | Rolled steels for general structure<br>SS400, SS490, SS540  |
| JIS G 3106    | Rolled steels for welded structure<br>SM400 A, B, C, SM490 A, B, C, SM490 YA, YB, SM520 B, C, SM570     |
| JIS G 3114    | Hot-rolled atmospheric corrosion resisting steel for welded structure<br>SMA400 A, B, C, SMA490 A, B, C |
| JIS G 3475    | Carbon steel tubes for building structure<br>STKN400 W, B, STKN490 B                                    |
| JIS G 3444    | Carbon steel tubes for general structural purposes<br>STK400, STK490                                    |
| JIS G 3466    | Carbon steel square and rectangular tubes for general structure<br>STKR400, STKR490                     |
| JIS G 3138    | Rolled steel bars for building structure<br>SNR400 A, B, SNR490 B                                       |
| JIS G 3350    | Light gauge steel sections for general structure<br>SSC400  |
| JIS G 3353    | Welded light gauge steel H sections for general structure<br>SWH400                                     |
| JIS B 1186    | Sets of high strength hexagon bolt, hexagon nut and plain washers for friction grip joints              |
| JIS B 1178    | Foundation bolts  |
| JIS Z 3211    | Covered electrodes for mild steel, high strength steel and low temperature service steel                |
| JIS Z 3351    | Solid wires for submerged arc welding of carbon steel and low alloy steel                               |
| JIS Z 3352    | Fluxes for submerged arc welding  |
| JIS G 5101    | Carbon steel castings<br>SC480  |
| JIS G 5102    | Steel castings for welded structure<br>SCW410, SCW480   |

Table 1 Structural Steel Products Applied in Building Construction

| Steel type   | Designation and grade | F (N/mm <sup>2</sup> ) |     | Yield-to-tensile strengths ratio, max, % | Plate | Section | Bar | RHS | CHS | Cold formed section |
|--|-----------------------|------------------------|-----|--|-------|---------|-----|-----|-----|---------------------|
|  |                       | Thickness (mm)         |     |  |       |         |     |     |     |                     |
|  |                       | ≤40                    | >40 |  |       |         |     |     |     |                     |
| Rolled steels for general structure                                    | SS                    | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 540                    | 375 | -  | -     |         |     |     |     |                     |
| Rolled steels for welded structure                                     | SM                    | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 520                    | 355 | 335 <sup>#</sup>                         | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 570                    | 400 | 400                                      | -     |         |     |     |     |                     |
| Rolled steels for building structure                                   | SN                    | 400                    | 235 | 215                                      | 80    |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | 80    |         |     |     |     |                     |
| Welded light gauge steel H section for general structure               | SWH                   | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
| Carbon steel square and rectangular tubes for general structure        | STKR                  | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | -     |         |     |     |     |                     |
| Carbon steel tubes for general structure                               | STK                   | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | -     |         |     |     |     |                     |
| Carbon steel tubes for building structure                              | STKN                  | 400                    | 235 | 215                                      | 80*   |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | 80*   |         |     |     |     |                     |
| Rolled steel bars for building structure                               | SNR                   | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | -     |         |     |     |     |                     |
| Light gauge steel sections for structure                               | SSC                   | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
| Hot-rolled atmospheric corrosion resisting steels for welded structure | SMA                   | 400                    | 235 | 215                                      | -     |         |     |     |     |                     |
|  |                       | 490                    | 325 | 295                                      | -     |         |     |     |     |                     |

\* Max. 85% for arc-welded pipe. # 315 N/mm<sup>2</sup> for thickness over 75 mm.

(Halaman 5~8)

## **Retrofit Seismik Struktur Baja Bentang Panjang Menggunakan Peredam Viskositas**

oleh Hideki Idota, Profesor, Institut Teknologi Nagoya

### **Kebutuhan akan Retrofit Seismik Bangunan Setelah Masa Layan Panjang**

Di Jepang, banyak bangunan pabrik struktur baja bentang panjang yang dibangun dalam periode pertumbuhan ekonomi antara sekitar tahun 1960 hingga sekitar 1970 yang masih digunakan. Peraturan Standar Bangunan Jepang direvisi pada tahun 1979 dan mengharuskan banyak bangunan yang di bangun sebelum 1979 untuk diretrofit. Akan tetapi, retrofit seismik bangunan-bangunan tersebut tidak menunjukkan kemajuan dikarenakan alasan berikut:

- Untuk dapat dilakukan retrofit seismik agar memenuhi ketentuan dalam Peraturan Standar Bangunan, pengoperasian pabrik harus dihentikan sementara yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomis.
- Bila pabrik harus dipindah terlebih dahulu agar pengoperasian tidak terhenti, maka diperlukan lokasi pabrik yang baru dan akan membutuhkan biaya pemindahan yang besar.
- Karena hubungan antar parameter (IS: index seismik struktur) yang diaplikasikan dalam desain retrofit seismik dengan tingkat kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi, retrofit seismik berdasarkan performa tidak dapat diterapkan.

Untuk mengatasi masalah ini, maka diterapkan retrofit dengan penggunaan peredam viskositas pada bangunan bentang panjang struktur baja (Gbr. 1 dan 2, Tabel 1), dimana garis besarnya disampaikan dalam artikel ini.

Gbr. 1 Gambar Perspektif Model Analisis 3D

Gbr. 2 Konfigurasi Detil Atap Gigi Gergaji

Tabel 1 Garis Besar Bangunan Pabrik untuk Diretrofit

### **Estimasi Respons akibat Gelombang Seismik Perkiraan**

Untuk memeriksa metode retrofit seismik bangunan target, dilakukan analisis respons dinamik dengan menggunakan berbagai gerakan gempa bumi. Gerakan gempa yang diterapkan ada tiga sebagai berikut:

#### **• Gelombang 1: Simulasi Gerakan Gempa Bumi untuk Desain Struktural**

Simulasi ini merupakan gerakan permukaan tanah

yang diperbesar dengan merefleksikan hasil survei permukaan tanah di lokasi bangunan target berdasarkan gerakan pada batuan dasar sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Standar Bangunan. Periode ulang gerakan gempa bumi simulasi adalah 500 tahun.

#### **• Gelombang 2**

Gelombang ini merupakan gerakan gempa bumi yang diperoleh dengan mengurangi kecepatan puncak permukaan gelombang hingga 80%. Periode ulang gerakan gempa bumi ini adalah 300 tahun.

#### **• Gelombang 3**

Gelombang ini merupakan gerakan gempa bumi yang diperkirakan terjadi ketika Gempa Bumi Besar Palung Nankai. Probabilitas terjadinya gerakan tanah ini 10% dalam 30 tahun mendatang.

Gbr. 3 menunjukkan spektrum respons akselerasi maksimum dan spektrum respons displasmen maksimum dari ketiga gelombang. Gambar ini juga menunjukkan periode natural primer untuk bangunan target yang diperoleh dengan menggunakan model rangka dengan analisis 3D.

Berdasarkan gambar, periode natural bangunan target adalah sekitar 1,1 detik ke arah timur-barat, dan sekitar 0,9 detik ke arah selatan-utara. Bila periode natural dibuat dengan siklus lebih pendek dengan melakukan retrofit seismik bangunan, periode natural bangunan target mendekati periode dominan, sehingga dapat diestimasi bahwa input gerakan gempa bumi ke bangunan bertambah dengan cepat.

Dalam kondisi demikian, bila retrofit ditujukan untuk meningkatkan kekuatan bangunan, skala retrofit untuk mempertahankan rentang kondisi elastik bangunan terhadap akselerasi respons lebih dari 500 ( $\text{cm}/\text{m}^2$ ) akan menjadi besar. Oleh karenanya, tidaklah berdasar untuk menerapkan metode retrofit pada bangunan tersebut bila hanya akan berakibat pada periode natural yang lebih pendek.

Gbr. 3 Spektrum Respons Maksimum

### **Estimasi Deformasi dan Penurunan Ultimit pada Kriteria Desain**

Konferensi dengan pemilik dilakukan terkait kriteria desain retrofit untuk melihat fitur karakteristik bangunan yang khusus sebagaimana digambarkan di atas. Intensi pemilik adalah sebagai berikut:

#### **• Kriteria desain 1**

Gedung pabrik tidak boleh kolaps ketika terjadi gempa bumi yang sangat langka.

#### **• Kriteria desain 2**

Kerusakan bangunan akibat gempa bumi yang jarang terjadi diperbolehkan, tetapi pengoperasian pabrik harus tetap berlangsung bahkan ketika gempa bumi terjadi.

### • Kriteria desain 3

Pengoperasian pabrik tidak boleh tertunda akibat pekerjaan retrofit.

Dalam kriteria 1, karena bangunan ini dalam kondisi batas yang memungkinkan terjadinya kolaps, dilakukan *push over analysis* yang memperhitungkan terjadinya fraktur pada sambungan rangka batang. Dalam analisisnya, karakteristik gaya restorasinya serupa dengan yang ada pada kurva rangka dengan beban siklik diberikan untuk menangani tekuk. Gbr. 4 menunjukkan konsep metode analitisnya.

Gbr. 5 menunjukkan hasil *push over analysis*. Dalam analisis ini, titik pecah awal pada kebanyakan rangka terjadi karena leleh akibat lendutan luar-bidang (out-of-plane) pada baut angkur atau pelat dasar dari dasar kolom terekspose.

Pada arah sisi panjang rangka, kebanyakan sambungan rangka batang mengalami fraktur ketika sudut *drift* melebihi 1/70, dan setelah penurunan kekuatan rangka sebesar 15% akibat fraktur pada sambungan, kekuatan rangka tidak menunjukkan gradien negative hingga sekitar 1/50 sudut *drift* lantai bahkan ketika efek  $P-\Delta$  diperhitungkan.

Pada arah sisi pendek rangka, ketika pada tahap awal terjadi fraktur sambungan pada bresing eksisting aksis 14, penurunan kekuatan tidak terjadi hingga sekitar 1/40 sudut *drift* lantai selain pada aksis 14.

Gbr. 4 Konsep *Push Over Analysis* untuk Tipe Penurunan Kekuatan Bertahap

Gbr. 5 Hasil *Push Over Analysis*

### Garis Besar Retrofit Seismik

Retrofit seismik pada bangunan target diterapkan dengan menggunakan perangkaan *buttruss* (dinding penopang) dengan pertimbangan bahwa retrofit seismik dengan meningkatkan kekuatan tidak sebagaimana dijelaskan sebelumnya. Khususnya, seperti pada Gbr. 6, perangkaan *buttruss* struktur baja diinstalasi pada pipa baja yang menyokong tiang pancang yang dipancang di luar bangunan, dan bangunan dan perangkaan *buttruss* dihubungkan dengan peredam kontro respons viskositas. Perangkaan *buttruss* diinstalasi pada kedua sisi bidang bangunan.

Gbr.6 Perangkaan Buttruss Kontrol Respons yang

Diinstalasi di Luar Pabrik

### Estimasi Respons Maksimal setelah Retrofit Seismik

Untuk mengestimasi respons maksimal yang terjadi setelah retrofit bangunan target, dilakukan analisis respons seismik menggunakan model 3 D dimana ditambahkan perangkaan *buttruss* kontrol respons.

Hasil analisis menunjukkan bahwa displasmen respons maksimum dapat ditetapkan dengan kriteria tertentu (dalam 1/70 sudut *drift* lantai) ketika diberikan gerakan gempa gelombang 1 dan 3 sebagaimana disebut di atas. Dalam hal ketika diberikan gerakan gempa dalam gelombang 1, ketika sudut *drift* lantai dimana displasmen respons maksimum melampaui kriteria tertentu, dipastikan tidak akan terjadi bangunan kolaps maupun balok jatuh yang diakibatkan oleh fraktur member batang tepi. Terjadinya fraktur pada member batang tepi yang dibahas disini dinilai berdasarkan kriteria terjadinya fraktur dimana regangan aksial pada sisi tekan tidak melampaui 1% seperti digambarkan pada Gbr. 7

Gbr. 7 Histeresis Tegangan Aksial-Regangan Aksial Rangka Batang yang menyebabkan Tekuk

### Hasil Retrofit

Hasil di bawah ini merupakan hasil proyek retrofit saat ini:

- Retrofit seismik yang memenuhi performa bangunan yang diharapkan oleh pemilik direalisasikan secara ekonomi dengan mengijinkan tekuk pada member batang tepi
- Dalam retrofit seismik bangunan bentang besar struktur baja dimana bisnis tetap harus berlangsung, perlu dikembangkan teknologi retrofit seismik yang dapat meningkatkan ketahanan seismik dengan melakukan retrofit hanya dari luar bangunan
- Perlu diperjelas hubungan antara skala input gerakan gempa bumi untuk desain retrofit dengan perkiraan kerusakan yang diakibatkan, dan juga perlu untuk memanfaatkan teknologi untuk menjelaskan hubungan tersebut ke pemilik.

Foto 1 Perangkaan kontrol respons *buttruss* menggunakan peredam viskositas

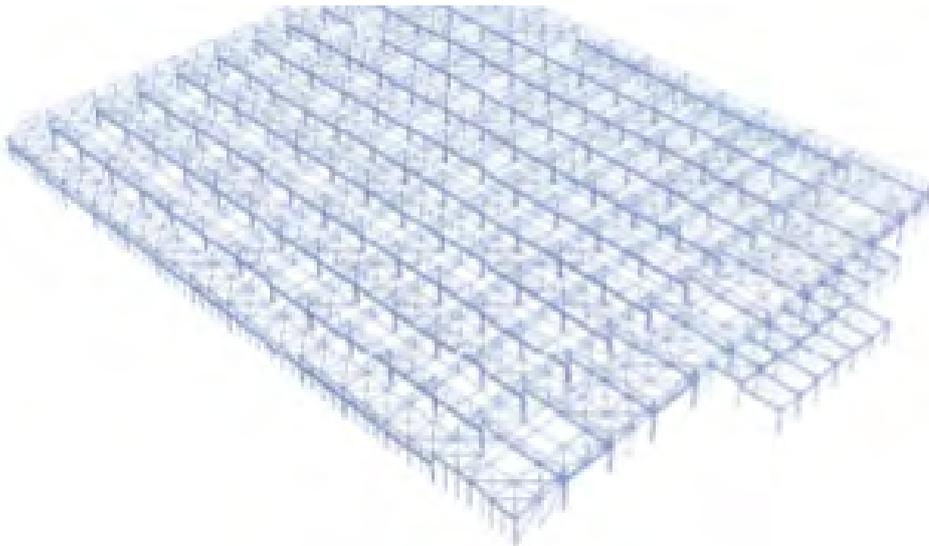


**Hideki Idota:** After finishing the doctor's course of the Tokyo Institute of Technology in 1988, he became assistant professor of the Faculty of Engineering, Nagoya Institute of Technology in 1998. He assumed his current position as professor, the Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology in 2009. He received the Architectural Institute of Japan Prize 2015 (Research Themes Division).

**Table 1 Outline of the Plant Building Targeted for Retrofitting**

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| No. of stories                      | 1 story aboveground, no underground floor and penthouse                              |
| Total building area                 | About 33,600 m <sup>2</sup>  |
| Plane shape                         | Long side: 13 spans, about 200 m; Short side: 12 spans, about 160 m                  |
| Eaves height, building height       | Eaves height: GL=8.2 m; Building height: 11.5m                                       |
| Year of design                      | 1966 (based on the former Seismic Design Code)                                       |
| Column                              | Built-up column using rolled H-shapes  |
| Beam                                | Truss beam using L-shapes  |
| Roof                                | Saw-tooth configuration, slate covering  |
| Foundation                          | Independent foundation, steel pipe pile, exposed column base                         |
| Earthquake load                     | Unit load that reflects latest equipment load: 1.84 kN/m <sup>2</sup>                |
| Seismic resistance diagnosis result | Minimum value of seismic index of structure (Is value): 0.17;<br>Average value: 0.30 |
| Natural period (s)                  | No retrofitting Long side: 1.21; Short side: 0.89                                    |
|                                     | Extremely rare equivalence Long side: 1.78; Short side: 1.70                         |

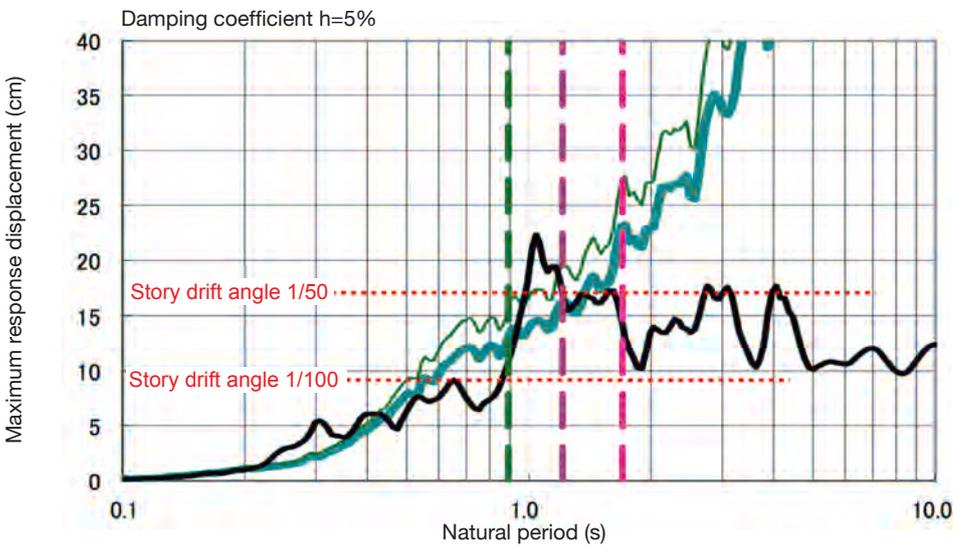
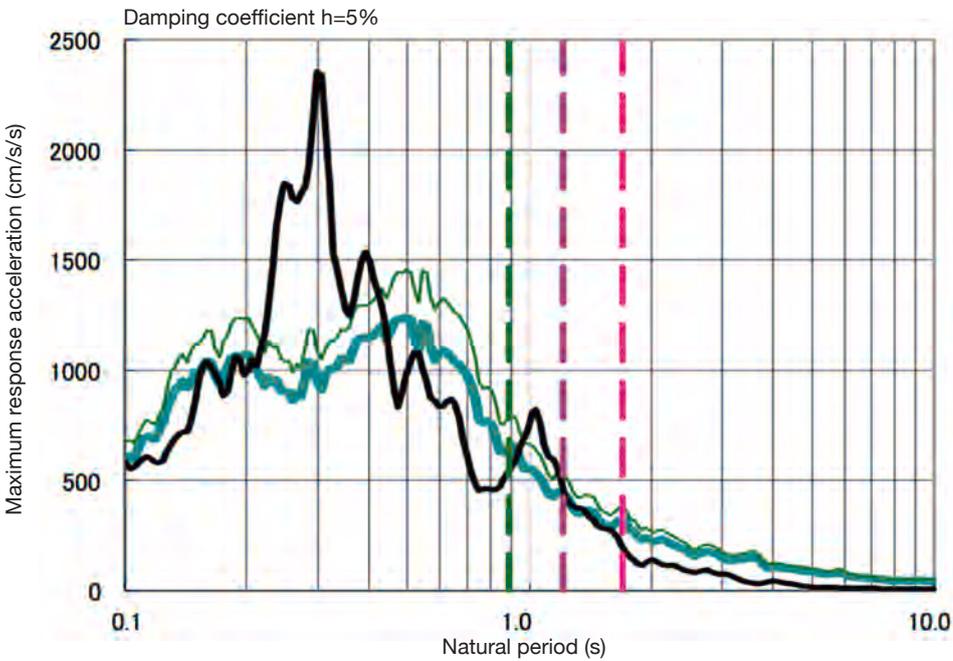
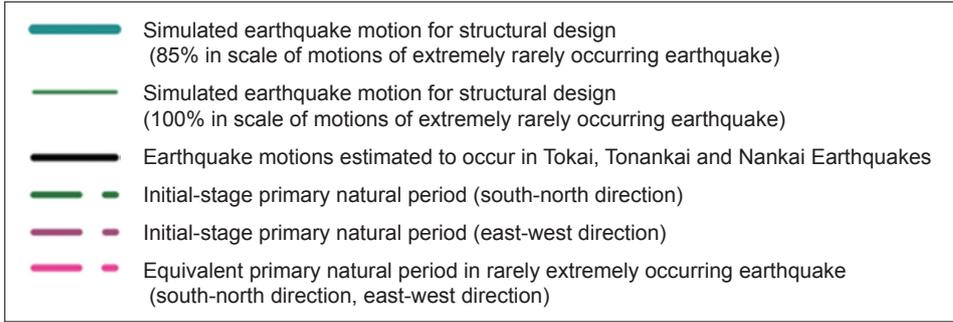
**Fig. 1 Perspective Drawing of 3D Analysis Model**



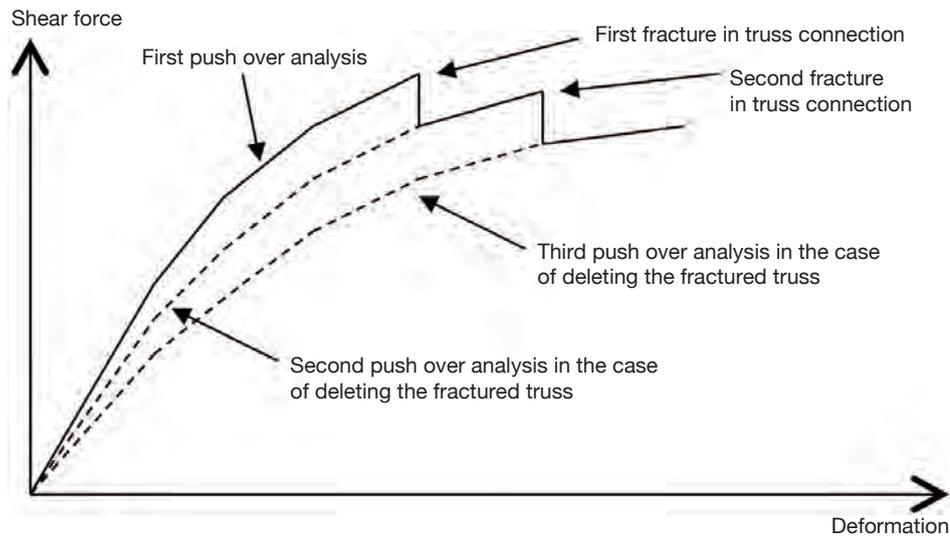
**Fig. 2 Detailed Configuration of Saw-tooth Roof**



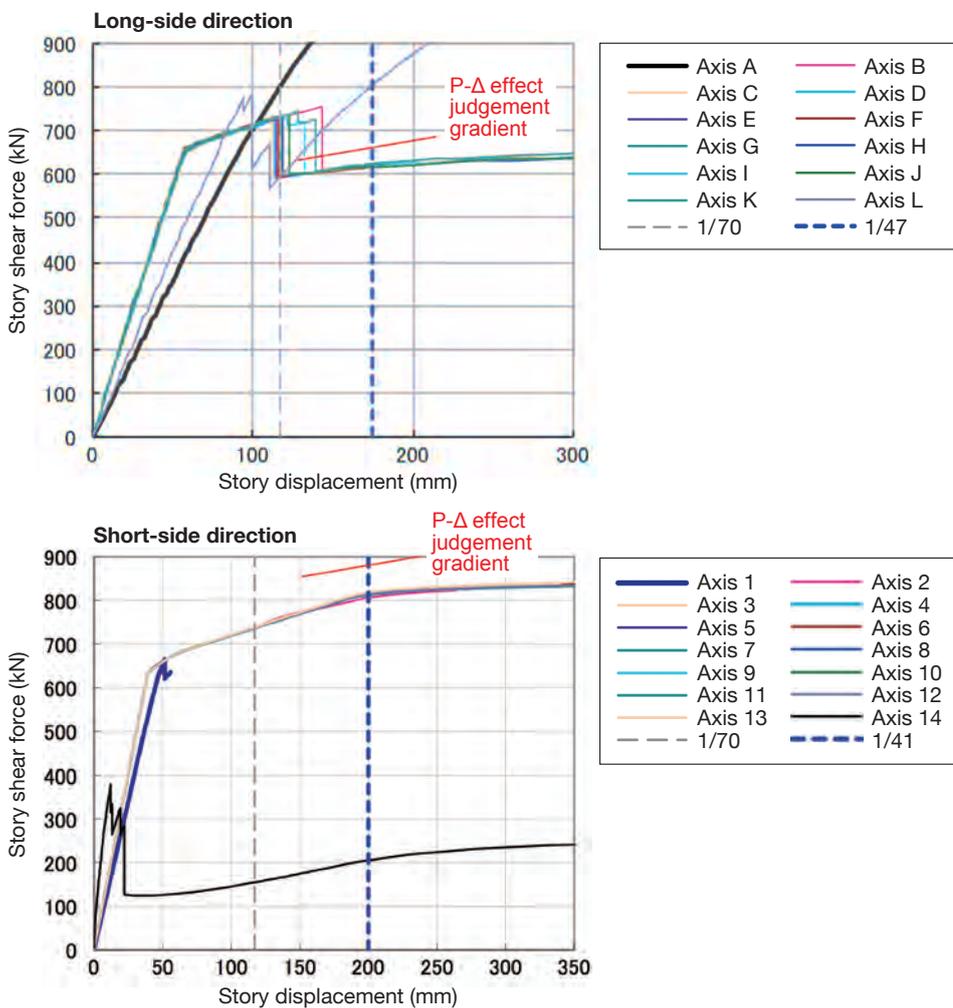
**Fig. 3 Maximum Response Spectrum**



**Fig. 4 Concept of Push Over Analysis of Phased Strength Loss Type<sup>5)</sup>**



**Fig. 5 Results of Push Over Analysis**



**Fig. 6 Response-control Buttress Framing Installed Outside of Plant**



**Fig. 7 Hysteresis of Axial Strain-Axial Stress of the Truss that Causes Buckling**

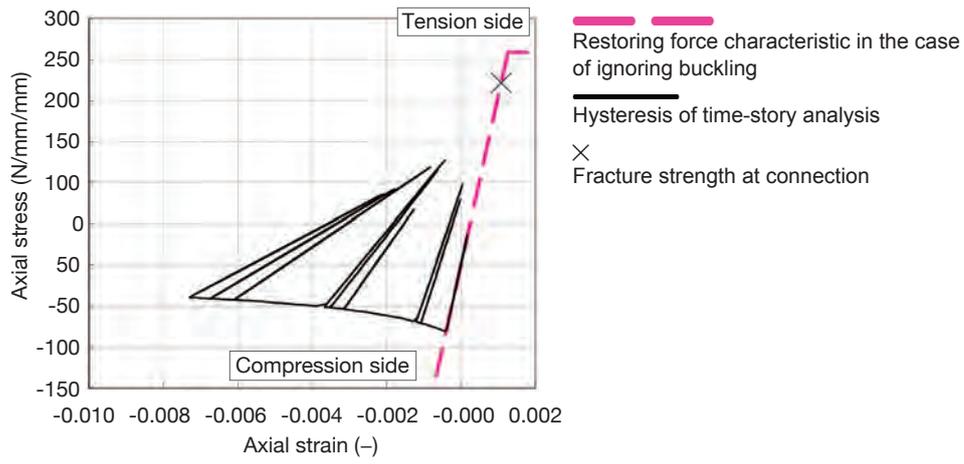


Photo 1 Response-control buttress framing employing viscosity damper

(Halaman 9~12)

## **Buku Petunjuk Pencegahan Fraktur Getas Diafragma Dalam Las Terak Listrik**

### **— Untuk Digunakan dalam Manufaktur Kolom Terbangun Seksi Kotak —**

oleh Takahiko Suzuki, Nippon Steel & Sumikin Technology Co., Ltd., dan Takumi Ishii, JFE Techno-Research Corporation

#### **Meningkatnya Kebutuhan Persiapan Buku Petunjuk**

Masyarakat Konstruksi Baja Jepang menerbitkan Buku *Petunjuk Pencegahan Fraktur Getas Las Terak Listrik Diafragma Dalam* untuk digunakan dalam manufaktur kolom seksi kotak terbangun (*built-up*). Riset persiapan ini ditanggung-jawabi oleh Federasi Besi dan Baja Jepang.

Kolom seksi kotak terbangun (*built-up*) diproduksi dengan perakitan las empat pelat baja (selanjutnya disebut ‘kolom kotak’). Kolom kotak sudah banyak digunakan untuk konstruksi lantai bagian bawah dari sebuah bangunan tinggi perkantoran, dan ketebalan pelat baja yang digunakan memiliki rentang 25 mm hingga 10 mm. Penerapan las standar yang digunakan untuk menyambung diafragma dalam kolom kotak adalah pengelasan terak listrik, dan dalam beberapa kasus panas input pengelasan mencapai 1.300 kJ/cm. (Lihat Gbr. 1)

Kekerasan (*toughness*) dari *skin plate* diyakini menurun dengan tingginya panas dan tegangan yang terkonsentrasi pada bukaan (Gbr. 2) antara *backing metal* las terak listrik (*electro-slag welds*) (selanjutnya disebut ‘ESW’) dan *skin plate* kolom kotak, dan mengakibatkan fraktur getas pada ESW. Walaupun sebelumnya tidak ada contoh fraktur pada rangka baja yang rusak akibat gempa bumi sebelumnya, dalam riset ini fraktur pada ESW (Gbr. 3) ditemukan terjadi pada sambungan kolom-balok.

Ketika Gempa Bumi Hyogoken-Nanbu (Gempa Bumi Besar Hashin) pada tahun 1995, fraktur terjadi pada sambungan las CO<sub>2</sub> antara ujung balok rangka baja, dan untuk penanganan faktor demikian diterbitkan buku Petunjuk untuk Pencegahan Fraktur Getas Ujung Balok pada Sambungan Las, yang dipublikasikan oleh Pusat Bangunan Jepang. Dalam Buku Petunjuk ini, ujung balok rangka baja disyaratkan memiliki kekerasan 70J atau lebih (70J: Energi terserap Charpy pada suhu uji 0°C). Akan tetapi, karena panas

pengelasan selama pengelasan terak listrik berpuluh kali lebih tinggi dibanding pengelasan CO<sub>2</sub>, sulit untuk menjamin kekerasan 70J untuk ESW

Untuk menghadapi situasi demikian, telah dikembangkan baja performa tinggi yang menekan penurunan kekerasan pada pengelasan suhu tinggi (baja dengan kekerasan HAZ tinggi). Akan tetapi, karena ketebalan pelat dari *skin plate* kolom cenderung lebih tipis akibat meluasnya penggunaan kolom pipa baja isi beton, semakin sulit untuk menjamin kekerasan ESW yang sesuai sekalipun menggunakan baja dengan kekerasan HAZ tinggi. Sementara itu, ketika pengelasan terak listrik digantikan dengan pengelasan CO<sub>2</sub>, produktifitas rangka baja jauh berkurang.

Kondisi di atas mendorong kebutuhan untuk menemukan cara mencegah terjadinya fraktur getas yang tepat untuk produk baja yang saat ini dipakai, material las dan juga persyaratan pengelasannya.

Federasi Besi dan Baja Jepang melakukan uji struktural (Gbr. 4) untuk mereproduksi kondisi fraktur ESW dengan memasukkan kekerasan las dan tegangan Tarik column skin plate sebagai parameter (Gbr. 5). Hubungan antara kekerasan ESW dan kekuatan fraktur ESW ditemukan dari hasil uji (Gbr. 6). Selanjutnya, tegangan setempat pada titik inisiasi fraktur (tegangan utama maksimum ekuivalen) ditemukan dengan menggunakan analisis FEM (Gbr. 7) yang kemudian memastikan hubungan antara tingkat kekerasan ESW (Nilai impak Charpy) dan tegangan batas atas. Sejumlah hasil yang diperoleh (contohnya, referensi 5) disusun dalam Buku Petunjuk Pencegahan Fraktur Getas Diafragma Dalam Las Terak Listrik (*Guidebook for Preventing Brittle Fractures of Inner Diaphragm Electro-slag Welds*)

Gbr. 1 Manufaktur Kolom Seksi Kotak Terbangun (Kolom Kotak) dengan Pengelasan Panas Tinggi

Gbr. 2 Garis Besar Sambungan Kolom-Balok pada Kolom Kotak dan Kekhawatiran akan Terjadinya Fraktur Getas

Gbr. 3 Fraktur Getas yang Terjadi dari Ujung Bukaan *Backing Metal* dan Penyebab Terjadinya Fraktur

Gbr. 4 Memahami Kondisi Kejadian Fraktur dengan Cara Uji Struktural

Gbr. 5 Uji Perangkaan Parsial: Contoh Kondisi Fraktur

Gbr. 6 Hubungan antara kekuatan Fraktur Sambungan ESW dan Tingkat kekerasan

#### **Garis Besar Buku Petunjuk**

Menurut *Petunjuk Pencegahan Fraktur Getas*

*Diafragma Dalam Las Terak Listrik*, gaya Tarik (tegangan Tarik) yang bekerja pada ESW ditekan hingga tingkat yang lebih rendah berdasarkan kekerasan praktis ESW, dengan mengutamakan pencegahan fraktur ESW. Hal ini disebabkan karena baik kekuatan fraktur (tegangan batas atas) ESW maupun kekerasan ESW keduanya menurun, seperti pada Gbr. 7 dan 8. Di bawah ini, disampaikan metode pencegahan terjadinya fraktur ESW:

**• Metode Pencegahan Fraktur dengan Cara Pemeriksaan Cepat**

Gbr. 9 menunjukkan alur pemeriksaan singkat yang dibutuhkan untuk pencegahan fraktur ESW. Seperti dalam alur, pertama ditentukan tingkat kekerasan ESW, dan kemudian fraktur dicegah dengan menetapkan tegangan makroskopik yang bekerja pada diafragma pada level yang lebih rendah daripada nilai batas atas untuk tegangan yang diaplikasikan seperti pada Tabel 1. Tegangan yang diaplikasikan  $\sigma$  dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{c_f M}{(d t + \Delta t) \cdot ({}_b H - {}_{bf} t) \cdot ({}_b B + 2 {}_s t)} \dots\dots (1)$$

- $c_f M$ : Momen Lentur yang bekerja pada ujung balok (muka kolom) (N·mm)
- $d t$ : Tebal diafragma dalam (mm)
- $\Delta t$ : Lebar penetrasi (mm) \* Jumlah lebar penetrasi pada kedua sisi
- ${}_b H$ : Tinggi balok (mm)
- ${}_{bf} t$ : Tebal flens balok (mm)
- ${}_b B$ : Lebar flens balok (mm)
- ${}_s t$ : Tebal *skin plate* kolom(mm)

Dalam perhitungan tegangan yang diberikan  $\sigma$ , kekerasan standar ESW ditetapkan 27J. Akan tetapi, dalam kasus dimana tegangan yang diberikan  $\sigma$  melampaui 240 M/mm<sup>2</sup> atau dalam kasus dimana kekerasan standar 27J tidak dapat dipastikan, maka diberikan tegangan batas atas sesuai dengan tingkat kekerasan  $\sqrt{E}=15J$  dan  $\sqrt{E}=47J$ , sebagaimana ditunjukkan dalam tabel.

**• Metode Pencegahan Fraktur dengan Cara Pemeriksaan Rinci**

Dalam metode pencegahan fraktur dengan pemeriksaan rinci, pencegahan dilakukan berdasarkan pemeriksaan tegangan setempat yang terjadi pada bukaan antara backing metal ESW dengan *skin plate* kolom. Metode ini mempertimbangkan tegangan tarik

*skin plate* kolom, sehingga diperoleh desain pencegahan fraktur yang lebih rasional dibandingkan desain pencegahan fraktur menggunakan pemeriksaan cepat di atas

Gbr. 10 menunjukkan alir pemeriksaan rinci untuk pencegahan fraktur ESW. Alir pemeriksaan ini terdiri dari tiga prosedur: 1) perhitungan tegangan yang terjadi pada diafragma dalam, 2) perhitungan tegangan utama maksimum yang bekerja pada titik awal fraktur, dan 3) penentuan kekerasan yang dibutuhkan untuk mencegah terjadinya fraktur getas. Kekuatan yang dibutuhkan  $\gamma_{req}$  dihitung dari persyaratan desain menggunakan prosedur 1), 2) dan 3), dan nilai diperoleh dibandingkan dengan kekuatan batas atas  $\gamma_{lim}$  yang dihitung berdasarkan kekerasan ESW. Bila dibandingkan ternyata  $\gamma_{req} \leq \gamma_{lim}$ , pemeriksaan selesai, dan bila hasil perbandingan diperoleh  $\gamma_{req} > \gamma_{lim}$ , detail sambungan dan kekerasan dalam persyaratan desain diperiksa kembali.

**• Metode Asesmen untuk Kekerasan ESW**

Kekerasan ESW dievaluasi dengan uji impak dalam uji eksekusi las yang dilakukan dengan menggunakan produk baja dan material pengelasan aktual dengan menerapkan ketentuan-ketentuan pengelasan. Diketahui bahwa kekerasan ESW berbeda-beda tergantung posisi *notch* spesimen uji. Karena belum digunakannya prosedur yang seragam untuk ekstraksi dan persiapan pengujian, dalam *Buku Petunjuk* diberikan prosedur uji seperti ditunjukkan di bawah.

Menurut *Buku Petunjuk*, spesimen uji diekstraksi dari posisi seperti dalam Gbr. 11, dan uji impak dilakukan pada tiga posisi *notch*. Hal ini dikarenakan titik awal fraktur adalah zona fusi ESW pada ujung bukaan, dan fraktur terjadi pada logam las atau zona-pengaruh-panas (*heat-affected zone (HAZ)*) dari ESW. Secara khusus ketiga posisi *notch* adalah:

- *Bond*: Zona fusi *skin plate* kolom dan logam las
- HAZ1: Posisi 1 mm dari seksi *bond* ke sisi *skin plate* kolom
- Depo1: Posisi 1 mm dari seksi *bond* ke sisi logam las

Tiga uji impak dilakukan pada tiap posisi *notch* untuk memperoleh nilai rata-rata untuk energi terserap Charpy. Nilai terendah dari nilai rata-rata yang diperoleh ditetapkan sebagai kekerasan ESW. Temperatur uji untuk uji impak biasanya ditetapkan 0°C, tetapi bila lingkungan pemasangan rangka baja dan kondisinya sangat berbeda satu sama lainnya, temperatur uji dapat dirubah.

Gbr. 7. Memahami Kondisi Terjadinya Fraktur dengan Cara Analisis FEM

Gbr. 8 Hubungan antara Tegangan Utama Maksimum Ekuivalen pada Titik Awal Fraktur dan Tingkat Kekerasan

Table 1 Standar untuk Nilai Batas Atas Tegangan yang Bekerja pada Diafragma Dalam

Gbr. 9 Alir Pemeriksaan Cepat yang Dibutuhkan untuk Pencegahan Fraktur ESW

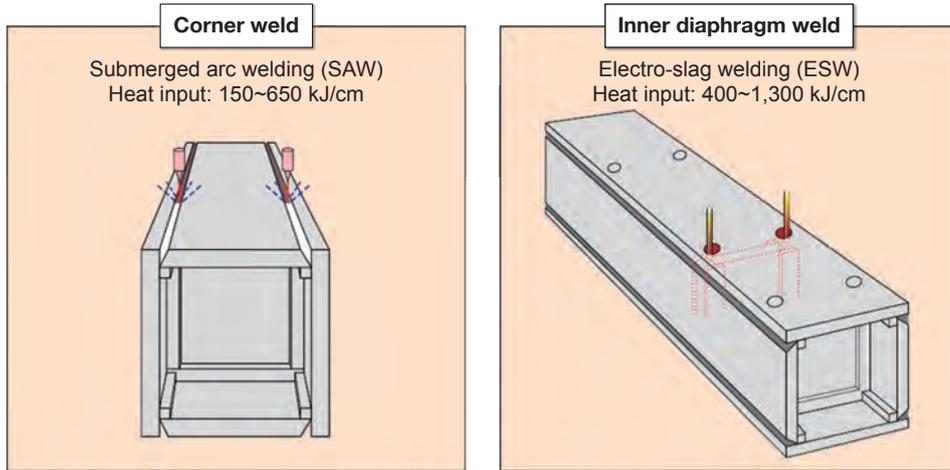
Gbr. 10. Alir Pemeriksaan Rinci yang Dibutuhkan untuk Pencegahan Fraktur ESW

Gbr. 11 Prosedur untuk Ekstraksi dan Persiapan Spesimen Uji

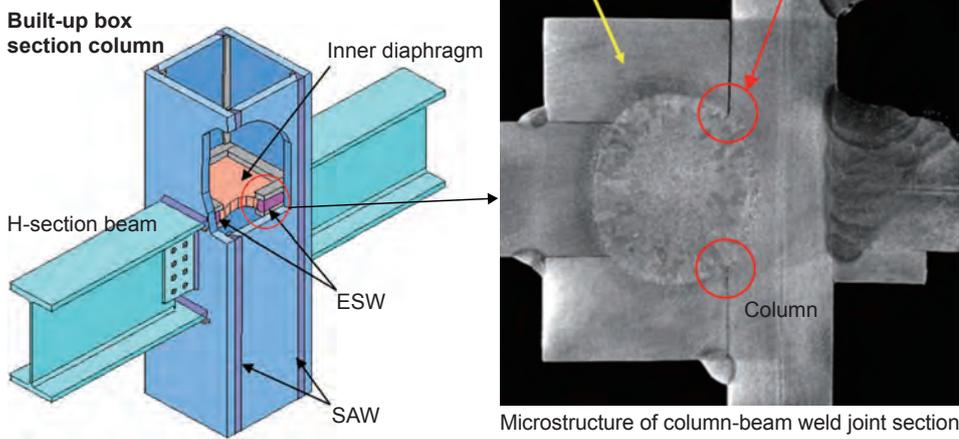
### **Rencana Yang Akan Datang Terkait Buku Petunjuk**

*Buku Petunjuk* ini menargetkan ESW dengan baja kekuatan 490 N/mm<sup>2</sup>. Sementara itu, tren saat ini menunjukkan bahwa baja dengan kekuatan 590 M/mm<sup>2</sup> semakin banyak digunakan untuk konstruksi bangunan yang cenderung berukuran raksasa. Oleh karenanya pemeriksaan serupa dengan yang disebut di atas perlu dilakukan ketika digunakan baja mutu tinggi dengan kekuatan Tarik 490 N/mm<sup>2</sup> atau lebih.

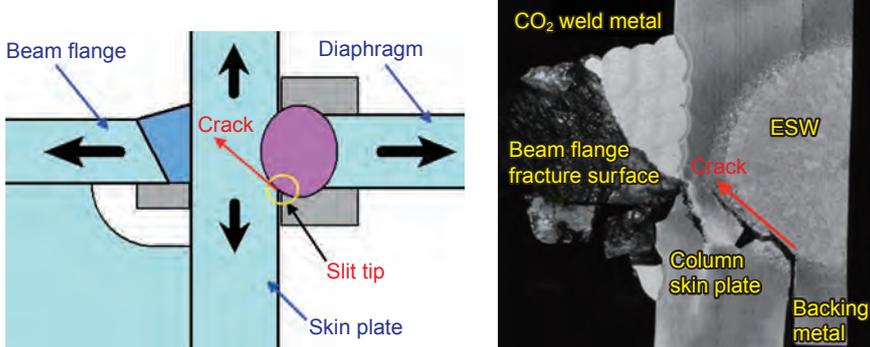
**Fig. 1 Manufacture of Built-up Box Section Column (Box Column) by Means of Large Heat-input Welding**



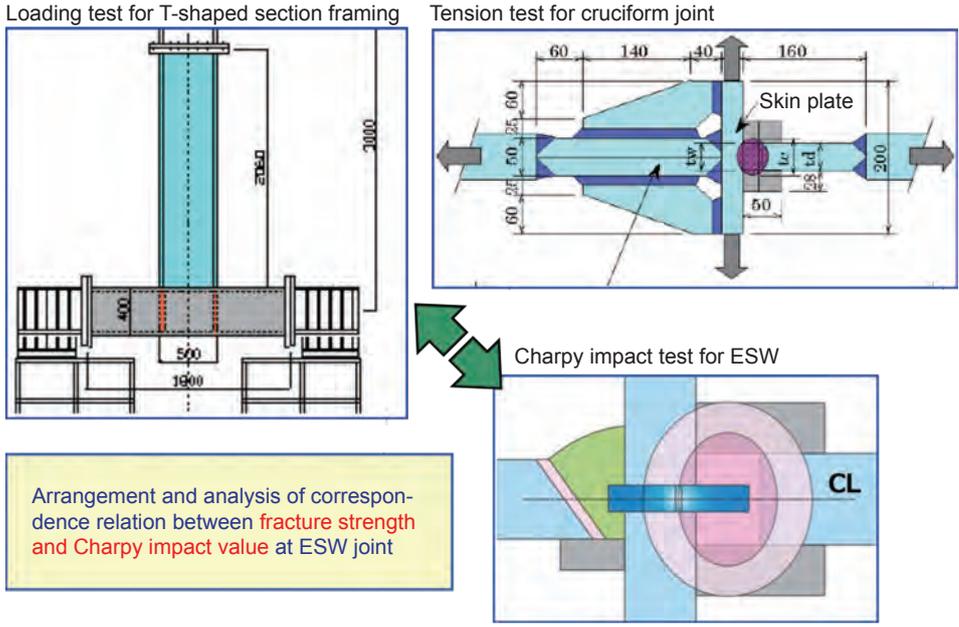
**Fig. 2 Outline of Column-Beam Connection of Box Column and Anxiety over Brittle Fracture Occurrence**



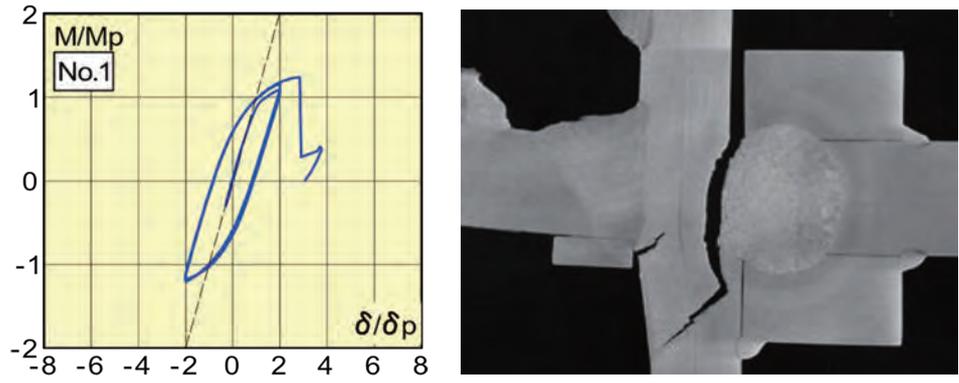
**Fig. 3 Brittle Fracture Occurring from Backing Metal Slit Tip and Cause of Fracture Occurrence**



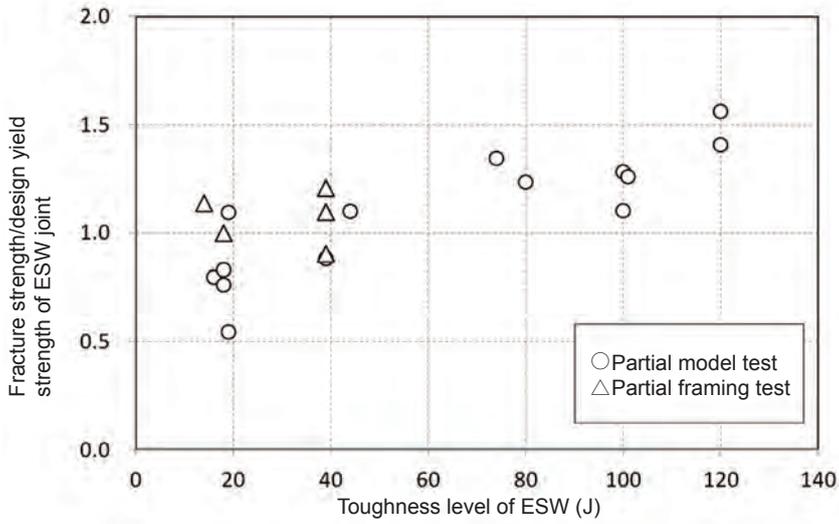
**Fig. 4 Understanding of Fracture Occurrence Condition by Means of Structural Testing**



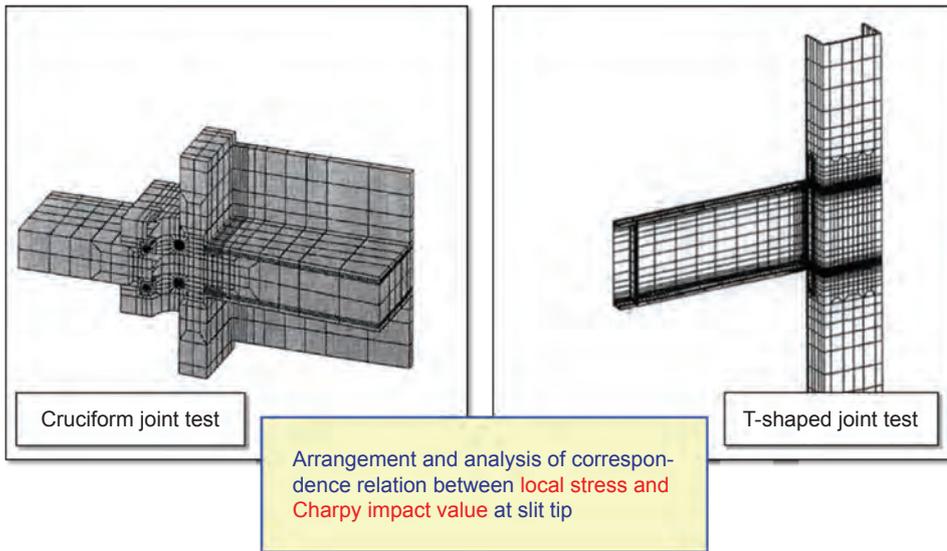
**Fig. 5 Partial Framing Test: Example of Fracture Condition**



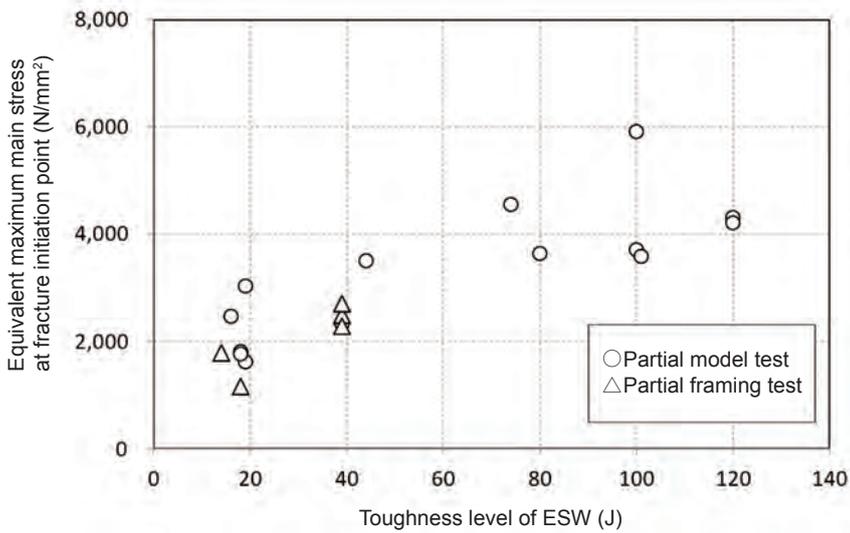
**Fig. 6 Relation between Fracture Strength and Toughness Level of ESW Joint**



**Fig. 7 Understanding of Fracture Occurrence Condition by Means of FEM Analysis**



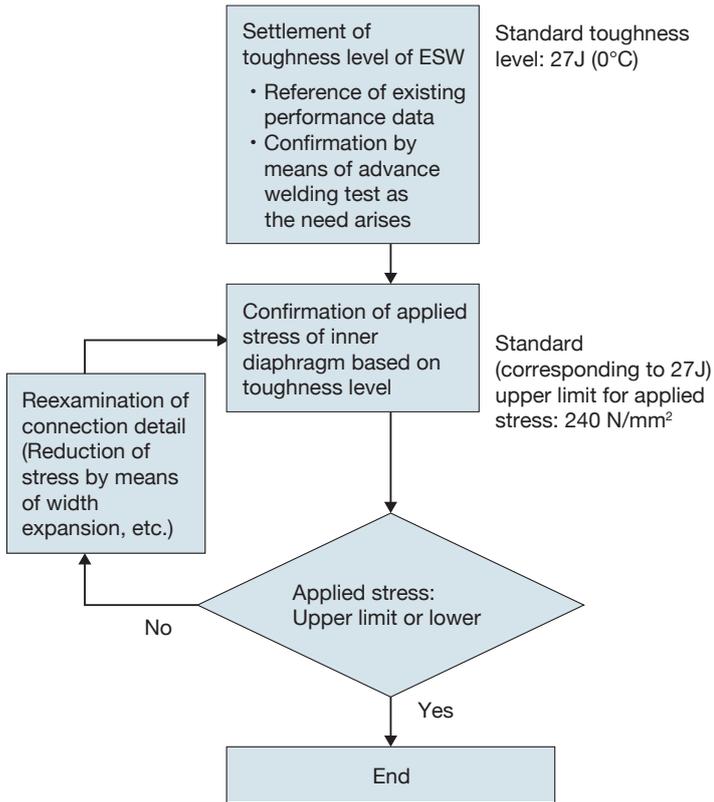
**Fig. 8 Relation between Equivalent Maximum Main Stress at Fracture Initiation Point and Toughness Level**



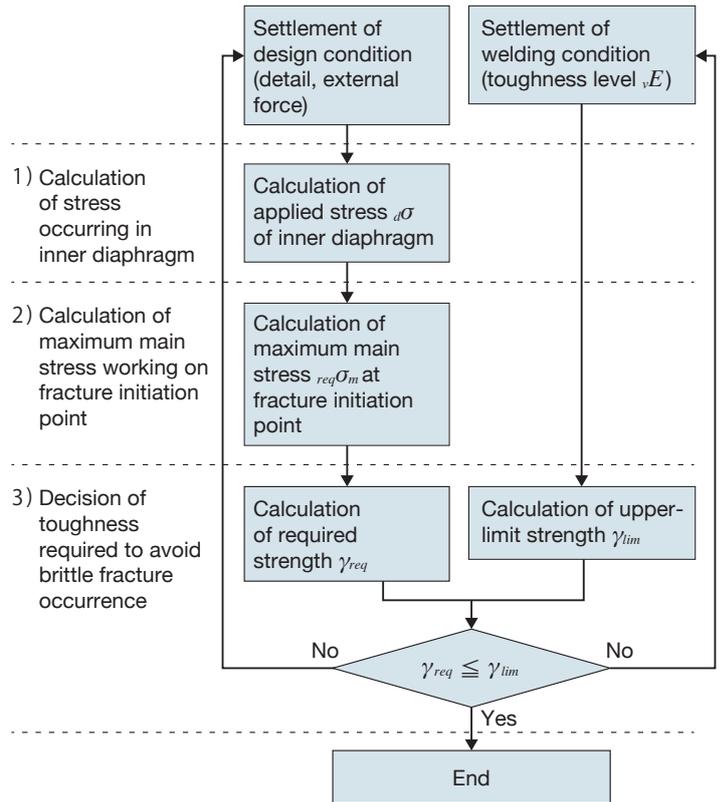
**Table 1 Standard for Upper-limit Value of Applied Stress of Inner Diaphragm**

| Toughness level of ESW ( $\nu E$ )                                  | 15J or higher                          | 27J or higher                           | 47J or higher                          |
|---|--|---|--|
| Standard for upper-limit value for applied stress ( ${}_d \sigma$ ) | 160 N/mm <sup>2</sup> or lower (0.5×F) | 240 N/mm <sup>2</sup> or lower (0.75×F) | 325 N/mm <sup>2</sup> or lower (1.0×F) |

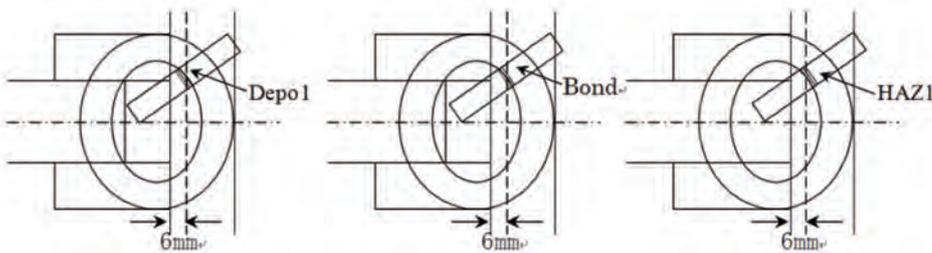
**Fig. 9 Flow of Easy Examinations Required for ESW Fracture Prevention**



**Fig. 10 Flow of Detailed Examinations Required for ESW Fracture Prevention**



**Fig. 11 Procedure for Extraction and Preparation of Test Specimens**



(Halaman 13~14)

## **Standar dan Panduan Lanjutan untuk Baja Struktural**

### **Informasi Terbaru mengenai Produk Baja untuk Struktur Bangunan di Jepang**

Komite Peningkatan Pasar Luar Negeri, Federasi Baja dan Besi Jepang

Federasi Besi dan Baja Jepang (FBBJ), bersama dengan perusahaan produsen baja anggota FBBJ, saat ini meningkatkan riset mengenai standar produk lanjutan dan teknologi aplikasi produk baja struktural yang dikembangkan di Jepang. Artikel ini memperkenalkan informasi mengenai hasil terbaru riset gabungan mengenai standardisasi produk baja struktural dan revisi panduan terkait empat produk baja yang ditujukan untuk konstruksi bangunan.

#### **Publikasi Panduan Teknologi Aplikasi H-SA700 (Baja Mutu Tinggi dengan Kekuatan 780 N/mm<sup>2</sup> untuk Struktur Bangunan)**

H-SA700 merupakan produk baja yang disertifikasi Kementerian Tanah, Infrastruktur, Transport dan Pariwisata pada tahun 2012 dan dipasarkan sebagai produk dengan standar yang umum untuk produsen baja. Ada dua rancangan yang diadopsi untuk baja: H-SA700A untuk digunakan tanpa pengelasan dan H-SA700B yang digunakan untuk pengelasan. (Lihat Table 1).

*Panduan Pengelasan untuk H-SA700* yang dipersiapkan oleh FBBJ sejauh ini digunakan sebagai dokumen teknis untuk aplikasi H-SA700. Pada bulan Maret 2017, FBBJ menerbitkan *Panduan Teknologi Aplikasi untuk H-SA700*. Panduan yang baru ini mencakup tidak hanya *Panduan Pengelasan* melainkan juga *Panduan Desain untuk H-SA700* (draft), yang juga mencantumkan pencapaian riset gabungan dengan berbagai organisasi terkait. *Panduan* yang baru ini dikompilasi menjadi dokumen teknis terkait desain dan aplikasi H-SA700. (Lihat Gbr. 1)

Tabel 1 Fitur H-SA700 dalam Properti Mekanikal  
Gbr. 1 Pengurangan Member dengan Penggunaan H-SA700, dan Penurunan Berat Baja

#### **Revisi Panduan untuk Desain dan Pengelasan SA440 (Baja Mutu Tinggi Kekuatan 590 N/mm<sup>2</sup> untuk Struktur Bangunan)**

SA440 merupakan produk baja dengan kekuatan tarik tinggi (590~740 N/mm<sup>2</sup>) tetapi rasio leleh rendah (80% atau kurang), dan property mekanikalnya menunjukkan deviasi yang lebih kecil. Komposisi kimiawinya didesain sedemikian rupa sehingga sensitivitas retak-las dapat ditekan minimum, dan daya-pengelasannya jauh lebih baik dibandingkan baja mutu 600 N/mm<sup>2</sup>. (Lihat Tabel 2) Oleh karenanya, baja ini merupakan produk yang mudah diaplikasikan baik secara desain maupun konstruksinya. Desain menggunakan baja mutu tinggi SA400 dapat jauh mengurangi dimensi dan berat member struktur serta mengurangi pekerjaan fabrikasinya. (Lihat Gbr. 2)

FBBJ menerbitkan edisi pertama *Panduan Desain dan Aplikasi Baja Mutu Tinggi 590 N/mm<sup>2</sup> untuk Struktur Bangunan (SA440)* pada bulan Oktober 1996. Panduan ini direvisi pada bulan Agustus 2004 untuk memasukkan informasi baru bagi Peraturan Standar Bangunan Jepang dan spesifikasi SIJ untuk material pengelasan padan bulan Juni 2000, yang menekankan teknologi dan pengelasan lantak (*stud welding*)

Revisi *Panduan* yang ada saat ini dibuat pada bulan Maret 2016 dengan dua tujuan: refleksi terhadap *Panduan*, pembuatan dan revisi peraturan terkait dan penetapan serta revisi spesifikasi SIJ untuk material pengelasan yang dibuat setelah 2000; dan penambahan amandemen dan catatan *Panduan* untuk merefleksikan aplikasi pengelasan dengan input panas tinggi untuk kolom kotak terbangun dan pengetahuan teknologi dan informasi lainnya tentang hasil-hasil aplikasi SA440 hingga kini.

Gbr. 2 Pengurangan Member dengan Penggunaan SA440, dan Penurunan Berat Baja  
Tabel 2 Fitur SA440 dalam Properti Mekanikal

#### **Pembuatan Standar MDCR0016 dan 0017-2016 untuk Produk Baja TMCP untuk Struktur Bangunan**

Produk baja TMCP (thermo-mechanical control process) untuk struktur bangunan sudah dikembangkan karena semakin besarnya ukuran member rangka yang dibutuhkan karena bangunan yang semakin tinggi dan semakin besar. Produk ini disertifikasi oleh Kementerian Tanah, Infrastruktur, Transport dan Pariwisata untuk pemasarannya dan sudah banyak digunakan dalam konstruksi bangunan.

FBBJ sudah membuat standar sendiri untuk produk baja TMCP untuk struktur bangunan dengan tujuan mendorong aplikasinya dengan cara: menetapkan

tujuan dan spesifikasi, meningkatkan aplikasi teknologinya dan promosi R&D yang dapat meningkatkan daya saing teknologi manufaktur rangka baja. (Lihat Tabel 3 dan Gbr. 3)

Tabel 3 Fitur Baja TMCP dalam Properti Mekanikal  
Gbr. 3 Mutu Tinggi dan Daya Pengelasan yang Baik yang Ditawarkan oleh Baja TMCP

### **Standardisasi SIJ untuk Balok-H dengan Dimensi Luar Tetap**

JIS (Japanese Industrial Standards) terkait balok H direvisi pada tahun 2104, dengan dimasukkannya dimensi standar untuk balok-H dengan dimensi luar tetap. Balok-H dengan dimensi luar tetap merupakan balok-H yang memiliki tebal balok tetap dan lebar flens tetap untuk suatu seri ukuran yang sama (Gbr. 4). Dimensi standar yang dimasukkan dalam JIS adalah:

- Tinggi web: 400~1,000 mm
- Lebar flens: 200~400 mm

Tebal tetap balok dan tebal tetap flens dalam suatu seri yang sama memungkinkan desain dan fabrikasi yang sederhana. Aplikasi balok-H dengan dimensi luar tetap menawarkan dua keuntungan praktis—pengurangan jumlah pelat pengisi untuk diaplikasikan pada sambungan baut *bracket*-balok dengan seragamnya tinggi balok; dan pengurangan jumlah pengaku (*stiffener*) yang perlu dipasang pada kolom dalam sambungan kolom-balok dengan membuat tinggi balok seragam untuk disambung dengan kolom (Gbr. 5). Keuntungan aplikasi ini tidak hanya menghasilkan efisiensi fabrikasi sambungan tetap juga desain sederhana keseluruhan bangunan rangka baja.

Gbr. 4 Perbandingan antara Balok-H konvensional dan Balok-H dengan Dimensi Luar Tetap

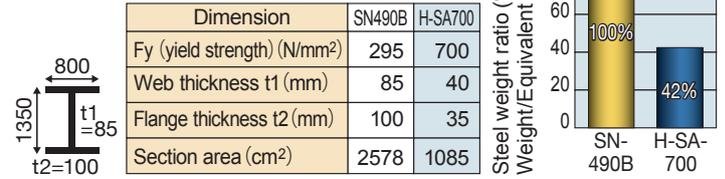
Gbr. 5 Desain Struktural Optimum dan Penghematan Biaya Konstruksi yang Diperoleh dengan Penggunaan Balok-H dengan Dimensi Luar Tetap

**Table 1 Features of H-SA700 in Mechanical Properties**

| Designation | Thickness (mm) | Yield strength (N/mm <sup>2</sup> ) | Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> ) | Yield ratio (%) | Impact energy (J) | Ceq (%)                            | P <sub>CM</sub> (%) |
|-------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|---------------------|
| SN490B      | 6 ≤ t < 12     | 325 ≤                               | 490~610                               | ≧ 80            | [0°C] 27 ≧        | (t ≤ 40) ≦ 0.44<br>(40 < t) ≦ 0.46 | ≦ 0.29              |
|             | 12 ≤ t < 40    | 325~445                             |                                       |                 |                   |                                    |                     |
|             | 40 ≤ t ≤ 100   | 295~415                             |                                       |                 |                   |                                    |                     |
| H-SA700A    | 6 ≤ t ≤ 50     | 700~900                             | 780~1000                              | ≧ 98            | [0°C] 47 ≧        | ≦ 0.65                             | ≦ 0.32              |
| H-SA700B    |                |                                     |                                       |                 |                   |                                    |                     |

\*SN490B: Conventional steel product for building construction

**Fig. 1 Member Downsizing Attained by the Use of H-SA700, and Resulting Steel Weight Reduction**



**Table 2 Features of SA440 in Mechanical Properties**

| Designation | Thickness (mm) | Yield strength (N/mm <sup>2</sup> ) | Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> ) | Yield ratio (%) | Impact energy (J) | Ceq (%)                            | P <sub>CM</sub> (%) |
|-------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|---------------------|
| SN490B      | 6 ≤ t < 12     | 325 ≤                               | 490~610                               | ≧ 80            | [0°C] 27 ≧        | (t ≤ 40) ≦ 0.44<br>(40 < t) ≦ 0.46 | ≦ 0.29              |
|             | 12 ≤ t < 40    | 325~445                             |                                       |                 |                   |                                    |                     |
|             | 40 ≤ t ≤ 100   | 293~415                             |                                       |                 |                   |                                    |                     |
| SA440C      | 19 ≤ t ≤ 100   | 440~540                             | 590~740                               | ≧ 80            | [0°C] 47 ≧        | (t ≤ 40) ≦ 0.44<br>(40 < t) ≦ 0.47 | ≦ 0.28<br>≦ 0.30    |

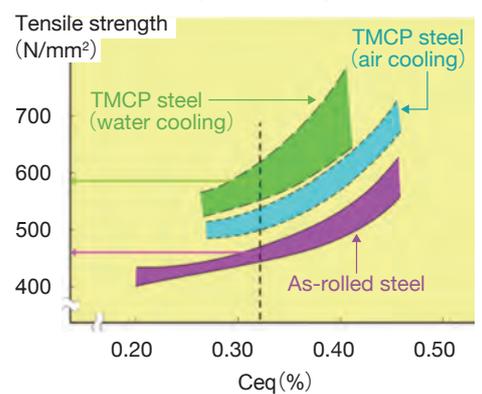
**Fig. 2 Member Downsizing Attained by the Use of SA440, and Resulting Steel Weight Reduction**



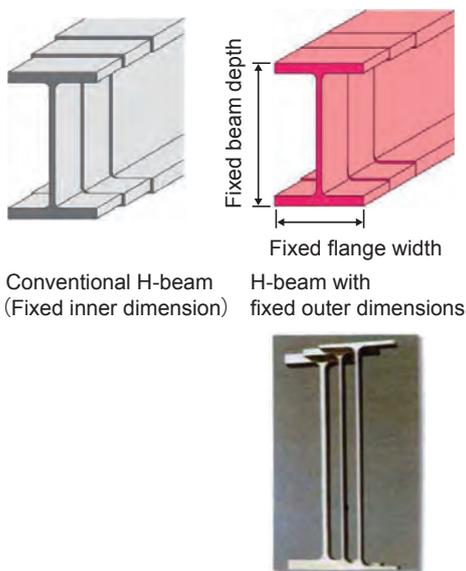
**Table 3 Features of TMCP Steel in Mechanical Properties**

| Designation         | Thickness (mm) | Yield strength (N/mm <sup>2</sup> ) | Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> ) | Yield ratio (%) | Impact energy (J) | Weldability Ceq (%)                |
|---------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|
| SN490B              | 6 ≤ t < 12     | 325 ≤                               | 490~610                               | ≧ 80            | [0°C] 27 ≧        | (t ≤ 40) < 0.44<br>(40 < t) < 0.46 |
|                     | 12 ≤ t < 40    | 325~445                             |                                       |                 |                   |                                    |
|                     | 40 ≤ t ≤ 100   | 295~415                             |                                       |                 |                   |                                    |
| TMCP325B (MDCR0016) | 40 ≤ t ≤ 100   | 325 ~ 445                           | 490~610                               | ≧ 80            | [0°C] 27 ≧        | (t ≤ 50) < 0.38<br>(50 < t) < 0.40 |
| TMCP355B (MDCR0016) | 40 ≤ t ≤ 100   | 355~475                             | 520~640                               | ≧ 80            | [0°C] 27 ≧        | (t ≤ 50) < 0.40<br>(50 < t) < 0.42 |
| TMCP385B (MDCR0017) | 19 ≤ t ≤ 100   | 385~505                             | 550~670                               | ≧ 80            | [0°C] 70 ≧        | (t ≤ 50) < 0.40<br>(50 < t) < 0.42 |

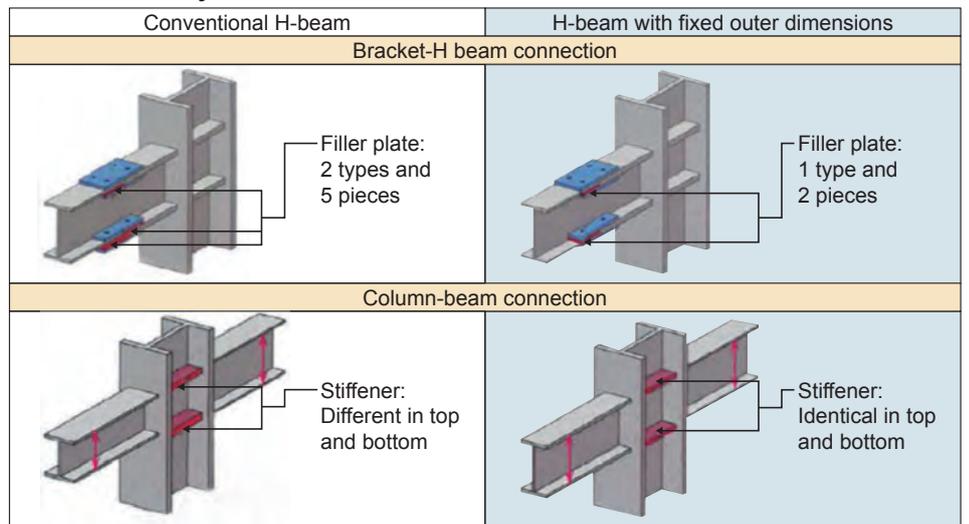
**Fig. 3 High Strength and Good Weldability Offered by TMCP Steel**



**Fig. 4 Comparison between Conventional H-beam and H-beam with Fixed Outer Dimensions**



**Fig. 5 Optimal Structural Design and Construction Cost Savings Attained by the Use of H-beam with Fixed Outer Dimensions**



(Halaman 15~18)

## Artikel Serial: Desain Terbaru Bangunan Baja di Jepang (2)

### Pusat Inovasi Global ROKI

#### — Desain Terang dan Ruang Luas Menggunakan Rangka Batang Hibrida Baja-Kayu—

Tetsuo Kobori Architects and Arup

Pusat Inovasi Global ROKI adalah bangunan R&D dari ROKI Co., Ltd., yang merupakan perusahaan global dengan teknologi filtrasi canggih. Yang dibutuhkan oleh ROKI adalah “tempat yang dapat mendorong kreativitas” bila selanjutnya dikembangkan teknologi filtrasi. Atap besar ringan berpola kisi yang dihasilkan oleh pengakuan rangka batang ruang baja menggunakan member kayu akan memungkinkan cahaya alami masuk ke ruang terbuka di bawah ini (Foto 1)

Foto 1 Tampak keseluruhan Pusat Inovasi Global ROKI

#### Pencitraan Spasial Memberikan Manfaat Optimum dari Lokasi Bangunan yang Berlimpah Alam

Lokasi bangunan berada di areah pegunungan dengan Sungai Tenryu mengalir di bawah. Lokasi ini terdiri dari hamparan permukaan datar yang tidak ditinggalkan dalam keadaan utuh setelah pengembangan lahan residensial yang dilakukan 30 tahun yang lalu, dan terdapat reservoir pengatur yang tersembunyi dari sekelilingnya. Lokasi ini juga diberkahi dengan lingkungan liar yang dihuni unggas dan binatang lainnya.

Terinspirasi dengan kondisi lokasi ini, kami membayangkan sebuah ruang satu kamar besar yang memadukan lingkungan alami dengan arsitektur—area luas yang dihadirkan dengan memanfaatkan sebanyak-banyaknya kondisi topografi dengan pemandangan reservoir dan kami membayangkan lantai-lantai bangunannya berdiri di atas tanah tersebut (Gbr. 1 dan Foto 2)

Foto 2 Areal tepi ROGIC diaman air mengalir dan pohon tumbuh lebat

Gbr 1, Sketsa Konsep Gedung ROGIC yang Diusulkan pada Tahap Desain Awal

#### Area Bagai Sebuah Kamar Luas dengan Lantai

#### Tumpuk

ROGIC memiliki empat lantai, yang memanfaatkan kondisi topografi unik lokasi ini, dan terhubung satu sama lainnya dalam rangkaian dari reservoir sisi selatan untuk menghasilkan ruang yang bagaikan sebuah kamar besar. Bangunan ini berukuran 64 m dalam arah timur-barat dan 54 m dalam arah selatan-utara. Luas lantai adalah 9.000 m<sup>2</sup> untuk ruang kerja dan ruang laboratorium dimana 150 orang bekerja, disamping ruang kopi dan teras.

Jalan masuk utama berada di sisi utara lantai empat (sisi gunung). Hal pertama yang akan anda temukan ketika memasuki gedung ROGIC adalah pemandangan ke seluruh ruang kerja dan reservoir pengatur di sisi selatan. Dari situ semua di dalam ruangan dapat melihat dan dilihat oleh siapa saja, sehingga akan menguntungkan para peneliti.

Interior gedung dibuat sedemikian rupa sehingga peneliti dan pekerja bergerak ke bawah dari jalan masuk kearah ruang kerja yang lebih rendah. Lantai yang bersusun dari yang pertama ke keempat adalah untuk ruang kerja, sementara lantai satu terdiri dari area percobaan di sisi utara dan teras yang menghadap reservoir di selatan (Foto3).

Karena kami berniat menyediakan ruang semi-eksternal agar bagian ruang tertutup terasa ruang terbuka, kami merencanakan atap yang membentang di atas keseluruhan gedung terdiri dari struktur seperti lapisan tipis yang mengambang ringan di udara. Selanjutnya, kami memutuskan tidak membangun kolom di dalam ruang tertutup sehingga atapnya yang terbuat dari rangka batang dua muka hibrida kayu-baja harus dibuat menutupi seluruh struktur gedung.

Sisi selatan atap seluruhnya tersusun dari kaca dengan *sky light* dengan bukaan tersusun di atas atap pelat-lipat. Sebuah filter yang diproduksi oleh ROKI dihampar sebagai material langit-langit di bawah member batang tepi atap. Filter ini merupakan bahan *non-woven* yang sekilas terasa seperti kertas Jepang. Filter ini memiliki performa menyerap suara, dan juga mendifusi sinar matahari sehingga tidak dibutuhkan pencahayaan sepanjang hari di ruang tertutup. Ketika di luar terang, ruang tertutup juga terang karena adanya performa filter, dan ketika di luar gelap, maka di dalam menjadi gelap. Artinya, filter ini didesain agar memantulkan perubahan iklim dan pergerakan awan ke ruang tertutup seperti apa adanya.

Foto 3 Keseluruhan ruang kerja terlihat dari lantai 4

## Rencana Struktural Ruang dan Perlengkapan

Untuk konstruksi atap yang besar ini, diadopsi sebuah struktur rangka hibrida kayu-baja, dan untuk struktur lainnya diadopsi struktur komposit baja-beton bertulang. Dengan pertimbangan karakteristik ruang dan sambungan antara peralatan berat dan perlengkapannya, jenis struktur ditentukan berdasarkan konsep material cocok untuk tempat yang tepat.

Peraturan Standar Bangunan Jepang mengharuskan penggunaan konstruksi tahan api untuk bangunan kayu dengan luas lantai total lebih dari 3.000 m<sup>2</sup> tanpa melihat wilayahnya. Akan tetapi, dalam hal bangunan struktur baja, ditetapkan perlunya menggunakan konstruksi yang cukup tahan-api dan disesuaikan dengan wilayahnya, namun tidak ditetapkan penggunaan konstruksi tahan api untuk struktur atap. Oleh karenanya dalam proyek ROGIC, kami menerjemahkan spesifikasi ini bahwa member kayu hanya berfungsi sebagai member finishing yang menahan tekuk member batang bawah dari rangka baja, dan akibatnya member kayu dihilangkan dari daftar member struktural yang digunakan sebagai seksi struktural utama.

## Struktur Lengkung Bebas Atap dengan Menggunakan Rangka Batang Hibrida Kayu-Baja

Atap yang besar ini memiliki struktur rangka hibrida kayu-baja. Balok diinstalasi dalam dua arah membentuk lengkung bebas-atap dengan *pitch* 3,2 m.

Profil-H (H-194×150×6×9; SN490) digunakan sebagai member batang atas. Profil-T (T-149×149×5.5×8; SN490) digunakan sebagai member utama batang bawah. Profil-H terbangun (*built-up*) digunakan untuk seksi struktural di keliling penyokong atap tempat terkonsentrasinya tegangan. Member kayu menempel pada rangka baja batang bawah untuk menahan tekuk rangka baja batang bawah.

Member batang bawah diinstalasi pada *pitch* 3.2 m, yang tentunya tidak memberikan kekuatan struktural yang memadai, dan karenanya ditambahkan instalasi sub-rangka untuk menambah kekakuan batang bawah pada *pitch* 3.2 m. Profil-T (T-100×100×5.5×8; SS400) digunakan sebagai member sub-rangka, dan member kayu juga digunakan sebagai member yang menahan tekuk pada member sub-rangka. Oleh karena itu, permukaan batang bawah atap akan membentuk kisi kayu jarak 1,6 m dengan adanya member batang bawah dan member sub-rangka dalam rangka batang atap. (Lihat Gbr. 2)

Karena konfigurasi atap memiliki lengkung bebas dua-arah, puntir dan tekuk terjadi pada balok rangka yang membentangi atap. Karena konfigurasi atap simetris, maka digunakan member identik untuk atap.

Terkait dengan profil-H yang digunakan untuk batang atas, pelat flens pada sambungan 6-persilangan dilipat perlahan agar pas untuk lengkung atap yang ditentukan. Sementara untuk pelat web, gaya geser web diserap dengan menggunakan batang bulat (diameter 60 mm) yang disusun di tengah sambungan.

Untuk profil-T yang digunakan sebagai member batang bawah, disiapkan pelat diafragma 7 mm lebih tebal daripada member utama dan pelat web 6 mm lebih tebal daripada member utama untuk menahan gaya geser yang terjadi pada flens dan web di antara batang atas dan bawah akibat puntir. Penyambungan baut digunakan untuk member batang atas untuk menjamin akurasi instalasi yang lebih tinggi. Karena member kayu disisipkan ke member batang bawah untuk menahan tekuk, maka digunakan penyambungan las untuk member batang bawah. (Lihat Gbr. 3)

Akurasi manufaktur rangka baja untuk balok rangka batang and akurasi instalasinya terkait langsung dengan akurasi penyelesaiannya untuk atap besar. Akurasi manufaktur rangka baja dipastikan pada tahap inspeksi perakitan, dimana para pekerja terlibat sementara dalam perakitan, serta pada waktu bersamaan mereka juga memastikan akurasi manufaktur yang ditentukan untuk pelat dengan menggunakan *jig* satu per satu dengan waktu yang lama.

Gbr. 2 Struktur Atap Besar Menggunakan Member Hibrida Kayu-Rangka Baja

Gbr. 3 Detail Rangka Baja yang Digunakan untuk Rangka Batang Atap

## Metode Instalasi Atap Besar yang Membutuhkan Akurasi Tinggi

Dalam perakitan atap besar, balok-balok rangka batang dipisahkan menurut unitnya, dan kemudian dirakit di lapangan. Setelah akurasi perakitan dikonfirmasi, unit-unit ini kemudian diderek dan dirakit ke posisi yang telah ditentukan. Selanjutnya, setelah perakitan atap besar, dilakukan konfirmasi perakitan menggunakan peralatan ukur.

Dalam pekerjaan instalasi atap besar, setelah penempatan *crawler crane* di kedua sisi gunung dan reservoir, rangka baja diinstalasi menggunakan kedua derek dari sisi reservoir ke arah sisi gunung. Karena digunakan sambungan kepala kolom bentuk-V

menggunakan *clevis pins*, dibutuhkan akurasi tinggi untuk instalasi kolom bentuk-V tersebut. (Lihat Foto 4)

Setelah instalasi rangka baja atap selesai, dipasang member kayu dan kemudian atap yang telah selesai diturunkan pada posisinya. Tingkat deformasi pada tiap tahapan sama dengan hasil perhitungan. (Lihat Foto 5 dan 6)

Dalam tahap desain digunakan beberapa pendekatan sedemikian rupa sehingga kolom pendukung atap tidak terlihat di area kerja, termasuk deretan kolom di luar area kerja serta *shutter rail* dan dinding. Kolom bentuk-V yang menyangga atap pada sisi selatan juga disusun di luar area kerja.

Perhatian khusus diberikan pada desain estetik kolom bentuk-V. Potongan melintang kolom ini memiliki bentuk belah ketupat dimana seksi kotanya diputar 45° untuk menyesuaikan dengan konfigurasi kisi atap. Pada ketinggian (Gbr. 4), kolom melancip (kotak 350x350 pada dasar kolom dan kotak 175x175 pada kepala kolom). Las kelim dan las di tempat kolom bentuk V kemudian diberi sentuhan akhir dengan digerinda untuk menghasilkan kesan pahatan.

Pada sambungan antara atap dengan kolom, member baja tempa digunakan untuk mentransfer beban yang bekerja pada atap ke kolom. Juga, perhatian khusus diberikan pada konfigurasi pelat *gusset* yang disisipkan ke member baja tempa sehingga terlihat bentuk belah ketupat yang indah. (Lihat Gbr. 4 dan Foto 7)

Foto 4 Pengangkatan dan pengelasan unit balok rangka batang atap yang dirakit di lapangan

Foto 5 Pemasangan member kayu pada member batang bawah

Foto 6 Struktur atap kisi kayu setelah terpasang

Gbr. 4 Detail Kolom Bentuk V

Foto 7 Tampak sisi Timur atap besar yang membentang di atas seluruh gedung

Jumlah lantai: 4

Tinggi maksimum: 14.978 mm

Desain: Tetsuo Kobori Architects

Struktur: Arup

Peralatan: Arup

Lanskap: studio di lokasi

Desain pencahayaan: Izumi Okayasu Lighting Design

Desain kantor: Okamura Corporation

Konstruksi: Taisei Corporation

Periode desain: Jan. 2009~Oct. 2010

Periode konstruksi: Jan. 2011~Sept. 2013

### **Garis Besar Gedung ROGIC**

Lokasi: Hamamatsu, Prefektur Shizuoka

Pemilik proyek: ROKI Co., Ltd.

Aplikasi utama: fasilitas R&D

Luas lokasi: 67.510,58 m<sup>2</sup>

Luas bangunan: Sekitar 5.000 m<sup>2</sup> (termasuk 1.500 m<sup>2</sup> untuk gedung kantor pusat eksisting)

Luas lantai total: Sekitar 9.000 m<sup>2</sup> (termasuk 4.500 m<sup>2</sup> untuk gedung kantor pusat eksisting)

Tipe struktur: struktur RC (sebagian struktur komposit rangka baja- RC)



Photo 1 Full view of ROKI Global Innovation Center

Fig. 1 Concept Sketch for ROGIC Building Proposed at Initial Design Stage

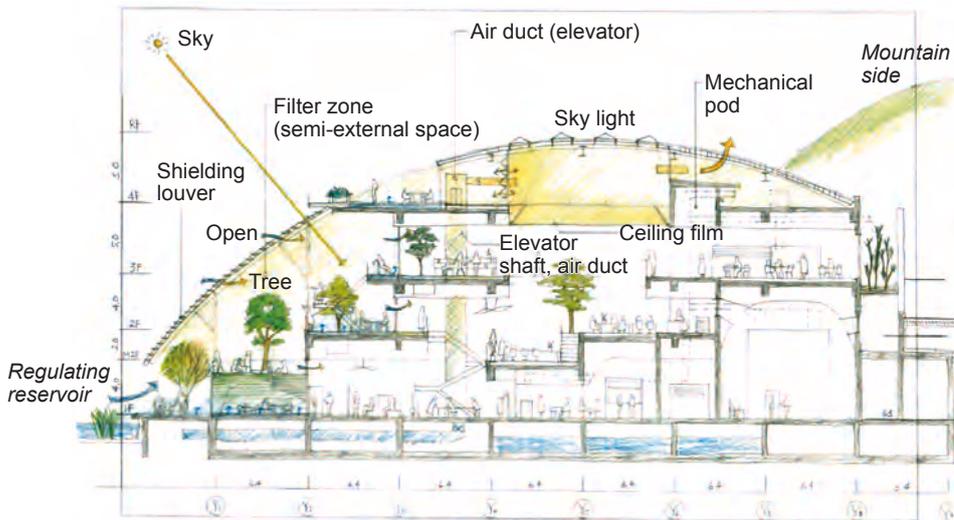


Photo 2 Peripheral area of ROGIC where the river flows and trees grow thick



Photo 3 Entire working space seen from 4th floor

Fig. 2 Structure of Huge Roof Employing Steel Frame-Wood Hybrid Members

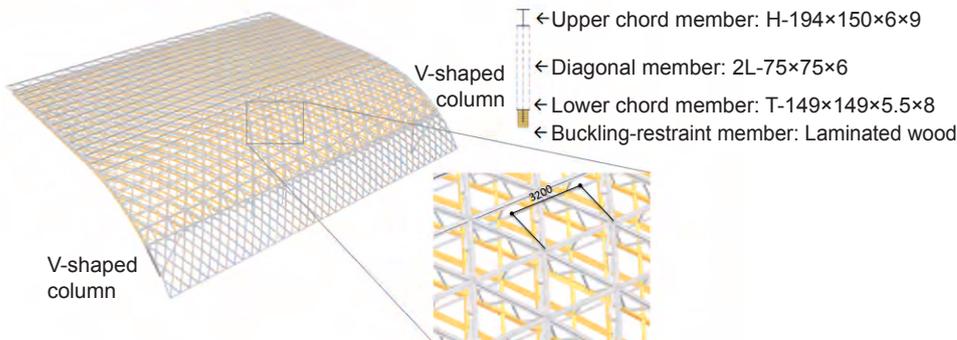


Fig. 3 Detail of Steel Frames Used for Roof Truss

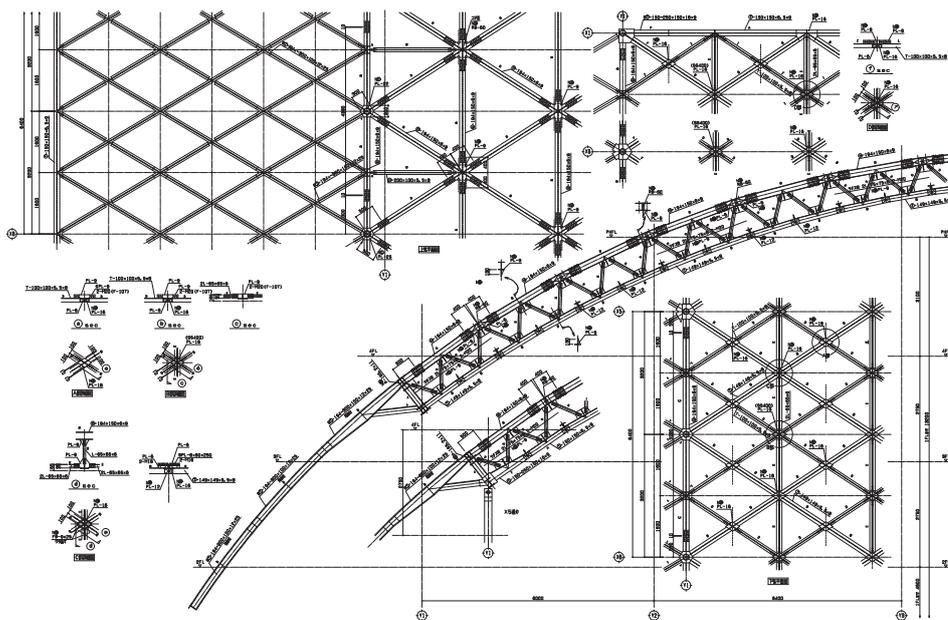




Photo 4 Hoisting and welding of field-assembled roof truss beam units

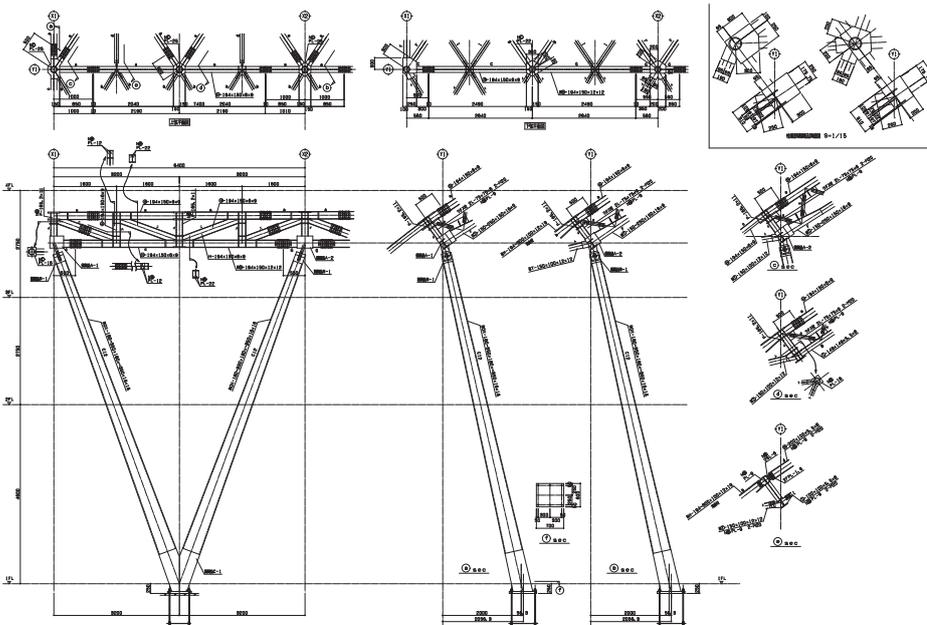


Photo 5 Fixing wood members to lower chord member



Photo 6 Wood-grid roof structure after jacking down

Fig. 4 Detail of V-shaped Column



#### Outline of ROGIC Building

Location: Hamamatsu, Shizuoka Prefecture  
 Project owner: ROKI Co., Ltd.  
 Main application: R&D facility  
 Site area: 67,510.58 m<sup>2</sup>  
 Building area: About 5,000 m<sup>2</sup>  
 (incl. 1,500 m<sup>2</sup> of existing headquarters building)  
 Total floor area: About 9,000 m<sup>2</sup>  
 (incl. 4,500 m<sup>2</sup> of existing headquarters building)  
 Structural type: RC structure  
 (partly steel frame-RC composite structure)  
 No. of stories: 4  
 Maximum height: 14,978 mm  
 Architect: Tetsuo Kobori Architects  
 Structural engineer: Arup  
 Mechanical and electrical engineer: Arup  
 Landscaping: studio on site  
 Lighting design: Izumi Okayasu Lighting Design  
 Office design: Okamura Corporation  
 Construction: Taisei Corporation  
 Design term: Jan. 2009~Oct. 2010  
 Construction term: Jan. 2011~Sept. 2013

#### Photos and figures

Photos 1, 3 and 7: Takahiro Arai  
 Photo 2: Kawazumi-Kenji Kobayashi Photo Office  
 Photos 4, 5 and 6; Figs. 1, 2, 3 and 4: Tetsuo Kobori Architects



Photo 7  
East-side look of the huge  
roof that spans an entire  
building

(Sampul Belakang)

## **Operasi FBBJ**

### **Seminar di Tujuh Kota untuk Aplikasi Baja Struktural yang Lebih Meluas**

Dalam rangka meningkatkan aplikasi struktur baja dalam konstruksi bangunan, Federasi Besi dan Baja Jepang (FBBJ) mengadakan seminar tahunan “Seminar Produk Baja untuk Konstruksi Bangunan dan Teknologi Aplikasinya.” Sejak bulan November sampai Desember 2016, FBBJ telah mengadakan seminar di tujuh kota utama di Jepang: Tokyo, Osaka, Nagoya, Sapporo, Fukuoka, Hiroshima dan Sendai. Seminar ini dihadiri sejumlah sekitar 450 orang dari berbagai perusahaan konstruksi, kantor perencana, fabrikasi, kantor pemerintah dan universitas.

Dalam seminar tersebut, disampaikan kuliah oleh ahli di empat bidang—Komite Konstruksi Bangunan FBBJ, para profesor dari kota penyelenggara seminar, dan peneliti dari Institut Nasional Manajemen Tanah dan Infrastruktur dan Institut Riset Bangunan.

Salah satu kuliah yang disampaikan oleh Komite Konstruksi Bangunan FBBJ adalah “Petunjuk Pencegahan Fraktur Getas Las Terak Listrik Diafragma Dalam” serta revisi baru “Petunjuk Desain dan Pengelasan SA440 (Baja mutu tinggi untuk struktur bangunan).” Outlinenya dijabarkan pada terbitan No. 52 *Steel Construction Today & Tomorrow* ini

FBBJ juga merencanakan seminar di tahun 2017. Dalam bulan September 2016, Masyarakat Konstruksi Baja Jepang juga menyelenggarakan kursus di Tokyo dan Osaka mengenai penjelasan detail “Manual Uji Standar Properti Mekanikal Las Bangunan Rangka Baja” dan publikasi lainnya terkait desain las rangka baja dan eksekusi pengelasan rangka baja. FBBJ dan Asosiasi Konstruktor Baja Jepang berpartisipasi sebagai co-sponsor dalam kursus ini.

(Foto)

Seminar FBBJ di Tokyo

Seminar FBBJ di Osaka

### **Presentasi di Konferensi SEAISI dengan Tema Lingkungan**

The South East Asia Iron and Steel Institute (SEAISI) menyelenggarakan Konferensi dan Ekshibisi SEAISI pada bulan Mei 2017 di Singapura. Komite International Strategis Lingkungan mengirim Ketua Komite Ken-ichiro Fujimoto dan seorang staf FBBJ

untuk menyampaikan dua makalah di konferensi tersebut.

Dalam sesi Manajemen Biaya dan Energi II, Ketua Komite Ken-ichiro Fujimoto menyampaikan sebuah makalah berjudul “Manajemen Energi Sukarela dalam Industri Baja Jepang,” dimana dibahas mengenai “Komitmen terhadap Masyarakat Rendah Karbon,” yang merupakan program penghematan energi sukarela dan pengurangan emisi CO2 yang sedang digaungkan di industri baja.

Dalam sesi Manajemen Lingkungan, staf FBBJ menyampaikan makalah berjudul “Asesmen Siklus Hidup Produk Baja dengan Pertimbangan Daya Daur Ulang Baja,” dimana disampaikan perkembangan standardisasi internasional Metodologi Perhitungan LCI (*Life Cycle Inventory*) untuk Produk Baja yang diusulkan oleh industri baja Jepang pada bulan Juli 2015

(Foto)

Presentasi oleh Ketua Ken-ichiro Fujimoto dari Komite Strategis Lingkungan Internasional FBBJ



JISF seminar in Tokyo



JISF seminar in Osaka



Presentation by Chairman Ken-ichiro Fujimoto of JISF International Environmental Strategic Committee