

# STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(No. 41 April 2014)

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. 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. 41 April 2014: Isi**

---

*Isu khusus:* Masyarakat Konstruksi Baja Jepang

<i>Pujian untuk Pencapaian Menonjol dalam tahun 2013</i>	
Tokyo SKYTREE	1
Metode Penghancuran Tertutup untuk Gedung Tinggi	
Shibuya Hikarie	3
Jembatan Gelagar Komposit	4
Hadiah Tesis	5-6

*Fitur Khusus: Langkah-Langkah Penanganan Tsunami Raksasa*

Struktur Baja sebagai Penangkal Tsunami	7
Pemecah Gelombang Teleskopik Vertikal	9
Pemecah Gelombang Tsunami <i>Flap Gate</i>	11
Langkah-Langkah Evakuasi Tsunami yang Mengikuti Karakteristik Lokal	13
Bangunan Evakuasi Tsunami	14
Bangunan untuk Penangkal Tsunami	15
Metode Disain Struktural untuk Bangunan Evakuasi Tsunami	16
Konferensi Baja Struktural Pasifik ke 10	17
Simposium MKBJ mengenai Konstruksi Baja Struktural	18
Kepada Pembaca	
Sampul Belakang	

---

Catatan: Nomor halaman mengacu pada versi Bahasa Inggris terbitan No.41

Versi Indonesia: ©Federasi Besi dan Baja Jepang 2014

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>

## **Pujian untuk Pencapaian Menonjol dalam tahun 2013**

*(Halaman 1) Hadiah MKBJ*

### **Disain dan Konstruksi TOKYO SKYTREE**

Pemenang hadiah: Nikken Sekkei Ltd., Obayashi Corporation, JFE Steel Corporation, Kobe Steel, Ltd., Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation, Komaihaltec Inc., Kawada Industries Inc., Tomoe Corporation and Nippon Steel & Sumikin Engineering Co., Ltd.

TOKYO SKYTREE® adalah sebuah menara penyiaran yang dibangun di Sumida-ku, Tokyo untuk memenuhi permintaan dari enam perusahaan penyiaran. Menara ini menjulang setinggi 634 m dan merupakan struktur tertinggi di dunia untuk jenisnya.

Konsep struktural yang diterapkan pada menara ini dapat diekspresikan dengan dua kata: “warping” pedang Jepang (*katana*) dan ‘camper’ yang terdapat pada kolom arsitektur Jepang. Konsep ini diekspresikan secara tiga dimensi dalam disain menara yang kompleks yang dimulai dari segitiga biasa di dasar dan kemudian berubah menjadi sirkuler pada ketinggian 300 m

Mengenai rencana struktural, dua observatori dibangun pada ketinggian 350 m dan 450 m, sedangkan pada ketinggian 500 m ke atas, menara ini menopang antena penyiaran dari beberapa stasiun penyiaran.

Karena konfigurasi menara yang sangat tipis (rasio lebar terhadap tinggi 9.3 disesuaikan dengan keterbatasan lokasi konstruksi), maka pondasi dikerjakan dengan memperhitungkan gaya tekanan dan gaya tarik besar akibat gempa bumi dan angin kecepatan tinggi. Untuk perlakuan gaya tersebut dan memastikan daya dukung yang andal dan aman untuk menara ini, diadopsi tiang pancang bawah tanah menerus "knuckle wall" dari baja dan beton bertulang. Agar dapat menghasilkan tampilan yang bagus tanpa *gusset plates*, diadopsi struktur rangka pipa baja untuk seksi menara yang menggunakan pipa baja ukuran besar kekuatan tinggi dengan sambungan tubular.

Berbagai penangkal sudah digunakan untuk menghadapi gempa bumi dan angin. Berdasarkan survei lapangan, seperti survei kecepatan angin bagian atas dengan balon observasi yang dipasang GPS dan

survei mikrotremor untuk lokasi konstruksi, kemudian disiapkan simulasi gaya gelombang, bentuk gelombang dan gelombang pada lokasi untuk verifikasi keamanan struktur menara. Hingga tahap ini diperoleh bahwa dihasilkan keamanan struktural yang lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan lain yang biasanya dibangun di Jepang. Sebagai penanganan tambahan untuk menghadapi gempa bumi, sistem kontrol getaran-*shimbashira* (pertama kali digunakan baru pada bangunan ini) dikembangkan dan dipergunakan untuk mitigasi gaya seismik.

Foto

Menara Penyiaran tertinggi dunia

Pemancangan tiang pondasi (gambar arah atas)

Gambar

Garis besar Sistem Kontrol Getaran *Shimbashira*

*(Halaman 2) Hadiah Kinerja*

### **Pengembangan Metoda Penghancuran Tertutup untuk Bangunan Tinggi**

Pemenang hadiah: Taisei Corporation

Bangunanan tinggi biasanya berlokasi pada daerah perkotaan yang padat. Dalam pengembangan ulang daerah perkotaan belakangan ini, pembangunan ulang bangunan tinggi yang lebih tinggi dari 100 m semakin banyak, sehingga metoda penghancuran bangunan tinggi merupakan elemen penting dalam proyek-proyek pengembangan ulang perkotaan.

Dengan trend ini, Taisei Corporation mengembangkan sebuah metode penghancuran yang disebut “TECOREP (Taisei Ecological Reproduction) System” yang mengurangi efek yang tidak diharapkan akibat pekerjaan penghancuran bangunan terhadap lingkungan sekelilingnya, meningkatkan keselamatan dan mengurangi dampak lingkungannya. Sistem ini sudah berhasil digunakan dalam pekerjaan penghancuran sebuah gedung perkantoran tinggi dengan tinggi 105 m dan sebuah gedung hotel tinggi dengan ketinggian 104 m.

Salah satu fitur utama sistem TECOREP adalah pengurangan dengan tudung (*capped enclosure*) yang dibangun dengan menggunakan struktur eksisting pada lantai teratas kemudian selanjutnya dilakukan penghancuran secara tertutup. Jelasnya, gedung dihancurkan lantai demi lantai dimulai dari atas ke arah bawah. Kurungan dapat dipindah dengan aman dan cepat ke lantai di bawahnya yang menjadi target

penghancuran dengan menggunakan dongkrak hidrolik yang dipasang pada kolom bantu yang menahan struktur tudung. Selain itu, sistem yang baru ini juga memiliki kemampuan dalam memindahkan material hancuran dll secara vertikal ke permukaan tanah, dan dengan demikian menghemat energi dan mengurangi emisi CO<sub>2</sub>.

Penerapan praktis sistem TECOREP sudah ditunjukkan dalam pekerjaan penghancuran gedung hotel tertinggi di Jepang yang memiliki ketinggian 140 m. Karena pekerjaan penghancuran dilakukan dalam ruang tertutup tidak terjadi kecemasan dari lingkungan sekitar dan juga dipastikan aman; karena sistem ini meningkatkan waktu untuk penghancuran karena hampir tidak ada hari kerja yang hilang. Sistem penghancuran ini tidak hanya mengurangi tingkat kebisingan (sekitar 20 dB atau lebih) tetapi juga mencegah dispersi debu dan kotoran (hingga 90% atau lebih). Lebih lagi, dalam hal keselamatan kerja, maka metode penghancuran tertutup ini memberikan keuntungan lainnya walaupun tidak dapat dikuantifikasi secara numerik.

Foto

Prosedur pendongkrakan selama penghancuran dengan menggunakan sistem TECOREP  
Tampak dalam sistem TECOREP  
Gedung hotel dengan tinggi 140 m yang dihancurkan dengan menggunakan sistem TECOREP

(Halaman 3) *Hadiah Kinerja*

### **Disain dan Konstruksi Shibuya Hikarie**

Pemenang hadiah: Joint Venture (JV) Nikken Sekkei Ltd. dan Tokyu Architects & Engineers Inc. dan JV Tokyu Construction dan Taisei Corporation

Shibuya Hikarie merupakan salah satu proyek utama dalam program pengembangan ulang untuk area sekitar Stasiun Shibuya di Tokyo. Gedung ini adalah bangunan tinggi dengan ketinggian sekitar 185 m. Tujuan utama proyek ini adalah untuk menciptakan budaya dan gaya hidup baru dengan mengumpulkan semua beranekaragam aktivitas, seperti perdagangan, rekreasi, budaya dan bisnis.

Tugas besar dalam rencana strukturnya adalah menjadikan gedung ini memiliki teater dengan 2.000 kursi di lantai tengah dan membuat disain yang menghasilkan konfigurasi berbeda pada seksi tinggi dan rendah.

Umumnya, ketika dalam suatu struktur berlapis

digunakan berbagai aplikasi berbeda, kolom tidak dapat dibangun menerus menembus struktur bangunan secara vertikal. Akibatnya, solusi yang banyak diambil untuk menahan beban vertikal dan horisontal adalah dengan membuat struktur rangka besar. Akan tetapi, dalam proyek ini, dibuat rencana struktur yang handal dengan disain arsitektur yang rasional dan struktur yang mengutamakan gabungan teknologi umum tanpa mengandalkan metode struktural khusus.

Berikut ini adalah berapa cara yang diadopsi untuk merealisasikan rencana struktural yang sangat mapan.

- Karena di lantai tengah akan dibuat sebuah teater luas tanpa kolom, instalasi kolom yang tidak menembus secara vertikal dalam gedung diminimalkan (hanya empat kolom)
- Rencana yang diadopsi memiliki empat kolom yang berdiri pada bagian atas teater dan ditahan oleh "Balok-Super" dengan konstruksi rangka yang memiliki ketinggian dua lantai
- Pada kedua sisi teater, disusun pipa baja isi beton bentuk kotak (concrete filled steel tubes/ CFT) yang berfungsi sebagai pilar utama, berdiri sepanjang ketinggian struktur bangunan, Sekalipun seksi member dari Balok-Super menjadi besar dan mengakibatkan tegangan tekuk pada kolom meningkat, pilar utama CFT yang memiliki kekuatan dan kekakuan tinggi tetap dapat menahan tegangan tersebut.
- Adopsi CFT untuk kolom interior mengurangi gaya geser yang dialami oleh kolom eksterior yang menerima tambahan gaya aksial besar selama gempa bumi.

Foto

Tampak keseluruhan Shibuya Hikarie  
Gambar  
Garis Besar Rencana Struktural

(Halaman 4) *Hadiah Khusus*

### **Jembatan Gelagar Komposit Baja-Beton Menerus dengan Seksi Padat**

Pemenang hadiah: East Nippon Expressway Company Limited

Perusahaan jalan bebas hambatan di Jepang telah mengembangkan jenis struktural inovatif dalam konstruksi jembatan jalan bebas hambatan, seperti struktur minimum gelagar utama dengan slab PC, dan struktur komposit menerus yang mempertimbangkan pemanfaatan slab PC dan gelagar baja. Salah satu

keberhasilan dalam hal ini adalah jembatan dua gelagar-I komposit baja-beton. Untuk mendapatkan tipe jembatan yang lebih rasional, maka perlu diperkenalkan konsep-konsep disain baru.

Untuk kebutuhan ini, East Nippon Expressway Company Limited memperkenalkan disian seksi kompak dalam konstruksi jembatan jalan raya--merupakan yang pertama di Jepang. Ide dasar konsep disain ini adalah memanfaatkan secara penuh kinerja produk berragam baja untuk menghasilkan struktur jembatan yang lebih rasional. *Viaduct Kanayagou* adalah jembatan jalan bebas hambatan yang dibangun dengan menggunakan konsep disain baru ini.

Pada seksi tengah bentang jembatan dimana biasanya jembatan konvensional dua gelagar-I komposit baja-beton akan mengalami tekuk positif dominan, diberikan sumbu netral dekat slab sehingga web yang akan menerima hampir semua gaya tekan. Dalam tahap ini, dikhawatirkan fenomena tidak stabil yang disebut tekuk akan terjadi dalam rentang tekanan yang tersisa.

Untuk memperbaiki situasi ini diperkenalkan sebuah konsep disain baru. Yaitu, bila sebuah seksi dibangun tanpa menyebabkan tekuk pada web dan dapat mencapai keadaan plastis, maka dihasilkan kondisi dimana tekan ditahan oleh slab dan tarik oleh baja. Pada tahap ini, rasionalisasi dapat dicapai dengan pemanfaatan penuh fitur struktur baja dan beton untuk mencegah kolaps segera. Konsep disain kompak mencoba menghasilkan rasionalisasi seksi dengan memaksimalkan penggunaan karakteristik kinerja member struktur.

Adopsi disain seksi kompak untuk *Viaduct Kanayagou* menunjukkan beberapa keuntungan: berkurangnya berat baja, dibatasinya tinggi gelagar, dan realisasi struktur yang ekonomis dan ramping dengan gelagar dengan tinggi sama tanpa berkurangnya kinerja struktural.

Foto

*Viaduct Kanayagou* dengan konsep disain baru: seksi kompak

Gambar

Konsep Disain Seksi Kompak  
Perbandingan Proporsi Seksional  
Perbandingan Berat Baja

(Halaman 5~6) Hadiah Tesis

## Efek Ketebalan Pelat Dek dari Dek Baja Ortotropik terhadap Durabilitas Fatik

Pemenang hadiah: Jun Murakoshi, Shu-ichi Hirano dan Hideaki Harada, Institut Riset Pekerjaan Umum

Efek ketebalan pelat dek pada durabilitas fatik dek baja ortotropik dibahas berdasarkan hasil percobaan dan analitis untuk meningkatkan durabilitas fatik detail struktural retak pelat dek.

Uji fatik *Wheel running* dilakukan pada spesimen uji skala penuh dengan kombinasi pelat dek ketebalan 16/19 mm dan rusuk ketebalan 6/8 mm (Gbr.1). Analisis elemen hingga juga dilakukan untuk menunjukkan efek ketebalan pelat dek terhadap tegangan setempat pada sambungan las rusuk-dek (Gbr. 2).

Gbr. 1 Gambar uji dengan mesin uji wheel running  
Gbr. 2 Diagram Deformasi dan Vektor Tegangan Prinsipal untuk D12U6 dan D19U6

## Riset mengenai Efek Kontrol Respon Displasemen dengan Bresing Baja Konvensional

Pemenang hadiah: Hiroyuki Hayashida, JFE Civil Engineering & Construction Corp., Izumi Miyashita, *Graduate School* Universitas Kumamoto (sebelumnya), Koji Ogawa, *Graduate School of Universitas Kumamoto*

Riset ini memeriksa peluang bresing baja konvensional untuk dimanfaatkan sebagai elemen kontrol respon seismik

Gbr. 1 membandingkan sudut maksimum antar lantai (*drift angle*) pada seluruh lantai pada rangka baja dengan bresing dengan sudut antar lantai pada rangka rigid murni. Dalam rentang sudut yang kecil, sebagaimana asumsi pada disain kontrol respons seismik, deformasi rangka dengan bresing lebih kecil dibandingkan pada rangka rigid murni.

Gbr. 2 menunjukkan hubungan antara rasio pembagian kekuatan pada bresing dan nilai maksimum *drift angle* pada seluruh lantai, dimana kekuatan rangka ditetapkan pada tingkat tertentu. Berdasarkan gambar, bila rasio pembagian antar bresing ditingkatkan, maka respon menurun beraturan, tetapi bila rasio pembagian ditingkatkan hingga tingkat tertentu, respon akan cenderung meningkat cepat.

Penyebab cepatnya kenaikan respon diakibatkan karena adanya konsentrasi deformasi pada satu lantai.

Dalam riset ini diusulkan sebuah persamaan untuk menghitung batas atas rasio pembagian kekuatan pada bresing agar konsentrasi deformasi dapat dicegah. Dalam contoh pada Gbr. 2, rasio batas atas ditunjukkan dengan menggunakan campuran garis putus dan menerus.

Gbr. 1 Perbandingan *Drift Angle* antar Lantai antara Rangka Baja dengan Bresing dan Rangka Rigid Murni  
Gbr. 2 Nilai Maksimum *Drift Angle* antar Lantai

## **Kapasitas Deformasi Plastis dan Metoda Disain Pencegahan Fraktur untuk Sambungan Momen Las yang Diperkuat Flens Tebal**

Pemenang Hadiah: Keiichiro Suita, Profesor, Universitas Kyoto beserta lima anggota lainnya

Dengan tujuan mencegah fraktur pada sambungan las ujung balok pada struktur momen baja dan meningkatkan kapasitas deformasi plastisnya, dalam riset ini diusulkan sebuah pendekatan disain struktur baru. Teknologi kunci dalam pendekatan ini adalah dengan memperbesar ketebalan flens ujung balok dengan menggunakan produk baja sebagai flens balok dengan berbagai ketebalan yang dapat dihasilkan oleh pabrik (Gbr. 1).

Untuk verifikasi diperolehnya besarnya kapasitas deformasi yang besar daripada balok dengan bertambahnya ketebalan flens, properti material produk baja nya dicari dengan menggunakan berbagai metoda uji; dan kemudian, kinerja balok dengan ketebalan flens yang diperbesar dibandingkan dengan kinerja balok dengan panjang sama dengan lebar diperbesar dengan menggunakan spesimen sambungan las bentuk T antara balok-kolom (Foto 1). Selanjutnya, konsentrasi tegangan pada kaki (*toe*) pada akses las dianalisis dengan menggunakan metoda elemen hingga untuk dapat menghasilkan usulan metoda penentuan bentuk paling efektif dan dimensi penebalan flens untuk mencegah fraktur.

Pendekatan disain yang diusulkan efektif untuk meningkatkan kapasitas deformasi plastik sambungan las, khususnya pengelasan di-tempat dimana kontrol mutu sulit dilakukan dan dimana kontrol kondisi mekanis yang mempengaruhi sambungan las sulit dilakukan.

Gbr. 1 Metode Flens Tebal

Foto 1 Spesimen setelah uji

## **Proposal untuk Metode Prediksi Kehilangan Volume pada Elemen Baja Menggunakan FSM dengan Bantuan Analisis Medan Listrik Statik**

Pemenang Hadiah: Mikihito Hirohata, Universitas Nagoya, You-Chul Kim, Universitas Osaka, dan Chunfeng Jin, Universitas Osaka

Dalam riset ini, diusulkan sebuah metoda yang akan memprediksikan kehilangan volume akibat korosi pada produk baja dengan cara FSM dibantu dengan analisis medan listrik statik.

Untuk memprediksikan kehilangan volume elemen jembatan eksisting dengan cara FSM, perlu dipahami perubahan sekuler (terkait umur) dalam perbedaan potensial listrik sejak saat konstruksi hingga saat ini. Akan tetapi, tidak mungkin mengukur perubahan sekuler dengan menggunakan level eksisting, dalam keadaan baik, pada tahap konstruksi. Untuk memecahkan masalah ini, telah dilakukan simulasi parametrik dengan berbagai pola kehilangan volume dengan analisa medan listrik untuk mendapatkan kurva yang dapat memprediksi kehilangan volume dengan tepat.

Sebuah elektroda dan *sensing pin* dipasang pada web baja profil-H sebagaimana dalam Gbr. 1. Perubahan perbedaan potensial listrik yang terukur dievaluasi dalam perbedaan potensial listrik awal per mil (nilai FV). Kehilangan volume diberikan secara random pada rentang yang lingkari merah (250x40 mm) dalam Gbr. 2. Sementara itu, sebelum pengujian, dilakukan analisis dengan menggunakan berbagai pola kehilangan volume untuk memperoleh kurva yang akan memprediksi kehilangan volume pada spesimen. Gbr. 2 menunjukkan hasil uji dan analisis. Hasil uji dalam gambar dengan simbol diprediksi dengan akurasi relatif tinggi menggunakan kurva prediksi kehilangan volume yang diperoleh dari analisis. Hasil yang diperoleh menunjukkan validitas metode prediksi kehilangan volume, sebagaimana diusulkan dalam riset ini.

Gbr. 1 Spesimen Baja Profil-H (300×300×10×15 mm, panjang 650 mm)

Gbr. 2 Hasil Prediksi Kehilangan Volume Baja Profil-H



## **Fitur Khusus: Langkah-Langkah Penanganan Tsunami Raksasa**

Tiga tahun telah berlalu sejak Gempa Bumi Besar Jepang Timur terjadi, dan sekarang rekonstruksi diharapkan dipercepat di daerah terkena dampak. Dalam situasi ini, tugas mendesak untuk Jepang adalah membangun masyarakat yang sadar keselamatan dan terlindung dari bencana. Ini hanya akan terlaksana dengan menyerap secara penuh pelajaran yang dapat dipetik dari kerusakan-kerusakan manusia dan fisik yang diakibatkan terutama oleh tsunami yang timbul akibat gempa bumi.

Dipicu dengan gerakan ini, Terbitan No. 41 menyajikan usaha-usaha terkini sebagai persiapan masa depan, khususnya langkah-langkah untuk menghadapi tsunami raksasa dengan menggunakan struktur baja.

(Halaman 7~8)

## **Teknologi dan Metoda Struktur Baja yang Digunakan sebagai Penangkal Tsunami**

oleh Takeshi Mochizuki, Ketua Komite Rekayasa Sipil Federasi Besi dan Baja Jepang; Kazuyoshi Fujisawa, Ketua Komite Konstruksi Bangunan, Federasi Besi dan Baja Jepang

### **Teknologi dan Metoda Struktur Baja yang Kondusif untuk Mencegah dan Mengontrol Kerusakan Tsunami**

Dalam rangka menanggapi Gempa Bumi Besar Jepang Timur pada bulan Maret 2011, Federasi Besi dan Baja Jepang menyiapkan proposal yang dirancang untuk "membuat infrastruktur sosial sangat tahan terhadap bencana dengan memaksimalkan penggunaan struktur baja. Tujuan utamanya adalah untuk pemulihan dan rekonstruksi segera area yang terpapar bencana dan meningkatkan kapasitas Jepang dalam pencegahan bencana. Beberapa diantara proposal tersebut adalah teknologi dan metoda struktur baja yang meningkatkan pencegahan dan pengontrolan kerusakan akibat tsunami. Di bawah ini dipaparkan beberapa proposal.

### **Metoda Perkuatan Dermaga Caisson Eksisting (Dinding pantai) Menggunakan Turap Pipa Baja atau Tiang Pancang Pipa Baja**

Gbr. 1 menunjukkan gambar metoda perkuatan dermaga caisson eksisting (dinding pantai) yang tidak

saja meningkatkan ketahanan gempa tetapi juga mencegah penggerusan pondasi caisson. Penggerusan yang diakibatkan oleh *backwash* dapat dicegah dengan instalasi turap pipa baja tanam di depan dermaga caisson (dinding pantai). Juga, tiang pancang pipa baja dapat digunakan sebagai pember perkuatan pengganti turap pipa baja.

Di samping itu, dalam hal dimana metode ini diharapkan dapat menjadi perkuatan khususnya terhadap gelombang awal tsunami, dapat dibuat variasi lain dimana produk baja disusun di belakang caisson.

### **Metode perkuatan untuk Dinding pantai Menggunakan Turap Pipa Baja**

Gbr. 2 menunjukkan metoda perkuatan revetment menggunakan turap pipa baja. Metoda ini tidak saja menambah ketinggian dinding pantai tetapi juga meneruskan daya tahan terhadap tsunami ke dinding pantai dengan menginstalasi parapet baru yang disokong dengan turap pipa baja ke belakang dinding pantai serta juga memanfaatkan keberadaan tanggul air-pasang eksisting.

Ada dua fitur yang perlu dicatat mengenai konstruksi baru tanggul air-pasang tsunami. Pertama, karena tidak adanya kebutuhan akan remodeling skala besar dinding pantai eksisting, pekerjaan perkuatan dapat diselesaikan lebih cepat. Kedua, pekerjaan perkuatan dapat dilaksanakan pada lokasi sempit ataupun ruang kerja terbatas.

### **Penangkalan Limpasan dengan Menggunakan Turap Baja Dinding Ganda**

Gbr. 3 menunjukkan efek perkuatan yang menggunakan turap baja dinding ganda untuk mencegah kolaps tanggul akibat limpasan air tinggi selama tsunami.

Beberapa fitur dari metoda ini adalah ketahanan gempa yang tinggi (ketahanan likuifaksi tanah) dengan adanya instalasi turap baja dinding ganda di dalam tanggul; dan retensi ketinggian tanggul untuk mencegah inundasi sekalipun ketika kemiringan tanggul dapat terputus akibat limpasan.

### **Sistim Struktur Baru untuk Konstruksi Bangunan**

"Bangunan dengan Sistim Struktur Baru Menggunakan Material Struktural Inovatif" merupakan proyek R&D gabungan antara sektor pemerintah-swasta. Secara khusus, bangunan yang menggunakan sistim struktur baru ini dapat menahan gempa bumi besar dengan tingkat intensitas gempa

sebesar 7 dan dibangun menggunakan baja kekuatan tinggi grad 780 N/mm<sup>2</sup> (H-SA700) dan sistim disipasi energy.

Dengan mengutamakan peningkatan konsep bangunan dengan sistim struktural baru ini akan dimungkinkan membangun jalan yang ditinggikan dan fasilitas industri bertingkat yang dapat menahan gaya gelombang yang dihasilkan oleh tsunami dan banjir, sebagaimana ditunjukkan dalam Gbr. 4.

### **Bangunan Struktur Baja untuk Penggunaan Basis Darurat Bencana**

Gbr. 5 menunjukkan bangunan struktur baja yang digunakan sebagai basis darurat bencana. Bangunan ini memiliki struktur panggung yang sangat tahan akan gempa bumi dan tsunami, dan sangat berguna untuk berbagai tujuan, serta dapat berfungsi sebagai simbol wilayah.

Bangunan ini memanfaatkan struktur panggung dengan ketinggian lebih besar daripada tinggi asumsi tsunami dan menggunakan pipa baja isi beton kekakuan tinggi (CFT) dengan kekuatan tinggi yang menambah keamanan gedung terhadap tsunami. Bangunan ini juga mengadopsi sistim disipasi energi dengan bresing penahan tekuk untuk seksi atas sehingga resistensi terhadap gempa meningkat. Di samping itu, penggunaan struktur bentang besar memberikan ruang fleksibel yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai kondisi darurat.



Teknologi dan metoda yang dikembangkan di Jepang dan diperkenalkan di atas diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi keamanan dan keselamatan penduduk yang tinggal di Pacific-rim.

Gbr. 1 Metode Perkuatan Dermaga Caisson Eksisting dengan Turap Pipa Baja atau Tiang Pancan Pipa Baja

Gbr. 2 Metoda Perkuatan Dinding Pantai dengan Menggunakan Turap Pipa Baja

Gbr. 3 Efek Turap Baja Dinding Ganda terhadap Penangkal Limpasan

Gbr. 4. Contoh Gedung yang Dibangun Menggunakan “Bangunan Sistim Struktural Baru dengan Material Struktur Inovatif”

Gbr. 5 Bangunan Struktur Baja untuk Basis Darurat Bencana

(Halaman 9~10)

## **Pemecah Gelombang Teleskopik Vertikal—Prototipe Pertama di Dunia**

oleh Makoto Kobayashi, Obayashi Corporation; Taro Arikawa, Institut Riset Pelabuhan dan Bandara; Kazuyoshi Kihara, Industri Berat Mitsubishi, Bridge & Steel Structure Engineering Co., Ltd.; Hiroshi Inoue, Toa Corporation; Hirosugu Kasahara, Nippon Steel & Sumikin Engineering Co., Ltd.

Pemecah gelombang teleskopik vertikal/ *vertically telescopic breakwater* (pemecah gelombang apung susun vertikal; selanjutnya disingkat VTB) merupakan pemecah gelombang bergerak dengan konsep baru. Strukturnya terdiri dari tiang pancang pipa baja bagian atas dan bagian bawah yang disusun dalam beberapa baris dan biasanya ditempatkan di bawah dasar laut menyatu dengan jalur pelayaran. Dalam keadaan darurat, seperti tsunami dan gelombang tinggi, tiang pancang bagian atas dibuat dapat mengapung untuk melindungi berbagai fasilitas yang terletak di dalam pelabuhan. (Gbr. 1)

Ketika terjadi Gempa Bumi Besar Jepang Timur pada tanggal 11 Maret 2011, nyata bahwa pemecah gelombang konvensional berkontribusi dalam mitigasi kerusakan akibat tsunami. Apabila VTB aplikasikan, pemecah gelombang ini tidak akan menjadi ancaman bagi navigasi kapal, tetapi juga akan mencegah mencegah masuknya tsunami melalui rute navigasi.

Berikut ini diperkenalkan garis besar VTB dan uji model hidrolik serta uji lapangan yang dilakukan untuk memeriksa dan memverifikasi faktor teknologi utamanya

### **Garis Besar Struktural dan Mekanisme Pengangkatan**

Pemecah gelombang yang baru ini terdiri dari struktur pembungkus dimana tiang-tiang atas diinsersi ke dalam tiang bawah (Gbr. 2).. Tiang pancang atas diangkat dengan mengisi udara tekanan tinggi dan diturunkan dengan melepas udara melalui katup *exhaust*. Kedua operasi ini dilakukan dengan sistim kendali jarak jauh. Transfer gaya horizontal (gaya gelombang, dll) terjadi di bagian dimana pancang atas dan bawah saling *overlap*.

### **Uji Model Hidrolik**

Efek pemecah gelombang untuk menghentikan tsunami dibuktikan dengan sebuah uji model hidrolik. Uji ini dilakukan pada *flume* Hydro-Geo besar (panjang 184 m, tinggi 12 m, lebar 3,5 m) di Institut Riset Pelabuhan dan Bandara dengan memasiang sebuah model pemecah gelombang dengan skala 1/5.

Foto 1 menunjukkan kondisi uji.

Hasil uji menghasilkan koefisien transmisi sebesar 0.25~0.3, yang menunjukkan bahwa pemecah gelombang cukup efektif menghentikan tsunami.

### Uji Lapangan

Uji lapangan dilakukan di Pelabuhan Numazu di Prefektur Shizuoka selama periode September 2006 hingga May 2009. Spesimen uji berupa satu set spesimen yang terdiri dari tiang pancang bagian atas (diameter 1,422 m, panjang 14,75) dan tiang bagian bawah (diameter 1,600 m, panjang 16,75 m). Dua tiang pancang (diameter 1,422 m) yang ditanam pada dasar laut diinstalasi pada sisi specimen (Foto 2). Poin-poin penting pengujian dan hasilnya dijelaskan di bawah ini:

#### • Uji Penurunan dan Penaikkan

Pengujian mekanisme penurunan dan penaikkan dilakukan dengan memberikan udara dari tangki suplai dan mengeringkannya melalui katup ekshaus. Penaikkan diselesaikan dalam 200 detik setelah dilakukan suplai udara dimulai. Sekalipun operasi penurunan dan penaikkan dilakukan 100 kali, kondisi penaikkan dan penurunan tetap stabil yang menunjukkan reliabilitas dari sistem suplai udara.

#### • Uji Respon Gelombang

Uji ini dilakukan dengan posisi tiang atas mengapung untuk melihat respon pemecah gelombang terhadap gelombang. Hasil menunjukkan bahwa respon pemecah gelombang dapat diramalkan dengan cara analisis oscilasi dengan menggunakan tiang pancang atas sebagai struktur apung.

#### • Survei Pertumbuhan Organisme Laut dan Korosi Tiang Pancang Baja

Tiang pancang atas dinaikkan kembali 1 tahun setelah instalasi. Permukaan tiang pancang atas ternyata bebas dari pertumbuhan organism dan bebas dari korosi (Foto 3). Kenyataan ini nampaknya diakibatkan oleh lingkungan dengan pencahayaan rendah dan oksigen sisa di tiang bawah tempat pemasangan tiang atas

### Rencana Pencegahan Bencana Menggunakan VTB

Di bawah ini dipaparkan garis besar struktural VTB, efek proteksinya terhadap gelombang, dan verifikasi sistem penaikkan dan penurunan seperti diperkenalkan di atas.

Di Jepang, telah diramalkan tidak lama lagi akan ada dua gempa bumi besar di daerah Nankai dan Tonankai. Di Pelabuhan Wakayami-Shimotsu yang diperkirakan akan mengalami kerusakan tsunami

akibat gempa bumi sedang dilakukan perencanaan pencegahan bencana tsunami yang menerapkan VTB.

Gbr. 1 Gambar VTB

Fig. 2 Gambar Skematik VTB

Foto 1 Uji model hidrolik

Foto 2 Uji lapangan

Foto 3 Survei perumbuhan organism laut

(Halaman11~12)

## Pemecah Gelombang Tsunami *Flap Gate*:

## Fasilitas Pencegahan/Mitigasi Bencana Tsunami

oleh Kyoichi Nakayasu, Hitachi Zosen Corporation

Pada pukul 14:46 tanggal 11 Maret 2011, Jepang diguncang oleh Gempa Bumi Besar Jepang Timur dengan episentrum berada lepas pantai Prefektur Miyagi. Tsunami besar yang ditimbulkan oleh gempa bumi ini mengakibatkan kehancuran serius yang meliputi area luas sepanjang pantai Pasifik, dari Hokkaido dan Tohoku ke Kanto. Walau kenyataannya gempa terjadi pada siang hari ada cukup waktu untuk melarikan diri sebelum tsunami tiba, keterlambatan awal pada proses evakuasi akibat kekacauan karena gempanya, dan parahnya komunikasi telah mengakibatkan bertambah jumlah korban tsunami.

Sebaliknya, sekalipun telah mengetahui bahaya tsunami, banyak orang yang masih mengarah ke laut untuk menutup *sluicgate* dan *land lock*. Akibatnya, beberapa dari mereka tertelan tsunami. Rilis berita yang dikeluarkan oleh Kantor Kabinet pada 29 Agustus 2012 jelas menerangkan penanggulangan tsunami yang benar: "Evakuasi cepat adalah penanggulangan yang paling penting dan efektif menghadapi tsunami" dan "Tiap penanggulangan tsunami harus dirancang untuk memungkinkan evakuasi cepat." Pernyataan ini menunjukkan arah fasilitas pencegahan bencana dan mitigasi bencana di masa depan.

Pemecah gelombang tsunami *flap gate* (fasilitas pencegahan dan mitigasi bencana tsunami tipe *flap gate*) tidak saja menunjukkan gerakan kearah yang disebut di atas, tetapi juga menunjukkan fungsionalitas yang andal dalam keadaan darurat, dengan hanya sedikit kendala untuk operasi harian, dan juga mengurangi upaya pemeliharaan hingga minimum. Penjelasan fitur di bawah ini memperkenalkan efek aplikasi yang diharapkan dan perkembangan terbaru pemecah



gelombang tsunami *flap gate*.

### **Garis Besar Pemecah Gelombang Tsunami Flap Gate**

Pemecah gelombang tsunami flap gate merupakan peralatan mandiri yang tidak membutuhkan listrik eksternal ataupun pengoperasian manual serta merupakan representasi fusi antara pintu tipe angkat, yang membutuhkan banyak masalah instalasi, dengan *flap gate*. *Flap gate* konvensional membutuhkan sebuah engsel yang dipasang dibagian atas *flap* (Gbr. 1), dan pintu terbuka dan tertutup otomatis sebagai respon terhadap beda ketinggian air di depan dan di belakang *flap gate*. Sementara itu, pintu tipe angkat menggunakan sebuah sendi yang dipasang di bagian bawah pintu (Gbr. 2) dan mengontrol aliran air dengan cara merubah sudut pintu dengan alat penggerak. Dalam pemecah gelombang tsunami *flap gate*, pusat rotasi terletak di bagian bawah pintu seperti pada tipe angkat. Dan, sementara *flap gate* konvensional merespon tsunami, pasang naik dan banjir, *flap gate* pada pemecah gelombang tsunami turun dan naik akibat mengikuti perbedaan ketinggian air di depan belakang pintu.

### **Aplikasi Pemecah Gelombang Tsunami**

#### **• Garis Besar Struktural**

Gbr. 3 menunjukkan gambar pemecah gelombang *flap gate*. Bangun ini terdiri dari tiga bagian: pintu, struktur kotak untuk tempat daun pintu, dan batang tarik yang mentransfer beban yang bekerja pada bagian atas daun pintu ke struktur kotak ketika pintu naik.

Daun pintu diatur lurus di seberang bukaan pada pelabuhan dan membentuk pemecah gelombang menerus; dan naik, turun dan berputar mengelilingi sumbu putar yang berada pada bagian dasar struktur.

Daya apung yang dibutuhkan untuk mengangkat pintu dihasilkan dari suplai udara ke ruang udara daun pintu pada saat normal. Dalam kondisi normal, ujung daun pintu disandarkan dengan kait yang terpasang pada struktur kotak untuk mencegah pintu agar tidak mengapung. Bila diramalkan akan ada tsunami, kait sandaran dilepas dan daun pintu akan naik akibat daya apung sendiri ke permukaan air. Kemudian, saat tsunami tiba, pintu naik tanpa membutuhkan tenaga dan memanfaatkan perbedaan tinggi muka air akibat tinggi air pasang yang diciptakan tsunami hingga mencapai sudut tertentu.

Beban yang bekerja pada pintu ditransfer ke pondasi struktur kotak melalui batang tarik dan sumbu

putar di dasar pintu. Hal ini memberi stabilitas ke pemecah gelombang *flap gate* dengan menghasilkan ketahanan gesek antara struktur kotak dengan *rubble mound*.

#### **• Fitur dan Perkiraan Efek Aplikasi**

Pemecah gelombang tsunami *flap gate* menunjukkan fitur sebagai berikut: "Area proteksi bencana luas karena instalasinya di luar tembok pantai eksisting"; "Daya apung yang dibutuhkan untuk menaikkan pintu diperoleh dalam kondisi normal"; dan "Gaya gelombang tsunami tidak memblok penutupan pintu". Sehingga efek aplikasi yang diharapkan adalah sebagai berikut:

- ◆ Bahkan ketika diserang tsunami terbesar sekalipun, mulainya inondasi bisa ditunda, sehingga waktu untuk evakuasi dapat diperpanjang.
- ◆ Karena tidak dibutuhkan peralatan mekanis ukuran besar maka biaya konstruksi bisa ditekan, dan beban perawatan dikurangi.
- ◆ Alur pelayaran dapat juga ditutup otomatis dengan hanya memanfaatkan naiknya air saat tsunami, dan pemecah gelombang ini berfungsi baik ketika terjadi bencana yang merusak infrastruktur komunikasi.

#### **• Perkembangan Terakhir**

Pengembangan pemecah gelombang tsunami *flap gate* dimulai tahun 2003. Dan kemudian kinerja dasar pemecah gelombang ini diperiksa dan diperbaiki dengan berbagai uji, dimana uji laboratorium yang dibutuhkan untuk aplikasi praktis diselesaikan pada tahun 2009. Sejak 2010 hingga 2012, fungsi dasar dan reliabilitas pemecah gelombang ini diverifikasi bersama oleh Hitachi Zosen, Toyo Construction dan Penta Ocean Construction dengan cara uji praktis daerah laut.

Foto 1 menunjukkan uji praktis area laut. Uji dilakukan di Pelabuhan Perikanan Yaizu, Prefektur Shizuoka, dengan tujuan menentukan reliabilitas operasi penaikkan dan penurunan, stabilitas pintu ketika dijatuhkan, dan reliabilitas perawatan dan keamanan.

Alat yang digunakan untuk uji dipasang pada bulan Februari 2011, dan selama sekitar 2 tahun hingga bulan Maret 2013, uji dilakukan dengan 151 operasi pengapungan/penurunan dan 14 bulan observasi dengan posisi pintu jatuh. Hasil uji menunjukkan bahwa tidak ada masalah dengan reliabilitas pergerakan pemecah gelombang ataupun stabilitasnya dalam posisi jatuh. Di samping itu, selama periode uji, kondisi alat terus dimonitor untuk mendapatkan berbagai data operasional. Pada saat bersamaan, observasi berkala dan penggantian beberapa bagian

dialakukan oleh penyelam untuk memastikan stabilitas dan keamanan pengoperasian bawah air. Sementara itu, hasil uji ini diumumkan oleh tiga perusahaan pada bulan Oktober 2013. Untuk detail selanjutnya silakan lihat di

<http://www.hitachizosen.co.jp/products/products026.html>.

### **Aplikasi Land Lock**

#### **• Perkembangan Terakhir**

Foto 2 menunjukkan kondisi untuk memastikan pergerakan pintu akibat aliran air ketika pemecah gelombang diaplikasikan dengan *flape gate* tipe *land lock*. Pengembangan *flap gate* tipe *land lock* ini dimulai tahun 2009, dan berbagai upaya dilakukan untuk mencegah cepatnya turun-naiknya pintu dan retensi kekuatan dan kekakuan pintu menahan kendaraan yang lewat.

Pada tahun 2011, durabilitas pintu diperoleh melalui aplikasi lapangan dengan menggunakan alat uji verifikasi, dan kondisi pengoperasian dipastikan dengan menggunakan tangki pembangkit arus air. Pada bulan Mei 2013 *flap gate* tipe *land lock* yang pertama diinstalasi dengan disain arsitektural yang telah diperbaiki.

#### **• Efek Aplikasi yang Diharapkan**

Mekanisme operasi *flap gate* tipe *land lock* serupa dengan yang ada pada pemecah gelombang tsunami *flap gate*. Karena pintu otomatis naik akibat inundasi, di bawah ini beberapa efek yang diperkirakan:

- ◆ Karena tidak dibutuhkan pengoperasian pintu, maka kegiatan evakuasi tidak terhalang
- ◆ Sekalipun infrastruktur *power supply* dan infrastruktur telekomunikasi mengalami kerusakan serius, *flap gate* tipe *land lock* dapat berfungsi baik.
- ◆ Karena pintu dapat dibuka kapan saja, efeknya pada kehidupan sehari-hari kurang, dan dalam situasi darurat, pintu dapat digunakan sebagai rute evakuasi.
- ◆ Karena sederhananya komposisi mekanis pintu, kecil kemungkinan terdapat masalah; dan karena perawatan mudahnya, maka beban perawatan menjadi berkurang.

### **Aplikasi Flap Gate yang Menjanjikan**

Salah satu fitur penting pemecah gelombang tsunami *flap gate* (fasilitas pencegahan dan mitigasi bencana tsunami tipe *flap gate*) adalah bahwa pemecah gelombang ini dapat beroperasi dengan kekuatan alam saja, sebagaimana dilaporkan di atas. Karena bencana

tsunami tidak dapat sepenuhnya dicegah dengan hanya menggunakan pemecah gelombang tsunami *flap gate*, kami akan berharap *flap gate* ini setidaknya dapat sedikit membantu membangun masyarakat yang aman.

Gbr. 1 Garis Besar *Flap Gate*

Gbr. 2 Garis Besar Pintu tipe Angkat

Gbr. 3 Gambar Pemecah Gelombang Tsunami *Flap Gate* Terpasang

Foto 1 Instalasi alat uji pada area laut

Foto 2 Konfirmasi pergerakan *flap gate* akibat aliran air (aplikasi seperti *land lock*)

(Halaman 13)

## **Langkah Evakuasi Tsunami yang Sesuai Karakteristik Lokal**

Oleh Mitsuo Seki, Takenaka Corporation

### **Inisiatif untuk Membangun Distrik Pencegahan Bencana Tsunami**

Tsunami besar yang diakibatkan oleh Gempa Bumi Besar Jepang timur sangatlah menghancurkan area pantai dan menghilangkan banyak nyawa. Saat ini, sedang dibuat inisiatif untuk mempromosikan terbentuknya distrik pencegahan tsunami melalui sistem proteksi berbagai sisi yang menggabungkan penggunaan piranti lunak dan piranti keras.

Dengan mengutamakan teknologi simulasi presisi tinggi dan pengalaman luas dalam konstruksi fasilitas pencegahan bencana, Takenaka Corporation sedang melaksanakan pembentukan distrik pencegahan bencana yang cocok untuk karakteristik setempat.

### **Perencanaan Pembangunan Distrik Evakuasi Tsunami**

Karakteristik tsunami sangatlah dipengaruhi oleh topografi setempat dan kondisi sungai/urban setempat. Oleh karenanya, ketika merencanakan distrik evakuasi tsunami, perlu menentukan fungsi-fungsi tiap fasilitas evakuasi hingga beberapa tingkat berdasarkan analisis *run-up* dan simulasi evakuasi, berdasarkan kondisi topografi dan kondisi lainnya di daerah urban (Fig. 1).

### **Fungsi dan Pengaturan Fasilitas Evakuasi Tsunami**

Fasilitas evakuasi tsunami dapat dikategorikan kedalam 3 level dan diatur seperti pada Gbr. 2

#### **• Fasilitas Evakuasi Tsunami Level 1**

Pejalan kaki yang rawan celaka harus dapat mencapai fasilitas Level 1 dalam waktu 15~20 menit setelah evakuasi mulai, dan fasilitas tersebut harus

dapat menyediakan bantuan sampai penyelamatan tiba

#### • Fasilitas Evakuasi Tsunami Level 2

Fasilitas Level 2 harus dapat menyediakan fungsi bantuan hidup hingga setidaknya 3 hari dan, dengan bantuan penyelamatan, akan dapat menyediakan kondisi untuk hidup aman selama 1 bulan

#### • Fasilitas Evakuasi Tsunami Level 3

Fasilitas Level 3 bertanggung jawab untuk meliputi daerah terpapar bencana yang lebih luas, memiliki sumber listrik sendiri, memiliki fungsi komunikasi, dan dapat memberikan perlakuan medis darurat. Selain itu fasilitas ini juga berfungsi sebagai kantor cabang bagi administrasi setempat.

### Perencanaan untuk Fasilitas Evakuasi Tsunami

Rencana umum untuk fasilitas evakuasi tsunami Level 2 dijelaskan di bawah ini (Foto 1 dan Gbr. 3):

#### • Ketahanan yang Tinggi terhadap Gaya Gempa dan Tsunami

Fasilitas ini akan mengadopsi struktur isolasi dasar lantai intermediate dengan lapis isolasi dasar terletak pada ketinggian lebih besar daripada ketinggian asumsi tsunami. Inti RC sirkuler yang dapat menahan gaya gelombang akan disusun pada kedua sisi fasilitas ini. Selanjutnya, bagian tengah akan merupakan struktur suspense dengan rangka baja kekuatan tinggi.

#### • Basis Pencegahan Bencana Setempat

Fasilitas ini akan merupakan struktur lestari selama periode dari normal sampai bencana dan kemudian selama rekonstruksi, dan memiliki berbagai kegunaan. Fasilitas ini akan memiliki sebuah gudang untuk peralatan dan barang-barang proteksi bencana, mempertahankan suplai energy dan fungsi komunikasi, dan menunjukkan jaringan rute evakuasi.

Gbr. 1 Contoh Analysis Run-up Tsunami

Gbr. 2 Konsep Pengeturan Fasilitas Evakuasi Tsunami (Fungsi Level 1~3)

Foto 1 Tampilan bangunan evakuasi tsunami

(Halaman 14)

## Bangunan Evakuasi Tsunami: Shelter Lengkung

oleh Yasushi Watanabe, Shimizu Corporation

Gambar media jelas menggambarkan kekuatan destruktif tsunami yang tak tertandingi yang diakibatkan oleh Gempa Bumi Jepang Timur pada tanggal 11 Maret 2011. Sebagai solusi untuk menangani kekuatan tsunami, kami memperkenalkan

bangunan evakuasi tsunami yang dirancang untuk menahan gaya luar dari tsunami setinggi 20 m.

### Garis Besar Bangunan

- Jumlah lantai: B0-7F-P1
  - Struktur: Dinding lengkung konstruksi RC; bangunan dalam dari konstruksi baja (struktur isolasi lantai tengah)
  - Luas bangunan: 1,450 m<sup>2</sup>
  - Total luas lantai: Dinding lengkung 3,631 m<sup>2</sup>; Bangunan dalam 6,019 m<sup>2</sup>
  - Tinggi bangunan: Sekitar 34 m
- (Foto 1)

Bangunan ini diharapkan dapat menawarkan solusi untuk perusahaan di Negara ini yang memiliki rencana untuk beroperasi di daerah pantai dan untuk pemerintah daerah di daerah pantai urban dimana lebih sulit untuk perpindahan ke tanah yang lebih tinggi.

### Garis Besar Struktural

Seksi lantai satu, tidak termasuk seksi inti yang ada pada kedua sisi, merupakan jenis panggung. Ketika tsunami menerjang bangunan, air laut akan melewati bagian panggung, sehingga memitigasi gaya tsunami (Gbr. 1 dan 2).

Untuk menahan gaya luar akibat tsunami secara efektif, bangunan ini mengadopsi perencanaan lantai dengan lantai keliling lengkung bentuk oval sebagaimana digunakan untuk bendung lengkung. Di luar perifer bangunan, ada struktur dinding RC lengkung dengan sirip yang melekat yang berfungsi sebagai balkon dan juga jalur evakuasi. Bangunan dalam terdiri dari struktur baja dengan lapisan isolasi lantai tengah antara lantai pertama dengan lantai kedua. Struktur pondasi menggantung slab tika dan pondasi tiang pancang untuk menahan gaya apung selama terjangan tsunami.

### Pemeriksaan Struktural

Dengan asumsi tinggi tsunami 20 m, tekanan hidrolik dan gaya apung yang bekerja pada bangunan dihitung dengan uji hidrolik dan analisis volume fluida (VOF). Hasil kalkulasi diaplikasikan dalam pemeriksaan struktural bangunan evakuasi tsunami (Foto 2). Baik struktur atas dan pondasi dirancang sedemikian sehingga kekuatan member akan melebihi gaya yang bekerja.

Foto 1 Tampak perspektif tampilan Shelter Lengkung  
Foto 2 Uji dan hasil analisis

Gbr. 1 Komposisi Struktur  
Gbr. 2 Garis Besar Struktur

(Halaman 15)

## **Bangunan untuk Penanggulangan Tsunami: T-Buffer**

oleh Masaaki Watanabe, Taisei Corporation

“T-Buffer” merupakan tipe baru bangunan untuk penanggulangan tsunami. Walaupun diharapkan untuk berfungsi sebagai bangunan kantor biasa selama kondisi normal, bangunan ini selalu mempertahankan fungsinya sebagai pusat evakuasi selama darurat tsunami. Fitur utama bangunan ini adalah *built-in structural redundancy* terhadap benturan dengan objek mengambang, disamping tekanan gelombang akibat tsunami dengan membiarkan kerusakan parsial pada kolom. (Lihat Foto 1)

### **Garis Besar Struktural**

Fitur struktural utama bangunan T-Buffer adalah bahwa dinding penahan inti yang terletak di pusat bangunan menahan beban vertikal dan beban seismik/tsunami, dan kolom periferal pada lantai pertama hanya menyokong member eksterior bangunan tetapi tidak menahan beban vertikal bangunan itu sendiri.

Kolom periferal berfungsi sebagai buffer yang menahan tekanan gelombang tsunami dan gaya benturan dari objek mengambang. Hal ini mencegah kerusakan fatal pada dinding penahan dan sebagai akibatnya dimungkinkan perbaikan fungsi bangunan setelah terjangan tsunami. Bahkan bila kolom periferal lantai satu kebetulan rusak akibat tekanan gelombang atau benturan dengan objek mengambang, bangunan ini dibangun sedemikian rupa sehingga beban vertikal ditahan oleh *belt-truss* yang terletak pada seksi perifer lantai atas dan member suspensi yang terletak di lantai teratas untuk mendukung keseluruhan struktur bangunan.

Untuk pondasi diadopsi pondasi pancang, bersama dengan *mat slab* untuk menahan *scouring* (Lihat Gbr. 1~3)

### **Perlindungan Manusia dan Bangunan dari Tsunami**

Tinggi lantai pertama ditentukan sedemikian rupa sehingga melebihi tinggi disain inundasi. Akan tetapi, sekalipun dalam kasus dimana tinggi tsunami melebihi tinggi lantai satu, pendekatan disain yang digunakan

untuk lantai satu juga diadopsi untuk lantai kedua dan selanjutnya, sehingga bangunan ini dapat menghadapi berbagai tinggi tsunami. Selanjutnya dalam bangunan T-Buffer, pintu ke dalam digunakan untuk bukaan dinding agar dapat menjadi jalur evakuasi ke lantai di atasnya dan menjadi tempat penampungan evakuasi. Pendekatan disain ini menciptakan “bangunan untuk penanggulangan tsunami” yang cocok untuk melindungi manusia dan fungsi bangunan daripada tsunami.

Foto 1 Tampak perspektif tampilan

Gbr. 1 Model Struktural

Gbr. 2 Seksi

Gbr. 3 Denah

(Halaman 16)

## **Metode Disain Struktural untuk Bangunan Evakuasi Tsunami**

oleh Tomokazu Tateno, Kajima Corporation

Gempa Bumi Besar Jepang Timur yang sangat menghancurkan pada bulan tanggal 11 Maret 2011 mengakibatkan kerusakan serius di area Tohoku hingga Kanto. Korban mati dan hilang lebih dari 20.000 dan lebih dari 100.000 bangunan kolaps atau tersapu tsunami.

Semakin banyak kebutuhan akan bangunan evakuasi tsunami untuk digunakan sebagai lokasi evakuasi di daerah dimana penduduk sulit pindah ke daerah lebih tinggi sebelum datangnya tsunami. Untuk itu, perlu dipastikan keamanan struktur tiap bangunan evakuasi tsunami.

Dalam proyek peningkatan standar bangunan yang dilakukan oleh Kementrian Pertanahan, Infrastruktur, Transport dan Pariwisata (MLIT) untuk 2011, telah dibuat proposal terkait beban tsunami disain berdasarkan survey kerusakan di daerah yang terpapar bencana Gempa Bumi Besar Jepang Timur. Hasil survey dimaktubkan dalam panduan sementara (MLIY, 17 Nop, 2011) terkait persyaratan struktural untuk evakuasi tsunami dan bangunan lainnya.

Berikut ini, diperkenalkan garis besar metode disain struktural untuk bangunan evakuasi tsunami seperti dalam panduan sementara tersebut.

### **Metode Disain Struktural untuk Bangunan Evakuasi Tsunami**

#### **• Penentuan Rentang Aplikasi**

Kondisi utama bangunan evakuasi tsunami adalah

bahwa ketahanan terhadap gempa harus memenuhi Peraturan Standar Bangunan untuk bangunan baru dan harus dapat beradaptasi dengan Standar Diagnosis Ketahanan Gempa untuk bangunan eksisting.

#### • Perhitungan Gaya Gelombang Tsunami

Selanjutnya, gaya gelombang tsunami dihitung. Gbr. 1 menunjukkan tekanan gelombang tsunami dalam panduan sementara. Tekanan gelombang ketika tsunami dengan tinggi inondasi disain  $h$  membentur bangunan adalah sama dengan tekanan hidrostatis  $a$  dikali dengan tinggi disain inondasi  $h$ . Persamaan ini dibuat dengan mengacu pada hasil uji model hidrolik oleh Asakura et.al, dan menurut hasil survei bencana Gempa Bumi Besar Jepang Timur diketahui juga bahwa tingkat bencana berbeda-beda tergantung kondisi lokal.

Tekanan gelombang yang dijelaskan di atas dimasukkan sebagai koefisien tinggi air  $a$  dalam panduan sementara. Gb. 1 menunjukkan koefisiennya tergantung kondisi lokal.

#### • Perhitungan Gaya Apung

Foto 1 menunjukkan sebuah gedung hotel, terletak di Onagawacho dimana terlihat tinggi inondasi 15 m, yang terguling sekitar 70 meter dari lokasinya. Diyakini bahwa gedung tersebut tersapu dan terguling oleh gaya apung yang diakibatkan oleh gaya horizontal dan oleh cepatnya air naik akibat tsunami dan, selanjutnya oleh likuifaksi tanah. Untuk mencegah kerusakan jenis ini, penting membuat disain structural yang mempertimbangkan gaya apung.

#### • Disain Kerangka Struktural dan Pemeriksaan Gelincir dan Guling

Dalam disain kerangka structural, harus dipastikan bahwa kekuatan horizontal sebuah bangunan lebih besar daripada beban tsunami. Kekuatan horizontal diperoleh dari analisis penambahan beban akibat distribusi tekanan gelombang dari beban tsunami; dalam analisis ini juga diperhitungkan gaya apung.

Selanjutnya, pondasi dirancang agar bangunan tidak mengalami gelincir dan guling akibat beban tsunami; dan, tergantung situasinya, untuk pondasi digunakan tiang pancang. Di samping itu, disain juga harus memperhatikan inklinasi (Foto 2) dan objek melayang (Foto 3).

#### Promosi Riset Bersama

Garis besar metode disain structural untuk bangunan evakuasi tsunami sudah diperkenalkan di atas. Manual dan contoh disain dapat diperleh di website Asosiasi Pencegahan Bencana Bangunan

Jepang.

Di Kajima Corporation, sedang dilakukan riset bersama antara Kajima dan Institut Sains Industri Universitas Tokyo, untuk mendukung pengembangan standar bangunan. Program khusus yang sedang dipromosikan dengan menggunakan uji dan simulasi model hidrolik adalah; untuk memastikan efek mitigasi pemberian bukaan terhadap gaya gelombang tsunami; dan untuk memeriksa mekanisme bangkitan gaya apung, dimana keduanya dilakukan untuk menentukan beban gelombang tsunami.

Gbr. 1 Tekanan Gelombang akibat Tsunami  
Foto 1 Bangunan yang tersapu dan terguling  
Foto 2 Bangunan miring  
Foto 3 Kapal terapung



## Operasi MKBJ

(Halaman 17)

### Konferensi Baja Struktural Pasifik ke 10 (KBSP 2013)

Konferensi Baja Struktural Pasifik (KBSP) adalah konferensi internasional yang disponsori oleh beberapa organisasi yang terkait dengan konstruksi baja dari 10 negara (Amerika Serikat, Australia, Kanada, Cina, Chile, Jepang, Korea, Mexico, Selandia Baru dan Singapura). Sejak sesi pertama pada tahun 1983 di Selandia Baru, negara peserta secara bergantian menyelenggarakan konferensi ini tiap tiga tahun. Konferensi Baja Struktural Pasifik ke Sepuluh diselenggarakan selama tiga hari sejak tanggal 9 hingga tanggal 11 Oktober di Sentosa, Singapura (Foto 1 dan 2).

Konferensi ke sepuluh dihadiri oleh sekitar 300 orang dari seluruh dunia—negara-negara Eropa, India, Afrika Selatan dan lainnya—disamping ke 10 negara di atas.

Pada hari pertama konferensi, disampaikan 13 kuliah kunci (Tabel 1), termasuk sambutan Prof. Masayoshi Nakashima dari Institut Riset Pencegahan Bencana, Universitas Kyoto, yang mewakili Jepang. Beberapa tema utama dari kuliah kunci adalah kolaps progresif, Eurocode dan contoh terbaru konstruksi dari beberapa negara.

Pada hari kedua dan ketiga, sesi dibagi menjadi empat grup, dengan 270 tesis dipresentasikan dengan

T&J aktif. Sejumlah 48 tesis disampaikan dari Jepang, diikuti 60 tesis dari Cina. Kedua negara ini melingkupi sekitar setengah dari keseluruhan presentasi (Gbr. 1). Bila dikelompokkan berdasarkan spesialisasi, 40 tesis mengacu ke ketahanan gempa, atau 20% dari prosiding. Bidang menonjol lainnya meliputi disain struktur, teknologi konstruksi baru dan sambungan (Gbr. 2).

KBSP berikutnya dijadwalkan diselenggarakan pada tahun 2016, dengan Cina sebagai negara tuan rumah. Cina menjadi penyelenggara sesi sebelumnya pada tahun 2010. Secara keseluruhan, Cina akan menyelenggarakan tiga sesi KBSP, menunjukkan tingginya aktifitas industri konstruksi negara tersebut, termasuk konstruksi baja.

Foto 1 Upacara pembukaan KBSP 2013

Foto 2 Lokasi KBSP

Tabel 1 Daftar Kuliah Kunci

Gbr. 1 Prosiding KBSP 2013 Menurut Negara (Jumlah Total: 194)

Gbr. 2 Prosiding KBSP 2013 Menurut Bidang Spesialisasi dan Negara

(Halaman 18)

## **Simposium MKBJ 2013 mengenai Konstruksi Baja Struktural**

Masyarakat Konstruksi Baja Jepang (MKBJ) telah menyelenggarakan Simposium Konstruksi Baja Struktural tiap tahun sejak 2004. Tujuan utama symposium ini adalah untuk secara komprehensif dan fungsional menghubungkan hasil-hasil berbagai komite dan kelompok kerja MKBJ dan untuk menyediakan tempat pertukaran antara anggota MKBJ dengan lainnya yang bekerja di bidang konstruksi baja. Simposium 2013 diselenggarakan pada tanggal 14 hingga 15 Nopember di Tokyo.

Simposium 2013 menawarkan sejumlah besar program seperti dalam tabel di bawah. Juga, karya yang menerima salah satu hadiah penghargaan untuk pencapaian menonjol ditunjukkan dalam panel pameran. (Lihat halaman 1-6 untuk karya pemenang hadiah).

Sejauh ini dengan 800 orang peserta dalam sesi dua hari ini, jelaslah simposium ini menjadi tempat berguna untuk pertukaran antara peneliti dan insinyur yang bekerja di bidang konstruksi baja dan untuk mengumpulkan informasi terakhir dalam konstruksi baja.

Tabel dan Foto

Program dan Sesi Simposium 2013

Sesi akademis teknologi konstruksi baja

Sesi operasi internasional

Acara sosial

Pemenang hadiah penghargaan untuk pencapaian menonjol

(Sampul belakang)

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

Toshiyuki Sugiyama

Ketua, Komite Internasional, Masyarakat Konstruksi Baja Jepang (Profesor, Graduate School of Yamanashi University)

Mulai terbitan No. 26 *Steel Construction Today & Tomorrow* yang publikasikan pada tahun 2009, Komite Internasional kami bertanggung jawab untuk perencanaan editorial satu dari tiga terbitan yang diterbitkan tiap tahun. Sejak inaugurasinya, Masyarakat Konstruksi Baja Jepang (MKBJ) telah melaksanakan berbagai aktifitas dalam bentuk survey, riset dan pengembangan teknologi yang ditujukan untuk meningkatkan penyebaran konstruksi baja dan untuk meningkatkan teknologi terkait serta selanjutnya memperluas kerjasama dengan berbagai organisasi terkait di luar negeri.

Setelah penggabungan antara MKBJ dengan Asosiasi Bangunan Baja *Stainless* Jepang pada tahun 2010, operasi lapangan MKBJ meluas dan meliputi tidak saja baja karbon tetapi juga baja *stainless* yang sangat tahan korosi. Akibatnya, kami bermaksud untuk menyampaikan secara aktif ke seluruh dunia informasi terkait dengan berbagai bidang konstruksi baja.

Sebagaimana dalam terbitan No. 38, terbitan khusus MKBJ sebelumnya yang merupakan tanggung jawab kami, terbitan sekarang ini, No. 41, memperkenalkan karya-karya hebat dan yang memenangi hadiah penghargaan MKBJ untuk pencapaian menonjol di tahun 2013. Di samping itu, terbitan ini juga melaporkan dua event MKBJ pada tahun 2013: Konferensi Baja Struktural Pasifik (KBSP) yang dihadiri oleh organisasi yang berhubungan dengan konstruksi baja dari 10 negara, dan Simposium MKBJ mengenai Konstruksi Baja Struktural.

Fitur khusus terbitan ini adalah mengenai penanggulangan tsunami berdasarkan artikel yang dipublikasi oleh MKBJ untuk keperluan domestic.

Gempa Bumi Besar Jepang Timur yang terjadi tanggal 11 Maret 2011 menyebabkan kerusakan gempa bumi dan tsunami parah. Untuk mengambil pelajaran dari bencana-bencana tersebut, berbagai jenis penanggulangan tsunami terbaru diperkenalkan dengan tema “Langkah Penanganan Tsunami Raksasa: Menuju Pembentukan Masyarakat yang Aman dari Bencana Tsunami.”

Komite Internasional, sementara menghadapi beragam respon terhadap internasionalisasi spesifikasi dan standar konstruksi, juga meningkatkan pertukaran informasi teknis dan personel antara organisasi di Jepang dan di luar negeri. Sebagai salah satu aspek operasi ini, kami sedang mencoba menginformasikan kepada para pembaca melalui terbitan ini mengenai tren dalam konstruksi baja, teknologi dan pengembangan teknologi yang relevan dengan perencanaan, disain, dan pembangunan struktur baja di Jepang.

Apabila anda ingin memperoleh informasi rinci tentang artikel yang ada di dalam terbitan ini atau hendak mendapatkan informasi teknis terkait, silakan menghubungi staf MKBJ Hiroshi Sugitani ([h.sugitani@jssc.or.jp](mailto:h.sugitani@jssc.or.jp)).

Karya pemenang hadiah penghargaan MKBJ untuk pencapaian menonjol  
Perakitan seksi menara TOKYO SKYTREE, menara penyiaran tertinggi dunia  
Penghancuran tertutup bangunan hotel tinggi 140 m yang mengutamakan mitigasi kecemasan lingkungan.  
Bangunan Shibuya Hikarie dengan konfigurasi berbeda pada bagian tinggi dan rendah  
Kanayagou *Viaduct*, jembatan jalan raya yang dibangun dengan menggunakan konsep disain baru seksi kompak