

# STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(No. 44 April 2015)

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-sipilan.

Agar pembaca Indonesia dapat memahami artikel yang ada, disiapkan versi Bahasa Indonesia yang berisi teks saja, dan dilampirkan pada versi Bahasa Inggris. Dalam versi Bahasa Indonesia, foto, gambar dan tabel hanya ditampilkan judulnya saja. Oleh karenanya perlu merujuk ke publikasi versi Bahasa Inggris untuk melihat isinya. Juga, bila dibutuhkan konfirmasi teknis ataupun rincian yang lebih teknis dari sebuah teks, silakan merujuk ke publikasi versi Bahasa Inggris.

## **No. 44 April 2015: Isi**

*Isu Khusus: Masyarakat Konstruksi Baja Jepang*

*Pujian untuk Pencapaian Menonjol pada 2014*

ABENO HARUKAS _____	1
GINZA KABUKIZA _____	2
Gedung Akasaka Center _____	3
Hadiah Tesis _____	5-6

*Fitur Khusus: Pembongkaran Bangunan Tinggi dan Jembatan*

Penghancuran Struktur Baja _____	7
Metode Penghancuran Tertutup _____	8
Metode Pembongkaran Potong dan Rubuhkan _____	9
Metode Penghancuran Tipe Tutup lantai Atas _____	10
Metode Penghancuran Potong Kubus _____	11
Reverse Construction Demolition Method _____	12
Metode Pembongkaran Jembatan Baja _____	13
Penggantian Jembatan Jalan Rel di Vietnam _____	14
Pemindahan Gelagar dalam Pembangunan Ulang Jembatan Jalan Raya pada Jalan Bebas Hambatan Metropolitan _____	16

*Operasi MKBJ*

Sambutan Presiden Baru; Konperensi ATJSI Nara\_\_17  
Simposium MKBJ; Kepada Pembaca\_\_Sampul  
Belakang

Nomor halaman mengikuti versi terbitan No. 44  
Bahasa Inggris.

Versi Indonesia: ©Federasi Besi dan Baja Jepang 2015

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 (MKBJ)**

### ***Pujian untuk Pencapaian Menonjol pada 2014***

(Halaman 1~2) Hadiah MKBJ

### **Kota Kompak Super Tinggi ABENO HARUKAS**

*Pemenang hadiah: Kiyooki Hirakawa, Takenaka Corporation; dan empat perusahaan lainnya*

ABENO HARUKAS merupakan bangunan pencakar langit tertinggi di Jepang, dengan ketinggian 300 meter, yang diselesaikan pada bulan Maret 2014 (Gbr. 1) Gedung ini merupakan kota vertikal super-tinggi dengan luas lantai keseluruhan sekitar 212.000 meter persegi. Dengan 60 lantai di atas muka tanah dan 5 lantai bawah-tanah, menara ini menggabungkan berbagai fungsi stasiun terminal, pusat perbelanjaan museum seni, kantor, hotel, observatorium, ruang parkir dan lainnya, Tidak ada bangunan lain dimanapun di dunia dengan ukuran demikian yang dibangun di atas sebuah stasiun.

#### **Fitur Khusus ABENO HARUKAS**

ABENO HARUKAS (“HARUKAS”) menonjol di antara pencakar langit lainnya karena beberapa fitur yang penting:

- Merupakan pencakar langit jenis kota vertikal dengan kompleks campuran;
- Bangunan eksisting sebelumnya dibangun ulang menjadi gedung pencakar langit ini; dan
- Bangunan dengan peredam getaran kelas tinggi yang dibangun di Jepang, yang merupakan salah satu negara yang paling sering terkena gempa bumi dan topan.

#### **• Pencakar Langit Tipe Kota Vertikal dengan Komplek dengan Penggunaan Campur**

HARUKAS dirancang dengan memaksimalkan kinerja stasiun terminal dan fungsi serta kegunaan fungsi lainnya, dengan berbagai ciri dan kemudian digabungkan.

HARUKAS menonjol tidak saja karena tingginya serta menariknya kegiatan fungsi kotanya tetapi juga karena infrastruktur yang digunakan dalam mencapai tujuannya kota ini dianggap penting serta

faktor-faktornya saling berkaitan satu sama lainnya secara lingkungan dan struktural.

Secara struktural, void vertikal saling terhubung dengan *outrigger* horisontal, yang kemudian membentuk suatu Struktur Void Terhubung. Pada lantai tingkat bawah, peredam getaran dikonsentrasikan untuk menyerap energy yang diterima oleh komponen deformasi geser besar, dimana ruang tangga di area belakang gedung pusat perbelanjaan ditempatkan pada ke empat sudut bidang dan digunakan sebagai void.

Void lantai bangunan pertengahan memiliki *outrigger* pada lantai 15 dan 37 dan di antaranya terdapat dua *outrigger* 2-lantai dengan bresing; satu di lantai 25 dan yang lainnya di lantai 31. *Outrigger* ini menekan deformasi setara dengan *antinodes* pada moda getaran dan secara efektif mengurangi respon pada keseluruhan bangunan.

Void pada lantai bangunan tinggi berfungsi sebagai jalan aliran udara dingin dari *outrigger* lantai 37 dan berperan untuk memperluas posisi bangunan tinggi secara lateral.

#### **• Bangunan Eksisting Direkonstruksi menjadi Pencakar Langit**

HARUKAS merupakan pencakar langit yang direkonstruksi di atas stasiun terminal dengan penumpang terbesar ke tiga di Osaka. Gedung ini berdampingan dengan bangunan tinggi pusat perbelanjaan di timur yang sudah beroperasi, dan terhubung dengan pusat perbelanjaan bangunan rendah HARUKA melalui ruang void besar.

Secara struktur, ruang void ini berfungsi sebagai *expansion joint* untuk memungkinkan arah pergerakan yang berbeda saat terjadi gempa.

#### **• Bangunan dengan Peredaman Getaran Tingkat Tinggi di Jepang, Salah Satu Negara di Dunia yang Paling Sering Mengalami Gempa Bumi dan Topan**

Jepang merupakan wilayah dimana beban angin dan gempa disain yang terbesar, sehingga tidak berlebihan dikatakan bahwa Jepang nomor satu dalam hal keparahan gangguan.

Dengan kondisi gaya luar demikian, kami mengembangkan kriteria disain untuk HARUKA dengan meningkatkan kriteria untuk pencakar langit biasa satu tingkat di atas, dengan tidak mengijinkan kondisi deformasi plastis pada semua member yang menerima gaya luar Level-2.

### ◆ *Signature Building Jepang*

Struktur Void Terhubung memungkinkan kami merealisasikan ABENO HARUKAS yang memenuhi persyaratan struktural, lingkungan dan arsitektural yang berbeda dengan pencakar langit konvensional dan dengan demikian menciptakan *signature building* Jepang yang mendunia dan mudah dikenali.

Gbr. 1 Model Rangka

### **Konstruksi ABENO HARUKAS**

Lokasi proyek ini di dekat lima jalur kereta konvensional termasuk dua jalur subway dan di sebelah timur berdampingan dengan bangunan utama pusat perbelanjaan di menara baru ini, yang telah beroperasi. Stasiun Osaka Abenobashi sebelumnya berada pada lantai dasar pusat perbelanjaan yang direkonstruksi dalam proyek ini. Oleh karenanya konstruksi menara ini membutuhkan pengalihan sirkulasi penumpang selama penghancuran bangunan pusat perbelanjaan.

### ● **Perencanaan Kerja Sementara yang Komprehensif**

Dalam kondisi ini, rute keluar-masuknya material bangunan ke lapangan konstruksi menjadi isu kritis. Konstruksi beberapa area di lantai dua dan tiga kami laksanakan pada proses kerja lanjutan untuk memberikan ruang bagi lalu lintas kendaraan berat dan alat berat untuk memecahkan isu di atas

Bersamaan dengan itu, lapangan kerja kami pisahkan menjadi rute sirkulasi angkutan bahan baja struktural dan lapangan pengangkutan tanah galian di lantai dasar dan lapangan parkir truk pencampur beton di lantai *basement*.

Selama pembangunan kantor, dan komponen hotel, penutup atap *setback* lantai 16 dan 38 digunakan sebagai lapangan konstruksi untuk penyimpanan sementara member lantai atas.

### ● **Garis Besar Pekerjaan Permukaan**

Isu utama kami adalah menjamin akurasi struktur baja dengan bentuk khusus.

Inklinasi gedung komponen perkantoran ternyata lebih besar daripada inklinasi pusat perbelanjaan dan hotel, yang diakibatkan karena komponen hotel menempati hanya separuh dari komponen perkantoran di selatan dan karena lebih tingginya rigiditas aksial kolom panjang komponen perkantoran di utara.

Dengan dibangunnya komponen hotel di atasnya, terjadi displasemen relatif sekitar 30 mm, dibandingkan dengan data yang diperoleh ketika lantai 38 dibangun.

Berdasarkan hasil analisis di atas, kami memfabrikasi kolom baja diatas lantai perkantoran sehingga dapat diperpanjang 4 mm untuk 2 mm per unit konstruksi. Kami juga mendirikan struktur dengan memiringkan bangunan sebesar 4 mm per unit konstruksi ke arah utara sesuai dengan pengukuran dengan GPS.

Inklinasi maksimum penutup bangunan berdasarkan pengukuran GPS adalah 114 m, dan akurasi vertikal adalah 1/2632, masih dalam rentang nilai kontrol yang diijinkan. Sebagai akibatnya, kami dapat membuktikan validitas pendekatan manajemen konstruksi yang diterapkan dalam proyek ini. Sebaliknya defleksi maksimum di ujung *overhang* adalah 9 mm, kurang dari nilai kontrol target sehingga instalasi baja dapat dilakukan dengan akurasi amat sangat tinggi.

### ● **Garis Besar Pekerjaan Bawah Tanah**

Kami harus menggali hingga kedalaman 30 meter di bawah muka tanah, dikelilingi lima jalur jalan rel konvensional. Untuk dapat melakukan penggalian sangat dalam, kami menggunakan salah satu teknologi kami metoda Konstruksi TSW (Takenaka Soilcement Wall) rigiditas tinggi.

Metode TSW menggunakan *soil cement* yang dibuat dari tanah galian dengan kelas dan ukuran partikel yang disesuaikan di permukaan, dan bukan beton, yang kemudian ditempatkan ke dalam saluran yang digali melalui pipa tremie. Dinding menerus yang terbentuk dengan soil-cement ini berfungsi sebagai dinding tahan tanah sementara dan dinding halang (*cut-off wall*). Karena metode ini mendaur-ulang tanah galian, maka tidak saja menekan timbulnya produk sampingan konstruksi tetapi juga berkontribusi pada berkurangnya emisi gas buang dari kendaraan angkutan tanah sisa. Oleh karenanya Metode TSW merupakan metode yang ramah lingkungan. Sebagai inti dinding tahan tanah, digunakan material baja profil-H yang disisipkan seperti pada dinding-barisan-kolom *soil-cement*. Lebih jauh lagi, dinding ini dievaluasi sebagai dinding *basement* hibrida dengan tiang pancang permanen, sehingga mengurangi jumlah tiang pancang tepi luar, dan sebagai akibatnya akan mempendek periode konstruksi dan memotong biaya pembuangan bahan tak berguna di bawah tanah.

Tiang pancang untuk menyokong pencakar langit setinggi 300 meter adalah tiang pancang bel beton

in-situ (Tiang Pancang Takenaka TMB) dengan *shaft* berdiameter 2.300 – 2.500 mm, diameter ujung dengan dasar lebar adalah 3.400 – 4.200 mm dan lokasi ujung tiang mendekati 73 meter di bawah muka tanah. Untuk kolom tiang bawah tanah, digunakan material yang amat sangat tebal (hingga 90 mm) untuk mendukung gaya aksial yang tinggi, dan beratnya hamper 100 ton. Panjang kolom pancang bawah tanah mendekati 32 meter karena dalamnya ruang bawah tanah.

Pada tahun-tahun terakhir, ada kecenderungan untuk memancang tiang yang sangat kuat dengan menggunakan shaft berdiameter kecil dengan pertimbangan ekonomis dan lingkungan. Khususnya apabila tujuannya adalah pra-pendirian kolom pancang bawah tanah, dapat diperkirakan akan sulit untuk menyediakan ruang untuk perlengkapan control dan pipa tremie. Sekalipun demikian, kami menganggap kebutuhan akan metode konstruksi yang diterapkan dalam proyek ini akan meningkat.

#### ◆ Bangunan Tertinggi di Jepang

Gedung ini bukan saja sebuah pencakar langit dengan ruang bawah tanah yang dalam juga merupakan bangunan yang amat sangat sulit dibangun karena lokasinya dan keterbatasan lainnya. Oleh karenanya, kami sudah meningkatkan dan mengembangkan berbagai metode konstruksi. Saat ini kota vertikal tertinggi mencuat di tanah Abeno, Osaka.

Gbr. 2 Masa Konstruksi

(Halaman 3) Hadiah Kinerja

### **GINZA KABUKIZA**

*Pemenang hadiah: Perusahaan Disain Gabungan oleh Mitsubishi Jisho Sekkei Inc. dan Kengo Kuma and Associates, dan Shimizu Corporation*

Untuk menyokong 23 lantai ruang perkantoran di atas Teater Kabukiza, yang memiliki void, diinstalasi dua Mega-truss dengan tinggi 13 m, dengan bentang 38,4 m pada lantai lima dan ke enam

Tiap Mega-truss memiliki lima kolom, dan total beban kolom aksial jangka-panjang adalah 9.000 ton. Mega-truss dirancang dengan tingkat keselamatan yang tinggi dengan memastikan bahwa tegangan yang ditimbulkan pada member rangka batang adalah lebih kecil dari pada tegangan jangka-pendek yang diijinkan, bahkan dalam kondisi beban campuran yang meliputi efek gerakan gempa vertikal selama gempa bumi besar.

Tiga tujuan di bawah ini adalah target disain untuk

mencapai tidak saja keselamatan gempa yang tinggi tetapi juga disain rangka yang rasional untuk lantai standar di atas Mega-truss

- Untuk menghilangkan tegangan tambahan berlebihan pada struktur atas akibat efek Vierendeel yang diakibatkan karena tekuk vertikal Mega-truss apabila digunakan prosedur konstruksi biasa; dan untuk mencapai disain rangka yang rasional untuk lantai standar
- Untuk mencegah distribusi ulang beban vertikal bila struktur Vierendel lantai atas menjadi plastis selama gempa bumi besar; dan untuk mentransfer beban aksial jangka-panjang pada kolom ke Mega-truss, dengan demikian dapat mencapai struktur yang sangat stabil.
- Untuk mencegah deformasi berbahaya pada fasad, dll yang terkait dengan konstruksi lantai atas.

Setelah dipelajari dengan teliti, diputuskan di awal tahap disain untuk mengontrol defleksi vertikal di lantai tujuh dimana kolom bersambung ke bagian atas Mega-truss selama konstruksi. Juga, diputuskan untuk mendongkrak kolom agar sesuai dengan lentur yang dihasilkan oleh konstruksi lantai atas untuk menjaga alinyemen horisontal balok pada lantai delapan.

Akurasi tinggi  $\pm 2$  mm tercapai untuk defleksi vertikal dan tegangan pada struktur lantai atas juga berada dalam target disain

(Gambar)

Denah Tipikal

Denah lantai 7 (Lantai Mega-truss)

Elevasi X3

Elevasi Y7

(Halaman 4) Hadiah Kinerja

### **Gedung Akasaka Center**

*Pemenang hadiah: Mikiko Kato, Noriaki Sato, Shohei Yamada dan Mikio Yoshizawa, Nikken Sekkei Ltd., dan Kazuo Tamura, Kajima Corporation*

Gedung Akasaka Center dengan jurai atap rangka bajanya berlokasi di area hijau di pusat Tokyo. Area ini juga dikenal sebagai lokasi historis dan budaya yang terletak berdampingan dengan Akasaka Goyochi (tempat berbagai fasilitas kekaisaran) dan Toyokawa Inari (kuil Buddha yang terkenal)

Dua fitur terkemuka gedung ini adalah: ruang perkantoran dengan konfigurasi bentuk L dengan pemandangan indah dari dalam kantor, serta penggunaan kolom pembentuk keliling luar agar dapat

membentuk jurai atap rangka baja. Konsep disainnya adalah "penggunaan baja menyeluruh", sehingga berakibat pada penggunaan produk baja secara ekstensif tidak saja untuk member struktural tetapi juga komponen eksterior dan interior.

Gedung ini, dengan tinggi 100 m, merupakan struktur rangka baja yang mengadopsi bresing tahan tekuk sebagai member kontrol respons. Bentang maksimum antar kolom adalah 24,6 m. Membe kolom yang diadopsi diantaranya adalah: kolom pipa baja diaeter 1.400 mm yang disusun di pusat gedung dimana terletak perkantoran berbentuk-L, kolom pipa baja diameter 900 mm sekeliling perifer gedung, dan kolom pipa baja kotak 1.000 mm persegi di inti gedung. Kekuatan kolom berkisar dari 490 N/mm<sup>2</sup> sampai 590 N/mm<sup>2</sup>, dan semua member adalah *concrete-filled steel tubes* (CFT). Denah struktural tanpa kolom diadopsi untuk sudut-sudut gedung untuk menghasilkan pandangan baik yang tidak terganggu. Gelagar yang digunakan adalah profil H dengan tinggi 1 m dan kekuatan 490 N/mm<sup>2</sup> atau 550N/mm<sup>2</sup>.

*Cladding* eksterior untuk kolom dan gelagar adalah lembar baja galvanis celup panas/perlakuan fosfat (ZnP) yang menampilkan pola cerah yang cantik. Karena produk baja dengan pelapisan proteksi korosi tinggi terproteksi terproteksi api dank arena *cladding* lembar baja ZnP digunakan sebagai member *finishing*, maka tidak diperlukan perawatan proteksi terhadap proteksi. Lembar baja ZnP dengan permukaan halus juga digunakan sebagai member interior untuk langit-langit baja dan bingkai baja pada *hall* masuk dan untuk jurai atap rangka baja,

Dengan cara ini, pada Gedung Akasaka Center, sudah diterapkan "arsitektur baja" dimana seluruhnya memanfaatkan rangka baja untuk struktur bangunan dan juga untuk member dekoratif.

(Foto)

Tampilan *Hall* Masuk

(Gambar)

Denah pada Lantai Standar

Elevasi Rangka

(Halaman 5) Hadiah Tesis

## **Asesmen Kekakuan Ekuivalen untuk Beban Tekuk Elasto-plastis dari Pengakuan Eksentrik Elemen Tekan Profil-H dengan Berbagai Tipe Pengakuan**

*Pemenang hadiah : Yuki Yoshino (Representatif), Universitas Tohoku*

Kekuatan tekuk elasto-plastis elemen tekan profil-H yang memiliki member non-struktural (Gbr. 1) memiliki rentang elastis dan non-elastis yang berbeda. Ketika beberapa efek pengaku (*stiffener*) dinilai serupa, maka dimungkinkan untuk mendisain elemen tekan dengan pengakuan eksentrik dalam struktur ruang.

Dalam makalahnya, dilakukan perbandingan properti tekuk elasto-plastis elemen tekan profil-H antara pengakuan eksentrik pada pusat member (Tipe A) dan pengakuan eksentrik kontinyu (Tipe B).

Dengan menggunakan kurva kekakuan ekuivalen (Gbr. 2) dimana diperoleh rasio kekakuan horisontal  $A K_u / A K_{u0}$  Tipe A pada garis horizontal terhadap rasio kekakuan horisontal  $B K_u' / B K_{u0}$  Tipe B pada garis vertikal, maka kekuatan tekuk elasto-plastis akan diperoleh sama pada member tekan profil-H dengan berbagai jenis pengaku.

Gbr. 1 Kekakuan Horisontal dan Rotasional Member Non-Struktural untuk Member Atap Rangka Baja  
Gbr. 2 Asesmen Pengaku Ekuivalen dalam Pengakuan Kontinyu

## **Hubungan antara Disain Gempa dan Disain Tahan-Tsunami untuk Struktur Baja**

*Pemenang hadiah: Fuminobu Ozaki, Universitas Nagoya*

Tujuan utama makalah ini adalah itu klarifikasi komprehensif hubungan antara disain gempa dengan disain tahan-tsunami untuk struktur baja

Hubungan antara ketahanan gempa dengan ketahanan tsunami diases secara kuantitatif dengan menerapkan disain gempa (kalkulasi kekuatan horisontal sisa) pada sebuah model sederhana struktur baja (Gbr. 1) dan dengan memberikan gaya gelombang tsunami dari sebuah disain tahan-tsunami pada model tersebut. Asesmen yang dilakukan menunjukkan bahwa ada korelasi antara tinggi inundasi tsunami dengan kapasitas dukung beban horisontal suatu struktur yang diestimasi dengan disain gempa (Gbr. 2), yang kemudian menggiring pada tingginya kesadaran akan pentingnya perkuatan gempa untuk bangunan evakuasi tsunami yang dibangun berdasarkan peraturan gempa sebelumnya

Perkuatan gempa adalah pendekatan untuk meningkatkan tidak saja ketahanan gempa melainkan juga ketahanan terhadap gelombang tsunami. Sebaliknya, bahkan ketika sebuah bangunan dibangun dengan peraturan gempa yang baru, masih ada kasus dimana ketahanan tsunami menurun mengikuti kedalaman inundasi tsunami. Oleh karenanya makalah ini mengkonfirmasi bahwa perkuatan tahan-tsunami dibutuhkan untuk bangunan yang dibangun dengan peraturan gempa yang baru.

Gbr. 1 Model Asesmen Sederhana Struktur Baja  
Gbr. 2 Hubungan antara Ketahanan Gempa dan Kedalaman Inundasi Tsunami

(Halaman 6) Hadiah Tesis

## **Efek Bentuk *Weld Toe* terhadap Kondisi Kritis Fraktur Getas yang Terjadi selama Gempa Bumi**

*Pemenang hadiah: Hiroshi Tamura*

Fraktur getas yang terjadi saat Gempa Bumi Northridge dan Gempa Bumi Besan Hanshin menyebabkan kerusakan fatal yang melampaui perkiraan disain pada berbagai struktur baja. Fraktur getas demikian dapat terjadi dari retak dangkal awal dengan kedalaman 1 mm atau kurang yang terjadi pada permukaan las, dan karenanya kondisi fraktur getas konvensional dianggap tidak dapat diaplikasikan pada fraktur tersebut akibat efek bentuk las.

Dengan situasi demikian, dalam riset ini dilakukan pemeriksaan pada spesimen uji yang dapat mereproduksi efek bentuk *weld toe* struktur praktis, dan efek bentuk *weld toe* yang bekerja pada batas terjadinya fraktur getas pada ujung retak diases dengan uji fraktur suhu rendah dan analisis tegangan setempat pada ujung retak. Sebagai hasilnya, diperjelas bahwa tegangan kritis Weibull yang terjadi pada saat perambatan fraktur dari retak dangkal tergantung pada dalamnya retak dan radius *weld toe*.

Gbr. 1 Spesimen Uji untuk Pemeriksaan Batas Kejadian Fraktur Getas dari Retak Dangkal Awal  
Gbr. 2 Efek Kedalaman Retak Awal yang Ditemukan dalam Tegangan Kritis Weibull selama Perambatan Fraktur Getas

## **Asesmen Probabilistik Efek Jumlah Intrusi Hidrogen pada Fraktur Baut**

## **Kekuatan-tinggi**

*Pemenang hadiah: Kazumi Matsuoka, Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation*

Dalam melakukan asesmen kinerja fraktur tunda pada baut kekuatan-tinggi, penting ditetapkan nilai-nilai karakteristik: densitas kritis hydrogen dari produk baja  $H_C^*$  dan densitas hidrogen intrusi setempat pada produk baja  $H_E^*$ . Dalam makalah ini, diasumsikan tingkat pH yang menetes dalam solusi lapisan karat, yang dibutuhkan untuk menghitung  $H_E^*$ . Pendekatan ini mencakup alir berikut (Gbr. 1).

- (1) Akumulasi data tingkat fraktur akumulasi dari baut kekuatan-tinggi,  $P_f$ , diperoleh dari uji eksposur jangka panjang selama 10 tahun yang dilakukan pada 750 baut aktual.
- (2) Data statistic diperoleh dari uji CSRT yang dikembangkan oleh Ogiwara dkk. dan memberikan densitas kritis hidrogen setempat  $H_C^*$
- (3) Analisis reliabilitas diterapkan pada (1) dan (2) di atas.
- (4) Distribusi probabilitas dari densitas hidrogen intrusi  $H_E^*$  ditentukan dengan analisis terbalik. Kemudian, analisis dilakukan dengan membandingkan distribusi probabilistik dengan hasil uji rendaman solusi karat.
- (5) Terakhir, disimpulkan bahwa tingkat pH yang paling sesuai yang menetes dalam solusi lapisan karat outdoor adalah kurang dari pH 2.

Gbr. 1 Alir Analisis

Gbr. 2 Fungsi Densitas Probabilistik Baja Baut (B13)  $H_E$

■ ■ ■ ■ ■

## **Fitur Khusus: Penghancuran Bangunan Tinggi dan Jembatan**

(Halaman 7)

## **Penghancuran Struktur Baja**

Pada tahun-tahun belakangan, isu lingkungan global telah bertambah penting. Dalam hal ini, penghancuran bangunan dan struktur jembatan membutuhkan perhatian besar. Penghancuran sangat berbeda dengan pengrusakan dan dapat diartikan sebagai persiapan pembangunan masyarakat berorientasi daur-ulang (masyarakat dengan beban lingkungan yang berkurang)

dan sebagai promosi daur-ulang dan pakai-ulang.

Di Jepang, kebutuhan sosial berubah dan berbagai struktur dan infrastruktur sosial yang mendukung fungsi urban menjadi ketinggalan jaman dan dibutuhkan peningkatan kapabilitas pencegahan bencana. Hal ini membutuhkan restrukturisasi untuk menangani isu tersebut. Pada tahap ini, sangatlah penting untuk mengembangkan teknologi yang melindungi fungsi urban dari bahaya selama proses pembongkaran struktural hingga pembaruan, untuk mencegah efek balik terhadap lingkungan sekitar, untuk memungkinkan penghancuran yang hemat ruang dan waktu yang singkat serta untuk mengontrol ruang dan waktu secara cermat.

Terkait dengan ini, isu ini (No. 44) menyajikan artikel mengenai penghancuran struktur baja dan metode pembangunan kembali dan memperkenalkan contoh-contoh praktis bangunan tinggi dan jembatan jalan rel/jalan raya yang sudah dibongkar dan dibangun kembali.

Pertama-tama, adalah diskusi mengenai penghancuran bangunan tinggi. Di Jepang, bangunan tinggi yang didirikan dengan memanfaatkan lahan sempit di pusat kota sekarang sudah memasuki tahap dimana dibutuhkan pembaruan ataupun rekonstruksi. Untuk itu, telah dikembangkan teknologi penghancuran yang aman dan ramah lingkungan yang kini sedang dipraktekkan. Sementara penghancuran bangunan tinggi pada dasarnya dilaksanakan dengan menggabungkan penggunaan beton bertulang dan teknologi penghancuran struktur baja, teknologi aktual yang digunakan berbeda-beda tergantung pada ketinggian bangunan dan kondisi struktural lainnya. Beberapa metode penghancuran yang diperkenalkan disini adalah penghancuran blok menggunakan derek menara, metode potong dan hancurkan dan metode penghancuran lantai atas tertutup

Selanjutnya adalah diskusi mengenai metode pembongkaran jembatan, dan infrastruktur sosial tertentu. Dalam proyek pembongkaran jembatan, perlu diperhatikan berbagai restriksi dan pemilihan metode pembongkaran jembatan membutuhkan pertimbangan seksama. Fitur ini menyampaikan berbagai kondisi restriksi yang harus ditangani ketika melakukan pembongkaran jembatan jalan rel dan jembatan jalan raya.

(Halaman 8)

## **Metode Penghancuran Tertutup**

*Oleh Hideki Ichihara, Taisei Corporation*

Proyek pengembangan ulang perkotaan meningkat setiap tahunnya, dan tidaklah aneh mendapati bangunan tinggi yang dibangun ulang memiliki ketinggian melebihi 100 m. Dengan penambahan ini, penghancuran gedung yang dilakukan di daerah perkotaan yang padat menuntut langkah yang tepat untuk mitigasi efek pekerjaan penghancuran terhadap lingkungan sekitar, seperti gangguan akibat kebisingan debu dan jelaga yang dihasilkan dari pekerjaan penghancuran. Salah satu pendekatan yang efektif adalah metode penghancuran bangunan cara tertutup atau sistem TECOREP (Taisei Ecological Reproduction) yang dikembangkan oleh Taisei Corporation.

### **SISTEM TECOREP**

Dalam pekerjaan penghancuran tertutup TECOREP, sebuah ruang tertutup (seperti topi) didirikan di atas lantai tertinggi bangunan yang akan dihancurkan, dan semua kegiatan mulai penghancuran hingga pembuangan member struktur yang hancur terjadi dalam ruang tertutup ini. Metode penghancuran konvensional menimbulkan masalah sebaran debu dan jelaga serta kebisingan di lingkungan sekitar. Akan tetapi, metode penghancuran tertutup TECOREP dapat menghilangkan masalah tersebut dan dapat sangat mengurangi beban pada lingkungan sekitar. Selanjutnya, metode ini ramah lingkungan dan dapat menjaga lingkungan kerja yang baik di dalam ruang tertutup.

Efek awal dari metode ini adalah pengurangan kebisingan yang dipancarkan ke lingkungan sekitar. Hal ini dapat dicapai dengan instalasi elemen dan material peredam suara yang sangat efektif di dalam ruang tertutup. Pada dua proyek penghancuran baru-baru ini, peredaman suara lebih baik 17~23 dB dibandingkan metode konvensional.

Efek ke dua adalah pengurangan debu dan jelaga yang dapat tersebar ke lingkungan sekitar. Dengan menutup lantai yang sedang dihancurkan di seksi atas bangunan dimana angin bertiup kencang maka debu dan jelaga yang dihasilkan dapat dikumpulkan. Ketika bangunan utama Hotel Akasaka Prince dihancurkan, lebih dari 80% debu dan jelaga yang dihasilkan dapat dikumpulkan dalam ruang tertutupnya.

Efek ke tiga adalah peningkatan kondisi lingkungan panas dan lembab yang ada di dalam ruang penghancuran dengan ruang tertutup. Dengan menghilangkan eksposur terhadap sinar matahari

langsung pada musim panas, maka *wet-bulb globe temperature* (WBGT) dapat diturunkan hingga 2°C dibandingkan dengan temperatur luar, dan dengan demikian mengurangi resiko akibat panas pada pekerja.

### Denah Ventilasi untuk Ruang Tertutup

Untuk menghilangkan efek yang timbul dengan metode penghancuran tertutup, perlu dibuat rencana ventilasi untuk ruang tertutup. Seperti pada Tabel 1, pengurangan panas lingkungan, perbaikan performa predaman kebisingan, dan untuk mengurangi jumlah debu dan jelaga sangatlah tergantung pada ukuran bukaan ventilasi pada ruang terbuka, dan, selain itu antar faktor-faktor tersebut terdapat saling ketergantungan. Karenanya, perencanaan ventilasi yang sesuai perlu dilakukan simulasi banyaknya debu/jelaga yang dihasilkan, panas lingkungan dan propagasi kebisingan menurut musim, area penghancuran serta area sekitarnya (Tabel 1 dan Gbr. 1).

Tabel 1 Efek Jumlah Ventilasi terhadap Faktor Lingkungan

Gbr. 1 Pemeriksaan Ukuran Bukaan Ventilasi pada Seksi Atas dalam Ruang Tertutup dengan Cara Simulasi

(Halaman 9)

### Metode Potong dan Rubuhkan

Oleh Shigeru Yoshikai, Ryo Mizutani dan Hitoshi Uehara, Kajima Corporation

Pertimbangan lingkungan sangat perlu dalam merubuhkan bangunan, khususnya di daerah urban. Kajima Corporation mengembangkan “Metoda Kajima Potong dan Rubuhkan” yang merupakan paket yang terdiri dari berbagai teknologi ramah lingkungan dan metode perubahan dimana sebuah bangunan dirubuhkan dari seksi bawah seperti memindahkan tumpukan drum terbawah.

Metode ini diaplikasikan dalam penghancuran Gedung Resona Maruha, bangunan rangka rijid 24 lantai dengan ketinggian 108 m dan total luas lantai 75.413 m<sup>2</sup>. (Foto1)

### Garis Besar Metode

Dalam metoda potong dan rubuhkan, sebuah dinding inti dibangun untuk memberikan ketahanan gempa, dasar kolom lantai 1 digantikan dengan

dongkrak hidrolik, dan kemudian gedung dihancurkan lantai per lantai, dimulai dari lantai terbawah dan naik ke lantai atas dengan siklus berikut:

- ① Memotong kolom hingga menjadi potongan 70 cm dengan memindahkan beban dongkrak (pemotongan suspense)
- ② Menyokong kolom dengan cara memanjangkan dongkrak (memotong semua kolom dengan mengulangi ① dan ②)
- ③ Merendahkan kolom dengan cara merubuhkan (merendahkan tiap lantai dengan mengulangi ①, ② dan ③ sebanyak 5~6 kali)
- ④ Penghancuran balok dan lantai (Lihat Gbr. 1)

Penghancuran bangunan 24 lantai di atas diselesaikan dengan kecepatan 3 hari/1 lantai, atau total 3 bulan.

### Ketahanan Gempa selama Penghancuran

Dalam pekerjaan penghancuran dengan metode potong dan rubuhkan, kolom berada dalam kondisi tidak terkoneksi. Untuk menjamin ketahanan gempa terhadap gempa bumi besar selama penghancuran, dipasang dinding inti beton bertulang dengan ketinggian sekitar 13 m dari lantai tingkat 1 dan juga rangka struktur baja untuk transfer beban di 4 lokasi (Gbr. 2)

### Pertimbangan Lingkungan

Metode potong dan rubuhkan adalah metode ramah lingkungan yang sangat efisien menekan emisi CO<sub>2</sub>. Penggunaan metoda ini memungkinkan pengurangan emisi CO<sub>2</sub> hingga 17.8% dibandingkan dengan metode konvensional penghancuran bangunan dari lantai atas ke bawah (Gbr.3). Diantara faktor yang berkontribusi terhadap pengurangan ini adalah penggunaan mesin peralatan berat kapasitas besar dan pengurangan jumlah mesin yang dibutuhkan, yang dimungkinkan dengan kinerja pekerjaan penghancuran berulang pada posisi sama; meningkatnya efisiensi pekerjaan penghancuran; dan penggunaan pemotong gas otomatis.

Di samping itu, alat dan pendekatan baru juga mulai diperkenalkan—analisis prediksi aliran udara untuk mencegah tersebarnya debu dan jelaga, kabut *micro electrical charge* (μEC) untuk menyerap debu dan jelaga, analisis propagasi kebisingan untuk menekan propagasi kebisingan dan getaran, dan *active noise control device* (ANC).

◆◆◆

Penghancuran bangunan tinggi 24 lantai di atas yang berada di daerah urban dikerjakan dengan sukses dengan memanfaatkan metode potong dan rubuhkan yang tahan gempa dan ramah lingkungan.

Foto 1 Tampak keseluruhan metode penghancuran potong dan rubuhkan  
Gbr. 1 Konsep Siklus Penghancuran dan Pemotongan Suspensi  
Gbr. 2 Dinding Inti dan Rangka Transfer Beban  
Gbr. 3 Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub>

(Halaman 10)

## Metode Penghancuran Tipe Tutup Lantai Atas

*Oleh Masashi Morita, Takenaka Corporation*

Dalam metode Takenaka Hat Down® (metode penghancuran dengan lantai atas tertutup) yang dikembangkan oleh Takenaka Corporation, sebuah bangunan dihancurkan lantai per lantai pada saat peralatan penghancur (topi) yang mengurung lantai atas diturunkan (Foto 10)

### Garis Besar Metode

Metode ini tidak menggunakan pemecah konvensional, melainkan memotong bangunan menjadi blok satuan dengan alat pemotong dan gergaji kawat yang dipasang di topi, dan demikian hampir tidak menghasilkan jelaga, debu ataupun kebisingan.

Topi kemudian dilengkapi dengan atap yang dapat ditarik dan *overhead traveling cranes* (dengan fungsi penghasil listrik untuk menurunkan kargo), yang digunakan untuk menurunkan blok-blok hancuran bangunan di dalam bangunan. Hasilnya, tidak perlu takut akan nada serpihan yang melayang atau jatuh yang mengenai area sekitarnya; dengan demikian metode ini menjadi efektif untuk pekerjaan penghancuran di daerah urban.

Selain itu, berbeda dengan metode konvensional, karena mekanisme topi didukung oleh kolom keliling, bangunan yang akan dihancurkan dengan metode Topi Kebawah tidak membutuhkan kekuatan struktur, dan, metode ini dapat mengakomodasi segala konfigurasi struktural tanpa membutuhkan kekuatan.

### Penerapan dalam Penghancuran Bangunan Tinggi

Metode Topi Ke Bawah diadopsi untuk

menghancurkan Hotel Plaza yang (88 m di atas muka tanah) pada bulan February 2012. Spesifikasi utama topi adalah sebagai berikut: tinggi 19 m, lebar 19.6 m, panjang 92.3 m, dan berat kotor 412 tons (Foto 2); dan, topi dilengkapi dengan 3 *overhead traveling cranes*, masing-masing dengan kapasitas suspensi maksimum 7.5 ton. Selanjutnya, seluruh keliling topi ditutupi dengan panel isolasi suara dan langit-langit topi berupa membran atap yang dapat ditarik yang dibentuk sesuai dengan jenis pekerjaan penghancuran dan juga tergantung kondisi cuaca, temperatur dan kelembaban. (Foto 3)

Sejumlah total 22 dongkrak diatur untuk menaikkan dan menurunkan topi. Setelah pekerjaan penghancuran lantai tempat keberadaan topi diselesaikan, keseluruhan struktur topi kemudian diturunkan satu lantai, dan ini akan memakan waktu sekitar 1 jam.

Seluruh kolom, dinding dan lantai tiap lantai dipotong menjadi 176 potong, yang kemudian diturunkan melalui sebuah bukaan yang disediakan di dalam gedung dengan bantuan ke 3 *overhead traveling cranes*. Penghancuran bangunan tiap lantai diselesaikan dalam 4 hari.

Foto 1 Proses penghancuran dengan metode penghancuran Topi Ke Bawah  
Foto 2 Tampak keseluruhan mesin penghancur (topi) yang dapat bergerak  
Foto 3 Perlengkapan Penghancuran dalam topi

(Halaman 11)

## Metode Penghancuran Potong Kubus

*Oleh Yoshihito Mizushima, Obayashi Corporation*

### Garis Besar Metode

Metode penghancuran “Potong Kubus” (metode penghancuran tahan gempa, tenang, cepat dan blok-demi-blok) dikembangkan oleh Obayashi Corporation. Dengan metode ini, struktur bangunan (kolom, balok dan lantai) dipotong menjadi blok, dan kemudian diturunkan ke level muka tanah dimana selanjutnya diproses menjadi blok-blok kecil dan dipisah-pisahkan (lihat Gbr. 1 dan Foto 1). Karena alat penghancur tidak digunakan di lantai atas, pecahan beton tidak tersebar dan kebisingan, getaran dan jelaga/debu dapat dikurangi dengan efektif dan dengan demikian metode ini adalah metode ramah lingkungan.

Lebih jauh lagi, metode ini dapat mencegah kolaps bangunan selama gempa bumi, Keamanan gempa selama pekerjaan penghancuran diamankan

dengan prosedur yang tepat untuk memotong rangka struktural serta langkah-langkah pencegahan kolaps bangunan.

### **Keluwesan yang Tinggi dan Penghancuran Cepat**

Dalam Metode Kubus, dapat dipilih berbagai teknologi dasar, seperti penggunaan derek menara (*tower crane*), lift barang kapasitas besar, perancah menurun-otomatis (*automatic-descending scaffold*) dan atap pelindung, sesuai kebutuhan. Artinya, metode ini metode penghancuran yang sangat fleksibel yang dapat memenuhi semua kebutuhan pengguna (biaya, lingkungan, dll.) dan semua kondisi penghancuran (struktur, konfigurasi, lokasi, dkk.). Dengan tingkat penghancuran hanya 3 hari/lantai, metode ini sudah diterapkan dalam pekerjaan penghancuran 6 bangunan, yang masing-masing berdampak dengan rumah sakit, hotel atau gedung perkantoran yang sedang berfungsi (Foto 2).

Dalam metode ini, struktur bangunan dihancurkan dengan menggunakan sistem kerja statis tanpa menggunakan palu atau pemukul. Karenanya, dimungkinkan untuk menghancurkan peralatan dan pemipaan interior, untuk memotong slab lantai lebih dahulu, dan untuk memindahkan pasangan kayu untuk potongan-potongan yang hancur pada lantai bawah bersamaan dengan penghancuran pada lantai atas. Ini memungkinkan pelaksanaan pekerjaan simultan sehingga akan mengurangi total waktu pelaksanaan pekerjaan penghancuran.

Metode ini kompetitif dalam hal biaya, aman dan cepat serta dapat diaplikasikan untuk menghancurkan bangunan tinggi lebih dari 100 m dan juga yang di atas 60 m.

■

Gbr. 1 “Metode Potong Kubus”

Foto 1 Pemandangan kolom dan balok

Foto 2 Penghancuran dengan metode Potong Kubus

(Halaman 12)

## **Metode Penghancuran Konstruksi Terbalik**

*Oleh Nobuhiro Okuyama, Shimizu Corporation*

”Metode Penghancuran Konstruksi Terbalik SHIMIZU”, yang dikembangkan oleh Shimizu Corporation, merupakan pendekatan yang dapat

menghilangkan efek lingkungan dari pekerjaan penghancuran bangunan. Metode ini memungkinkan pekerjaan penghancuran yang sangat dapat diandalkan dan ekonomis dengan memanfaatkan derek menara dan mesin serba guna lainnya (Foto 1)

### **Garis Besar Proses Penghancuran**

Dalam Metode Penghancuran Konstruksi Terbalik SHIMIZU, penghancuran dan pemecahan member struktur dilakukan tanpa alat pemecah konvensional, dan pada tiap lantai, kolom, gelagar dan member rangka baja lainnya dipotong dengan gas, tetapi slab lantai juga dipotong dengan menggunakan pemotong jalan (Foto 2). Dalam pekerjaan penghancuran blok menggunakan metode ini, member struktural dipotong tanpa bising dan menghasilkan debu dan serpihan lebih sedikit.

Kemudian, kebalikan dengan metode penghancuran konvensional, pengumpulan hancuran tidak dengan cara menjatuhkan hancuran, tetapi menggunakan derek menara untuk menurunkannya tanpa getaran.

Sementara itu, sistem perancah yang dirakit secara konvensional yang digunakan sebagai metode perlindungan sekitar ketika menghancurkan bangunan tinggi dianggap sulit diterapkan karena dibutuhkan sejumlah besar peralatan dan bahan dan juga karena isu kekuatan strukturalnya ketika digunakan. Oleh karenanya, metode penghancuran konstruksi terbalik menggunakan sebuah sistem perancah tipe bergerak dengan unit pelindung sekeliling. Perancah ini ditujukan untuk digunakan pada lantai bawah dengan menggunakan derek menara setelah selesainya penghancuran lantai terkait (Foto 3).

### **Metode Penghancuran Serba Guna**

Dalam penerapan praktis metode penghancuran konstruksi terbalik ini, tingkat kebisingan berkurang hingga sekitar 20% dibandingkan metode pembelahan dan pemecahan konvensional, dan selain getaran hilang juga debu dan serpihan yang dihasilkan sangat berkurang.

Di samping itu, penggunaan sistem perancah tipe bergerak dengan unit pelindung sekeliling memungkinkan orang di sekeliling area tidak mengetahui kemajuan pekerjaan penghancuran. Dengan metode ini, karena derek menara dan alat berat serba guna lainnya digunakan sebagai alat sementara, tidak ada batasan yang diberikan terkait jenis struktur atau konfigurasi bangunan yang akan dihancurkan.

Sebagai metode penghancuran serba guna dan ekonomis, metode konstruksi terbalik memungkinkan pelaksanaan penghancuran secara fleksibel.

Foto 1 Metode Penghancuran Konstruksi Terbalik SHIMIZU sedang berlangsung

Foto 2 Pemotongan dan pembuangan kolom pipa baja isi beton

Foto 3 Penurunan perancah unit pelindung sekeliling untuk digunakan pada lantai bawah (penurunan 2 unit dalam gelondongan)

(Halaman 13)

## **Metode Pembongkaran Jembatan Baja**

*Oleh Junichi Ikoshi, Yokogawa Construction Co., Ltd.*

Dalam membongkar jembatan baja, dikenakannya berbagai restriksi terkait lingkungan mengakibatkan sulitnya membalikkan proses konstruksi jembatan semula. Oleh karenanya, sebelumnya perlu untuk menyiapkan rencana detil yang akan memenuhi berbagai kondisi dan persyaratan,

Umumnya, pemilihan metode pembongkaran akan mempertimbangkan karakteristik structural jembatan dan kondisi topografis sekelilingnya. Juga, proses pemilihan akan menyertakan pemeriksaan detil kondisi lapangan terkait lapangan kerja dan alat berat yang akan digunakan dengan mempertimbangkan keterbatasan dan persyaratan lainnya seperti kewajiban mempertahankan kapasitas lalu lintas dan meminimalkan masa pembongkaran. Kemudian, dengan menyesuaikan kondisi dan persyaratannya, dipilih metode pembongkaran yang menggabungkan berbagai peralatan bongkar seperti derek, sistem transport (pengerek, dongkrak, kereta angkut) dan member dukung temporer (*bent*, gelagar instalasi).

Gbr. 1 menunjukkan prosedur pemilihan metode pembongkaran. Sebagai contoh, apabila *bent* dapat diinstalasi pada bagian bawah jembatan dan lapangan untuk instalasi derek dan dapat dilakukan pembongkaran cara blok, maka metode bent dengan truk derek dapat diadopsi (Foto 1). Atau, untuk menghindari pekerjaan pembongkaran jembatan eksisting di lokasi, diadopsi metode pembongkaran simultan struktur jembatan keseluruhan dengan menggunakan derek dan sistem transportasi yang sesuai dengan kondisi tografis sekeliling (Foto 2 dan 3).

Khususnya dalam penggantian jembatan, akan ada banyak persyaratan—penggantian segera jembatan

lama dengan jembatan baru, bagaimana agar tidak perlu menutup lalu lintas, dan adanya batasan jadwal kerja khusus seperti malam hari. Pada tahap ini, faktor kunci pemilihan metode atau rencana pembangunan kembali adalah jaminan keselamatan, efisiensi kerja, keuntungan ekonomis dan isu lain yang tak terpisahkan dan bagaimana memitigasi efek pekerjaan pembangunan ulang terhadap lingkungan sekeliling dan lalu lintas eksisting.

Disain, rencana dan teknologi pembongkaran/pembangunan ulang merupakan bidang bagi para insinyur untuk menunjukkan keahliannya. Teknologi ini diharapkan dapat diadopsi secara meluas dalam berbagai proyek pembongkaran/pembangunan kembali baik di Jepang maupun di luar negeri. Pada halaman di bawah ini, disampaikan dua contoh besar bidang ini.

Gbr. 1 Contoh Pemilihan Metoda Pembongkaran Jembatan

Foto 1 Metode *bent* menggunakan truk derek (pembongkaran blok)

Foto 2 Metode pembongkaran simultan untuk keseluruhan struktur jembatan dengan menggunakan derek

Foto 3 Metode pembongkaran simultan untuk seluruh struktur jembatan dengan menggunakan tongkang

(Halaman 14~15)

## **Penggantian Jembatan Jalan Rel di Vietnam**

*Oleh Masao Minagawa, Yokogawa Construction Co., Ltd.*

Jalur Rel Hanoi-Ho Chi Minh (dengan panjang keseluruhan sekitar 1.700 km) sudah memburuk akibat kerusakan yang terjadi selama Perang Vietnam dan penuaan. Untuk meningkatkan keselamatan jembatan di jalur, direncanakan proyek peningkatan perbaikan 44 jembatan jalan rel yang membentangi sungai. Tujuan utama proyek ini adalah menjamin keselamatan layanan jalan rel, untuk menambah efisiensi transportasi dan untuk meningkatkan layanan distribusi antaran wilayah utara dan selatan Vietnam, sehingga akhirnya menyumbang pada perkembangan ekonomi nasional.

Antara 2003 hingga 2007 telah diselesaikan perbaikan 19 jembatan dengan *Official Development Assistance (ODA)* dari Jepang. Hasilnya berupa

penurunan waktu tempuh antara Hanoi dengan Kota Ho Chi Minh dari sebelumnya 36 jam menjadi 29 jam. Proyek perbaikan jalan rel dengan ODA yang tersisa sedang berlangsung dan akan menyelesaikan perbaikan 44 jembatan, yang akan memotong waktu tempuh menjadi 24 jam.

Jalur jalan rel dioperasikan dengan menggunakan sistem jalur tunggal. Dari sekian jembatan yang akan digantikan, sekitar 90% akan diperbaiki dengan metode “penggantian selama waktu sela” dimana jembatan lama digantikan dengan jembatan baru sementara operasi jalan rel dihentikan sementara selama beberapa jam. Sisa 10% jembatan akan diinstalasi di jalur rel yang dipindah untuk memperoleh keluwesan lengkung.

Saya terlibat dalam Construction Package No. 2 (CP2) dan Construction Package No. 1-D (CP1D).

Dalam artikel ini digambarkan pekerjaan Jembatan Truoi No. 20 (CP2) yang terletak di pusat Vietnam (Gbr. 1), yang merupakan proyek paling sulit diantara ke 44 jembatan. Pekerjaan ini meliputi penggantian 2 rangka batang Warren dengan busur menerus dengan 3 rangka batang Warren menerus.

### **Penggantian Jembatan Truoi No. 20 selama Waktu Sela**

Dalam pekerjaan penggantian cara konvensional selama waktu sela, jembatan baru dirakit sebelumnya di lapangan dekat jembatan eksisting yang dijalan kereta, dan kemudian pada hari ketika kereta dihentikan maka jembatan eksisting ditransfer lateral ke sisi seberang lapangan dan jembatan baru ditransfer lateral ke ruang jembatan yang sudah kosong dan diperkuat.

Akan tetapi, dalam proyek penggantian jembatan Truoi No. 20, karena terdapat sebuah jembatan jalan raya nasional 4 m dari hulu jembatan, tidak dapat dilakukan transfer lateral biasa. Setelah dilakukan studi, dipilih sebuah metode dimana jembatan baru dirakit terlebih dahulu di belakang jembatan eksisting (Foto 1); kemudian, pada hari penggantian, digunakan metode yang kompleks yang menggabungkan penggunaan transfer lateral dan longitudinal: transfer lateral jembatan eksisting bridge→transfer longitudinal jembatan baru→transfer lateral jembatan baru (lihat Gbr. 2). Penggantian jembatan diselesaikan dalam waktu 6 jam.

### **Transfer Lateral Jembatan**

Dalam pekerjaan penggantian jembatan di Jepang baru-baru ini, alat utama dalam transfer lateral adalah

dongkrak transfer lateral, yang tidak memungkinkan terjadi deviasi dalam pemindahan dan dapat dilakukan penyesuaian yang presisi. Sebaliknya, di Vietnam, karena seringnya mati listrik dan sulitnya memperbaiki sistem hidrolik, maka digunakan gabungan sistem mekanis yang tidak membutuhkan listrik TIRTANK (sistem gerak putar) sebagai alat transfer, pengerek manual pada sisi tarik dan TIRFOR (pengerek manual tanpa ujung) pada sisi yang mencegah lepas. (Lihat Foto 2).

Selanjutnya, trek yang dikencangkan langsung (trek tanpa balast) digunakan untuk Jembatan Truoi No.20. Sehingga, dibutuhkan waktu untuk mengencangkan rel setelah dilakukan transfer lateral, dan dengan demikian rel dikencangkan terlebih dahulu. Selanjutnya, semua jembatan rangka batang sederhana disambungkan pada busur bawah untuk menghilangkan beban yang bekerja pada sistem pengencangan rel langsung selama transfer lateral.

Selama transfer lateral, karena adanya kemungkinan terdapat perbedaan tarik lateral antara tiang jembatan dengan pangkal jembatan, yang menjadi isu penting adalah pengontrolan jumlah transfer keseluruhan struktur jembatan. Dalam proyek ini, didahulukan transfer lateral dengan gaya traksi yang lebih kecil untuk bagian pangkal jembatan. Hasilnya, keseluruhan struktur jembatan termasuk rel cenderung membentuk sudut pada bagian tiang jembatan. Dalam kasus demikian, untuk memitigasi efek yang bekerja pada alat pengencang rel pada saat yang tepat, pekerjaan penggantian dilakukan dengan mengkoreksi arah gerakan TIRTANK. (Lihat Foto 3)

### **Penurunan Jembatan Baru ke Tiang Jembatan**

Setelah transfer lateral jembatan baru, jembatan baru diturunkan dengan marjin ketinggian mekanis TIRTANK (sekitar 150 mm) untuk memastikan ketinggian rel yang direncanakan. Selama operasi penurunan, isu penting yang timbul adalah bagaimana menurunkan jembatan baru ke tiang jembatan dengan kecepatan rendah dan bagaimana mensinkronisasi keempat titik dukung agar dapat memitigasi beban yang bekerja pada sistem pengencangan rel langsung (Foto 4). Di Jepang biasanya digunakan 4 pompa elektrik saling-kunci (*interlock*). Akan tetapi, karena situasi suplai listrik seperti disebut di atas, diputuskan untuk menggunakan sebuah pompa manual untuk tiap dongkrak untuk melaksanakan operasi penurunan.

Pada hari penggantian, semua operasi berjalan baik, dan proses penggantian Jembatan Truoi No. 20

diselesaikan dengan sempurna dalam 5 jam, 1 jam lebih singkat dari yang semula direncanakan selama 6 jam.

Gbr. 1 Lokasi Proyek Penggantian

Foto 1 Lapangan perakitan jembatan baru pada lokasi Jembatan Truoi No. 20

Gbr. 2 Tahapan Penggantian untuk Jembatan Truoi No. 20

Foto 2 Transfer lateral jembatan eksisting pada lokasi Jembatan Truoi No. 20

Foto 3 Transfer lateral jembatan baru pada Jembatan Truoi No. 20

Foto 4 Sistem pengencangan rel langsung untuk jalan rel yang langsung ditempatkan

(Halaman 16~17)

## **Pemindahan Gelagar dalam Pembangunan Ulang Jembatan Jalan Raya pada Jalan Bebas Hambatan Metropolitan**

*Oleh Yasuhiro Kakinuma dan Atsushi Fukui, IHI Infrastructure Systems Co., Ltd.*

Sebagai akibat perbaikan Jalan Lingkar No. 2, salah satu proyek jalan raya perkotaan oleh pemerintah metropolitan Tokyo, Rute Yaesu Jalan Bebas Hambatan Metropolitan merintang sepotong seksi Jalan Lingkar No. 2 yang direncanakan sebagai terowongan bawah tanah. Hal ini mengakibatkan perlunya untuk membangun ulang seksi Rute Yaesu yang merintang tersebut.

Berikut ini, kami menggambarkan pemindahan gelagar jembatan eksisting pada Rute Yaesu yang diperintahkan oleh *Tokyo Metropolitan Expressway Company Limited* (lihat Gbr. 1 dan 2)

### **Garis Besar dan Fitur Pemindahan Gelagar Jembatan Eksisting**

#### **• Pemindahan Slab Beton**

Pemilihan metode untuk pemindahan slab beton mempertimbangkan efek yang dihasilkan pada lalu lintas kendaraan di bawah jembatan eksisting dan lingkungan sekitar. Secara khusus, dipilih gergaji dan pemotong beton jenis kering yang tidak membutuhkan air pendingin, dan slab beton dipotong menjadi blok (2,1 m x 3,8 m) dan kemudian dipindah untuk menghindari hancuran di lokasi.

Untuk memotong gelagar utama dari slab pada

seksi gelagar kotak (gelagar non-komposit), dipilih metode pendongkrakan rendah bising yang efisien (Foto 1). Dalam kasus seksi gelagar pelat (gelagar komposit), slab pada flens gelagar utama dibiarkan, dan slab antara gelagar dibuat menggantung dengan menggunakan derek dan kemudian dipotong.

#### **• Pemindahan Gelagar Jembatan Eksisting pada Persimpangan**

Terdapat berbagai batasan yang ditetapkan dalam pemindahan gelagar jembatan yang diinstalasi pada persimpangan Shiosakibashi—pengurangan jumlah penutupan lalu lintas, ruang kerja yang sempit dan batas waktu penutupan lalu lintas 5 jam, masalah keselamatan dan efek pekerjaan pada lingkungan sekitar. Untuk menghadapi kondisi demikian, dipilih metode pemindahan blok besar malam hari dengan menggunakan transporter (truk multi-sumbu) untuk memindahkan seksi bentang tengah dari gelagar kotak menerus 3-bentang (Gbr. 3).

Dua transporter, masing-masing dengan 8 sumbu, dibariskan, dan dipasang pengangkat pada transporter untuk mengangkat gelagar turun naik (Gbr. 5, Foto 2). Sebelum digunakannya transporter, dilakukan simulasi trek untuk menemukan halangan pada rute dan untuk mencari penanganan yang tepat untuk transfer gelagar yang dipindah, dan rute perjalanan ditandai di permukaan jalan.

Ketika pertama kali seksi bentang tengah dari gelagar menerus 3-bentang dipindah, ke dua sisi bentang menjadi gelagar sederhana, dimana momen tekuk meningkat. Akibatnya, tegangan gelagar utam melebihi tingkat ijin, Untuk menghadapinya, pemindahan perkerasan, slab dan kerb beton pemisah dilakukan lebih dahulu daripada pemindahan gelagar bentang tengah.

Gelagar bentang tengah (berat: sekitar 250 ton; panjang: 26 m) yang akan dipindah disokong temporer dengan menggunakan balok *setting*, dan sementara digunakan pemotongan gas, gelagar disambung menggunakan *splice plate* temporer. *Splice plate* temporer ini merupakan tindakan keselamatan jika terjadi jatuhnya balok *setting* dan untuk menekan timbulnya tegangan dalam yang cepat selama pemotongan gas. Selanjutnya, karena diperkirakan pelepasan baut yang disambung ke *splice plate* sulit dilakukan, dipasang dongkrak pada flens atas dan bawah gelagar (Gbr. 5). Pekerjaan pelepasan malam hari diselesaikan dalam batas waktu mengikuti penutupan lalu lintas berdasarkan hasil simulasi awal

dan dengan langkah manajemen resiko, dan dengan prosedur pemindahan yang dapat diandalkan

### **Pembangunan Ulang Gelagar Jembatan dengan Cepat dan Berhasil**

Setelah pemindahan gelagar jembatan eksisting, pembangunan ulang secara parsial Rute Yaesu dapat diselesaikan 3 bulan lebih awal dibanding jadwal semula, terutama karena pemilihan metode penegakkan blok besar dengan menggunakan truk multi-sumbu dan juga karena pendekatan baru lainnya yang diaplikasikan pada derek konstruksi dan peralatan sementara (Foto 3).

Penanganan terhadap penuaan infrastruktur urban merupakan pekerjaan yang penuh tekanan. Kami senang apabila teknologi pembangunan ulang di atas dapat dijadikan acuan dalam berbagai proyek pembaruan jembatan skala besar yang diperkirakan akan bertambah jumlahnya.

Gbr. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Ulang  
Gbr. 2 Garis Besar Proyek Pembangunan Ulang  
Foto 1 Pemindahan slab beton menggunakan metoda pendongkrakan  
Gbr. 3 Metoda Pemindahan Gelagar  
Gbr. 4 Pengangkatan Turun dan Naik Gelagar dengan Truk Multi-Sumbu  
Peralatan Penyokong Temporer  
Atas: Kondisi penggantian gelagar; Bawah: Pemindahan dan transportasi Gelagar  
Foto 3 Tampak keseluruhan pembangunan ulang jembatan pada Rute Yaesu

■ ■ ■ ■ ■

### **Operasi MKBJ**

(Halaman18)

### **Sambutan Presiden MKBJ yang Baru**

*Oleh Yozo Fujino*

Saya menjabat posisi Presiden Masyarakat Konstruksi Baja Jepang (MKBJ) mulai bulan Juni 2014

MKBJ didirikan pada tahun 1965 sebagai organisasi antar disiplin yang meliputi pembuat material baja dan konstruksi, perusahaan konstruksi, produsen perusahaan konsultan dan akademisi. MKBJ merayakan ulang tahun ke 50 pada tahun 2015.

Tugas utama saya adalah untuk mengarahkan peningkatan dan pengembangan aktifitas internasional

dan kedua adalah, untuk mempromosikan alih teknologi konstruksi baja mutakhir Jepang dengan tujuan menciptakan masyarakat yang aman dan dapat diandalkan di seluruh dunia. Salah satu contoh tugas kita adalah keterlibatan aktif dalam pembuatan standar internasional bersama sebagaimana International Organization for Standardization (ISO) untuk meningkatkan penyebaran dan pengembangan konstruksi baja dalam perspektif global.

Dalam bulan Mei 2015, *IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering)/ ATJSI (Asosiasi Teknik Jembatan dan Struktural Internasional) Nara 2014* akan diselenggarakan di Jepang. Sebagai anggota sekretariat MKBJ yang bertanggung jawab akan konferensi tersebut, saya akan mendukung dan bekerja sama secara aktif.

Untuk tahap ini, saya akan melakukan usaha terbaik saya untuk mendidik para peneliti dan insinyur muda tanpa memandang negara asal agar dapat memperkuat dasar teknologinya terkait dengan konstruksi baja.

Dalam rangka ulang tahun MKBJ ke 50 dan dengan melihat pencapaian organisasi Masyarakat ini, saya mempersiapkan diri untuk menangani berbagai tugas ini satu per satu. Akhirnya, saya ingin memohon dukungan dan pengertian terus menerus dari anda sekalian terkait operasi MKBJ.

### **Profil**

1972: Tamat dari Fakultas Teknik, University of Tokyo

1976: Menyelesaikan pendidikan doktor dari Graduate School, University of Waterloo (Ph. D)

1990: Professor, School of Engineering, University of Tokyo

2010: Profesor dengan penunjukan khusus, School of Engineering, University of Tokyo

Saat ini: Distinguished Professor, Institute of Advance Science, Yokohama National University; Professor Emeritus, University of Tokyo

### **Konferensi ATJSI Nara 2015**

ATJSI (Asosiasi Teknik Jembatan dan Struktural Internasional) akan menyelenggarakan konferensi ATJSI Nara 2015 selama tiga hari dari tanggal 13 hingga 15 Mei, 2015 di Nara, Jepang. Tema utama konferensi adalah “Keanggunan Struktur”. Target konferensi adalah solusi dan struktur yang anggun yang menunjukkan ketahanan struktural terhadap gempa bumi dan angin—termasuk pemodelan dan metode analisis untuk struktur tersebut, di samping bentuk

struktural konvensional.

Berbagai *event* dipersiapkan untuk mengisi hari-hari konferensi: penyampaian *keynote lectures*, presentasi makalah teknis, pameran perusahaan dan organisasi, tinjauan lapangan dan kegiatan lainnya.

Dalam kesempatan ini, semua perusahaan dan organisasi yang bekerja dalam konstruksi baja diundang untuk berpartisipasi dalam konferensi ini.

(Sampul Belakang)

### **Simposium MKBJ 2014 mengenai Konstruksi Baja Struktural**

Simposium MKBJ 2014 mengenai Konstruksi Baja Struktural, yang disponsori oleh Masyarakat Konstruksi Baja Jepang, diselenggarakan pada tanggal 13 dan 14 Nopember 2014 di Tokyo dan dihadiri oleh sejumlah besar peneliti universitas, produsen baja, pengguna baja, anggota MKBJ dan lainnya yang bekerja di bidang konstruksi baja.

Berbagai *event* diselenggarakan, mengelilingi Sesi Akademis dimana kontributor jurnal "*Steel Construction Engineering*" memberikan kuliah dan Pertemuan Kuliah Memorial, dimana para pemenang penghargaan pencapaian menonjol 2014 memberikan presentasi (untuk pekerjaan yang memenangkan hadiah, lihat halaman 1~6). Selain itu juga ditampilkan kuliah-kuliah dan diskusi panel yang bertujuan untuk menjalin hubungan yang komprehensif dan fungsional antar aktifitas komite-komite MKBJ—Sesi Baja Tahan-karat: presentasi berjudul "Garis Besar Baja *Stainless* dua Phase dan Aplikasi Terkaitnya;" Sesi Keteknikan: presentasi berjudul "Dari Era Manufaktur hingga Era Aplikasi: Pembaruan Urban dan Struktur Baja;" dan Sesi Internasional: presentasi berjudul "Menghadapi Globalisasi."

Foto

Pemenang penghargaan pencapaian menonjol MKBJ 2014

### **Sambutan Ketua Komite Internasional MKBJ**

*Oleh Kuniei Nogami*

*Ketua, Komite Internasional*

*(Professor, Tokyo Metropolitan University)*

Saya saat ini menjabat sebagai Ketua Komite Internasional Masyarakat Konstruksi Baja Jepang

(MKBJ)

Dimulai dengan terbitan No. 26 *Steel Construction Today & Tomorrow*, yang terbit pada tahun 2009, Komite Internasional bertanggung jawab terhadap perencanaan editorial salah satu dari tiga terbitan yang diterbitkan tiap tahunnya. Sejak pelantikannya, MKBJ telah menjalankan serangkaian aktifitas dalam bentuk survei, pengembangan riset dan teknologi dengan tujuan mempromosikan penyebaran konstruksi baja dan memperbaiki teknologi terkaitnya, dan secara bersamaan juga telah menjalin kerjasama dengan berbagai organisasi di luar negeri.

Setelah penggabungan MKBJ dengan Asosiasi Bangunan Baja *Stainless* Jepang pada tahun 2010, operasi lapangan MKBJ telah berkembang meliputi tidak saja baja karbon tetapi juga baja *stainless* sangat tahan karat. Akibatnya, kami bermaksud untuk mengalihkan teknologi ke seluruh dunia yang terkait dengan bidang konstruksi baja secara luas.

Sebagaimana pada terbitan No. 41, terbitan khusus MKBJ sebelumnya yang merupakan tanggung jawab komite kami, terbitan sekarang ini, No. 44, memperkenalkan pekerjaan unggulan dan telah mendapatkan hadiah pujian sebagai pencapaian menonjol 2014. Di samping itu, terbitan ini menampilkan "metode pembongkaran struktur baja," khususnya metode pembongkaran bangunan tinggi dan jembatan baja. Terbitan ini juga melaporkan Simposium MKBJ mengenai Konstruksi Baja Struktural dan operasi besar lainnya.

Komite Internasional, sementara mengerjakan berbagai respons mengenai internasionalisasi spesifikasi dan standar konstruksi baja, juga mempromosikan pertukaran informasi teknis dan personel antara organisasi Jepang dan luar negeri. Sebagai salah satu aspek operasi, kami berusaha agar terbitan ini memberikan informasi kepada pembaca mengenai operasi MKBJ, tren dalam konstruksi baja, dan teknologi serta perkembangan teknologi yang relevan dengan perencanaan, disain dan pembangunan struktur baja di Jepang.

Apabila anda berniat untuk mendapatkan informasi lebih rinci mengenai berbagai artikel dalam terbitan ini atau untuk menerima informasi teknis terkait, silakan hubungi sekretariat MKBJ ([info-jssc@jssc.or.jp](mailto:info-jssc@jssc.or.jp)).