

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(No. 45 Agustus 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-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. 45 Agustus 2015: Isi

Isu Khusus: Simposium ke 19 Riset Struktur Baja Teknik Sipil

Kearah Jembatan Baja yang Lebih Tahan Lama untuk Pembangunan Ketahanan Nasional dan Peningkatan Peremajaan Jembatan Eksisting dalam Skala Besar	1
Kondisi Saat Ini dan Pembaruan Skala Besar Metropolitan Expressways	2
Evaluasi Kinerja Rasional dan Disain Kekuatan Jembatan Baja	5
Karakteristik Fatik dari Sambungan Las Menggunakan SBHS	9
Pembangunan Ketahanan Nasional” Inisiatif dan Arah Masa Depan	16

Operasi FBBJ _____ Sampul Belakang

Halaman mengikuti versi Bahasa Inggris isu No. 45
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>

(Halaman 1)

Isu Khusus: Simposium ke 19 Riset Struktur Baja Rekayasa Sipil
Kearah Jembatan Baja yang Lebih Kuat, Tahan lama demi Pembangunan Ketahanan Nasional dan Peningkatan Peremajaan Jembatan Eksisting dalam Skala Besar

Federasi Besi dan Baja Jepang (FBBJ) menyelenggarakan Simposium ke 19 Riset Struktur Baja Rekayasa Sipil pada tanggal 10 Maret, 2015 di Tokyo. Pada tahun 1995, FBBJ mendirikan “sistem subsidi untuk riset dan pelatihan struktur baja” dan sejak itu telah memberikan subsidi kepada banyak peneliti bidang struktur baja. Simposium diselenggarakan tiap tahun dengan tujuan mempublikasikan hasil-hasil riset yang didukung oleh sistem subsidi ini serta juga mempromosikan aplikasi struktur baja secara lebih luas.

Organisasi promosi riset dibentuk pada tahun 2013 sebagai link terkait dengan kegiatan riset yang didukung oleh sistem subsidi, dan kemudian pada tahun 2014 dibentuk Komite Riset Peningkatan Struktur dan Ketahanan Jembatan Baja dan juga tiga komite *ad-hoc* terkait, Kelompok Kerja Inovasi Struktur dan Disain Jembatan Baja, Kelompok Kerja Kekuatan Fatik Jembatan Baja dan Kelompok Kerja Pemeliharaan Pelapukan Jembatan Baja.

Dewasa ini, kebutuhan akan teknologi yang meningkatkan keunggulan jembatan baja dalam hal biaya, kinerja dan kualitas semakin tinggi. Faktor kinerja jembatan yang sekarang menjadi penting adalah penurunan biaya usia layan (*lifecycle cost/ LCC*), seperti mitigasi biaya pemeliharaan dan perpanjangan usia layan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Komite Riset mendorong aktifitas riset terkait secara besar-besaran dan mengorganisasikan hasil pencapaian berbagai kegiatan.

Pada Simposium ke 19 Riset Struktur Baja Rekayasa Sipil ini, disampaikan hasil-hasil riset dan kuliah terkait di hadapan sekitar 380 insinyur dan peneliti. Judul kuliah dan laporan serta nama-nama pemberi kuliah ditampilkan pada tabel di bawah.

Terbitan *Steel Construction Today & Tomorrow* No 45 diterbitkan sebagai terbitan khusus yang mengutamakan simposium; dan garis-besar kuliah dan laporan yang disampaikan di simposium diberikan di

halaman-halaman selanjutnya.

Daftar Pengajar dan Laporan Hasil Riset yang disampaikan pada Simposium ke 19 Riset Struktur Baja Rekayasa Sipil

Kuliah dan laporan	Kuliah
<i>Kuliah Utama:</i> Kondisi Saat Ini dan Pembaruan Skala Besar Metropolitan Expressways	Kenichi Ando <i>Senior Executive Officer</i> , Metropolitan Expressway Company Limited
<i>Laporan hasil riset:</i> (1) Evaluasi Kinerja Rasional dan Disain Kekuatan Jembatan Baja (2) Karakteristik Fatik Sambungan Las dengan SBHS (3) Pemeliharaan Jembatan Baja Tahan Cuaca	Yoshiaki Okui Profesor, Universitas Kazuo Tateishi Profesor, Universitas Nagoya Eiki Yamaguchi Profesor, Institut Teknologi Kyushu
<i>Kuliah Khusus:</i> ”Membangun Ketahanan Nasional” Inisiatif dan Arah Masa Depan	Satoshi Fujii Profesor, Universitas Kyoto; Penasihat Khusus Kabinet

(Foto) FBBJ menyelenggarakan Simposium ke 19 Riset Struktur Baja Rekayasa Sipil pada bulan Maret 2015



JISF held its 19th Symposium on Research on Civil Engineering Steel Structures in March 2015.



(Halaman 2~4)

Kuliah Utama

Kondisi Saat Ini dan Pembaruan Skala Besar Metropolitan Expressways

oleh Kenichi Ando

Senior Executive Officer, Metropolitan Expressway Company Limited, Penasihat Khusus Kabinet

Garis Besar Jaringan Metropolitan Expressway

Sistim Metropolitan Expressway, yang merupakan *expressway* menghubungkan Tokyo metropolitan dengan area sekelilingnya dibuka hampir 50 tahun lalu. Seksi pertama dari *expressway* ini membentang 4,5 km antara Kyobashi dengan Shibaura di pusat kota Tokyo dan dibuka pada bulan Desember 1962 (Gbr. 1). Volume lalu lintas harian saat itu adalah 11.000 kendaraan dan biaya tol untuk kendaraan biasa adalah ¥100 (¥50 selama tahun pertama beroperasi).

Gbr. 1 Jaringan Metropolitan Expressways

Kebanyakan jalan di Jepang pada tahun 1950 an tidak diberi perkerasan dan akan menjadi lumpur ketika ada hujan, dan kendaraan perlu didorong menembus lumpur. Situasi ini menunjukkan bahwa perbaikan jalan di Jepang harus segera dilaksanakan. Untuk itu, diprakarsai dua sistim—sistim jalan tol (1953) dimana pengemudi harus membayar biaya tol untuk menutupi biaya konstruksi jalan dan juga dengan mencari sumber dana untuk jalan (1953).

Motorisasi Jepang maju dengan cepat sejak 1955 dan bersamaan dengan itu kondisi lalu lintas pun mulai merusak jalan raya. Menghadapi hal tersebut, diputuskan untuk meningkatkan jaringan *expressway* di Tokyo metropolitan, dan selanjutnya pada bulan Juni 1959 didirikan Metropolitan Expressway Company Limited. Pada bulan Mei tahun itu, Komite Olimpiade Internasional menunjuk Tokyo sebagai tempat penyelenggaraan Pertandingan Olimpiade 1964.

Saat ini, volume lalu lintas harian Metropolitan Expressway adalah sekitar 950.000 kendaraan. Perbandingan sistim Metropolitan Expressway terhadap keseluruhan panjang jalan nasional dan metropolitan yang melalui 23 kawasan Tokyo metropolitan hanya 15%. Akan tetapi, rasio Metropolitan Expressway meningkat menjadi sekitar 36% dalam hal kendaraan-kilometer dan sekitar 28% dalam hal volume lalu lintas barang—atau lebih dari

dua kali lipat dari keseluruhan volume jalan nasional dan metropolitan di Tokyo. Ini berarti Metropolitan Expressway tidak dapat dipisahkan dari kegiatan harian penduduk Tokyo dan sekelilingnya.

Peningkatan dan Pembaruan/Perbaikan Metropolitan Expressways

Pada tanggal 7 Mei 2015, seksi akhir Rute Lingkar Tengah (Rute Pantai Teluk~Rute 3 Jalur Shibuya) dibuka, dengan panjang total rute pada Metropolitan Expressways sepanjang 310,7 km. Saat ini sedang dibangun 18.9 km lagi dan jumlah panjangnya akan mencapai 330 km pada saat diselesaikan.

Rute Lingkar Tengah membutuhkan lebih dari setengah abad sejak investigasi rute awal hingga penyelesaiannya. Terowongan Yamate sepanjang 18,2 km pada rute itu merupakan terowongan jalan terpanjang di Jepang dan dibangun dengan berbagai teknologi mutakhir, seperti metode untuk menambah lebar dari terowongan pelindung (*shield tunnel*) di bawah tanah (Gbr. 2) dan metode konstruksi terowongan pelindung iris (*cutting shield tunnel*) yang bisa menggabungkan dua atau lebih terowongan pelindung. Sebelumnya, pada jalan biasa diberlakukan tutup-buka dimana lalu lintas harus ditutup dan lajur diatur, dan percabangan serta ramp keluar/masuk dibangun dengan metode tutup-buka. Akan tetapi, dengan penerapan kedua metode bawah tanah ini maka efek pada jalan biasa dapat ditekan seminimum mungkin.

Simpang Ohashi adalah simpang tipikal yang dibangun pada ruang yang sempit. Pada struktur simpang ini seksi bawah yang dimulai 35 m di bawah muka permukaan bersambung dengan seksi atas yang berdiri 35 m di atas permukaan. Pada simpang yang menghubungkan perbedaan elevasi sekitar 70 m itu, kelandaian maksimum ditentukan 7%, dan karenanya dibutuhkan jarak 1.000 m bagi sebuah kendaraan untuk bergerak naik hingga perbedaan elevasi 70 m. Salah satu solusi efektif yang digunakan untuk memenuhi persyaratan adalah dengan menyediakan trek 400 m bagi kendaraan untuk dapat mencapai bagian tinggi jalan dengan trek 2,5 putaran. Foto 1 menggambarkan Simpang Ohashi.

Sebagai penanganan lingkungan, dibangun sebuah struktur besar berbentuk topi di atas simpang dan sekarang berfungsi sebagai sebuah taman di Kawasan Megura (lihat foto). Selanjutnya, untuk memenuhi permintaan penduduk yang tergusur untuk dapat kembali ke lokasi, Pemerintah Metropolitan Tokyo

membangun dua gedung bertingkat di dekatnya sebagai bagian dari proyek pembangunan ulang perkotaan. Kebanyakan penduduk yang tergusur pindah ke gedung ini setelah simpang selesai dibangun.

Kami percaya bahwa proyek Simpang Ohashi akan menjadi kasus contoh untuk konstruksi jalan dan pembangunan kota masa depan. Proyek ini mendapat Penghargaan Disain Bagus, penghargaan terkemuka yang diberikan untuk kinerja disain unggul, serta juga penghargaan lainnya.

Gbr. 2 Teknologi Pelebaran Terowongan Pelindung Bawah Tanah

Foto 1 Tampak keseluruhan Simpang Ohashi

Perbaruan dan Perbaikan Jalan Bebas Hambatan Skala Besar

Jaringan Metropolitan Expressway sudah menunjukkan penuaan. Dari keseluruhan jalan sepanjang 310 km, sekitar 30% struktur *expressway* sudah memiliki usia layan lebih dari 40 tahun dan sekitar 50% sudah 30 tahun (Gbr. 3). Selanjutnya, terowongan dan *viaduct* yang membutuhkan pemeliharaan kecil ada sekitar 95% dari keseluruhan struktur *expressway* ini. Sementara itu, volume kendaraan besar sudah bertambah tinggi.

Dengan kondisi ini, Metropolitan Expressway Company mendirikan Komite Riset Untuk Mengkaji Cara Perbaruan Skala Besar Struktur Metropolitan Expressway (diketuai oleh Profesor Shiro Wakui dari Tokyo City University). Berdasarkan proposal yang diserahkan oleh komite ini pada bulan Januari 2013, perusahaan menyampaikan pertimbangannya dan mengumumkan rencana perbaruan pada bulan Desember 2013. Lima seksi *expressway* dipastikan membutuhkan perbaruan dan rekonstruksi: seksi Higashi-Dermaga Shinagawa~seksi Tempat Pembuangan Akhir Samezu, seksi Daishibashi, seksi kanal dari Ginza ke Shintomicho, seksi Takebashi (termasuk Nihonbashi)~Edobashi, dan seksi Ikejiri~Sangenjaya (Fig. 4). Biaya perbaruan akan mencapai ¥380 milyar. Selanjutnya, perbaikan skala besar juga direncanakan untuk seksi sepanjang 55 km dengan biaya ¥250 milyar. Biaya keseluruhan untuk proyek perbaruan dan perbaikan yang direncanakan ini sekitar ¥630 milyar.

Ketika Pertandingan Olimpiade Tokyo diselenggarakan pada tahun 1964, satu seksi jalan sepanjang 30 km yang sekarang menjadi jaringan *expressway* sudah beroperasi. Rute tersebut sekarang

sudah membutuhkan perbaruan. (Lihat Gbr. 5)

Diantara semua seksi yang dicanangkan untuk diperbarui, prosedur untuk kontrak konstruksi sudah berlangsung untuk seksi Higashi-Dermaga Shinaga~seksi Tempat Pembuangan Akhir Samezu. Seksi ini akan dibangun kembali menjadi struktur *viaduct* yang lebih tinggi dari muka air laut untuk meningkatkan durabilitas dan performa pemeliharaan. Saat ini struktur *viaduct* dengan perancah permanen agar dapat dilakukan inspeksi terus menerus sedang dipertimbangkan. Volume lalu lintas harian saat ini pada seksi ini adalah sekitar 80.000 kendaraan, sehingga tidak dimungkinkan melakukan penutupan lalu lintas ketika melaksanakan pekerjaan perbaruan. Oleh karenanya, akan dibangun jalur pengalih 2 lajur untuk digunakan selama pekerjaan perbaruan. (Lihat Gbr. 5)

Perbaruan seksi Higashi-Dermaga Shinaga~seksi Tempat Pembuangan Akhir Samezu dari Rute Haneda No. 1 diperkirakan masih berlangsung saat Pertandingan Olimpiade 2020. Untuk menjamin keselamatan dan kelancaran lalu lintas pada periode tersebut, Metropolitan Expressway Company sedang mempelajari sebuah sistem perbaruan dimana jalur pengalih 2 lajur sementara dan 2 lajur di atas *viaduct* dapat difungsikan sehingga seksi yang rusak tidak perlu digunakan (Gbr. 6). Saat ini dilakukan berbagai usaha untuk memastikan pekerjaan perbaruan dapat dimulai pada tahun 2015.

Fig. 3 Selang Waktu sejak Pembukaan *Expressway Lines* (per April 2015)

Gbr. 4 Seksi *Expressway* yang Terkena Perbaruan Skala Besar

Gbr. 5 Seksi *Expressway* Dibuka untuk Umum pada Pertandingan Olimpiade Tokyo 1964 dan Lokasi Seksi Perbaruan Skala Besar

Gbr. 6 Gambar Perbaruan Seksi

Higashi-Shinagawa~Tempat Pembuangan Akhir Samezu

Fig. 1 Network of Metropolitan Expressway

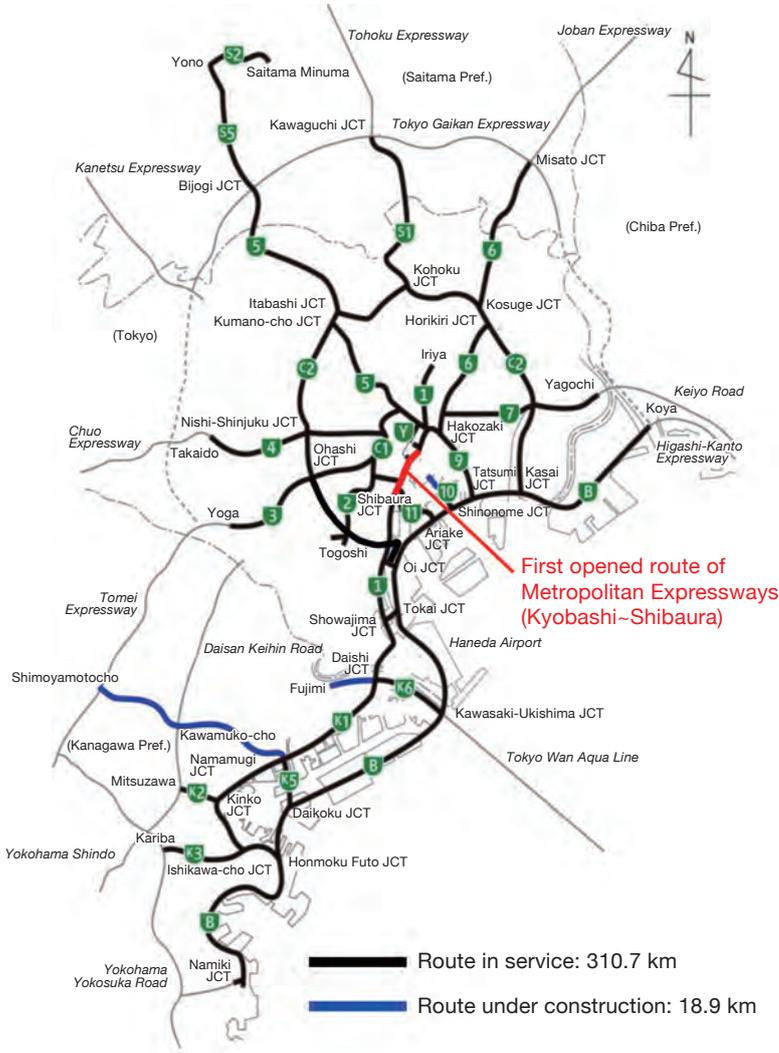


Fig. 2 Underground Shield Tunnel Width Expansion Technology

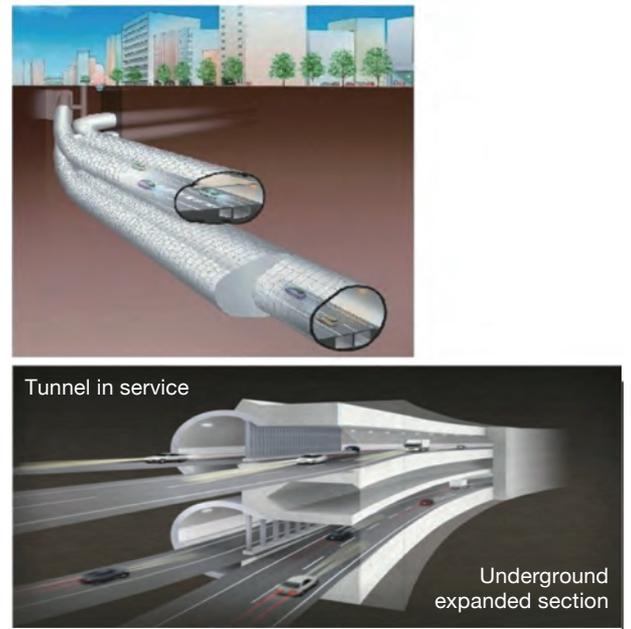


Photo 1 Full view of Ohashi Junction

Fig. 3 Lapse of Years since Opening of Expressway Lines (as of April 2015)

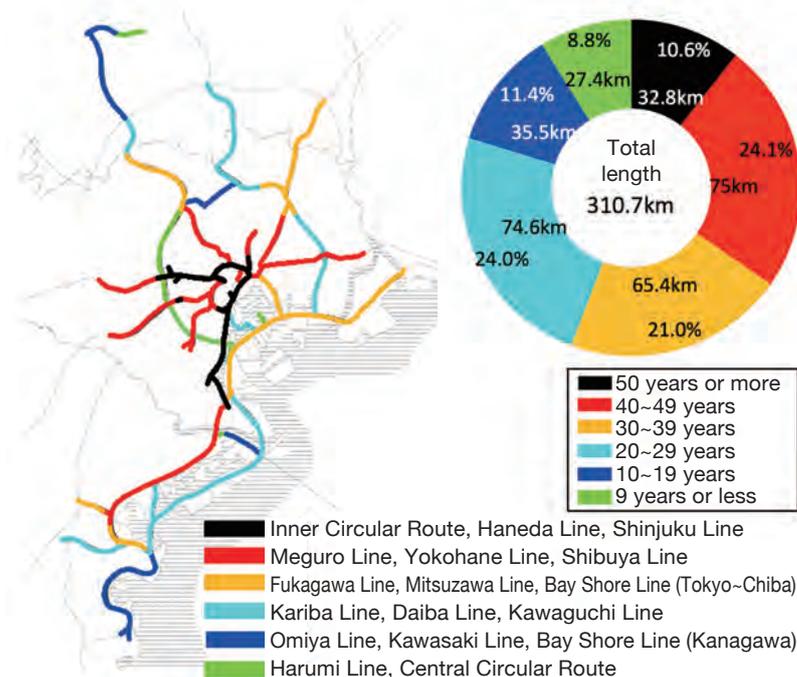


Fig. 4 Expressway Sections subject to Large-scale Renewal

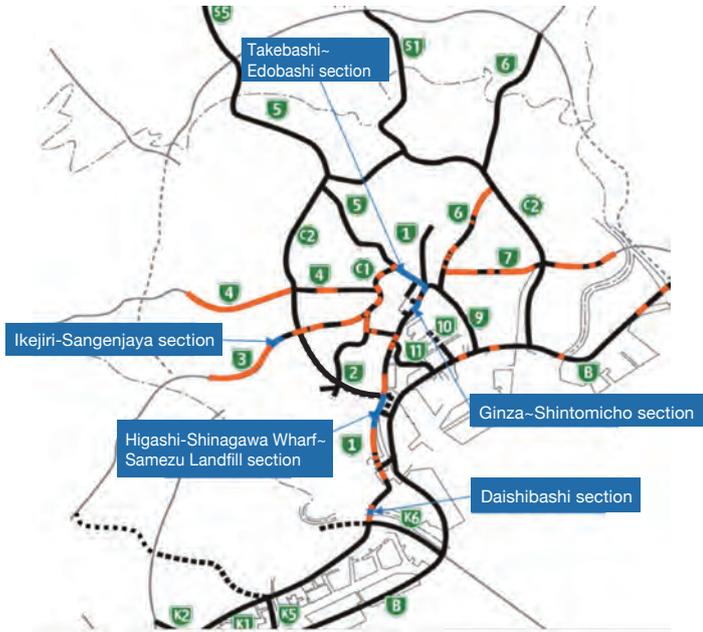


Fig. 5 Expressway Sections Opened to Traffic in Tokyo Olympic Games 1964 and Location of Large-scale Renewal Sections

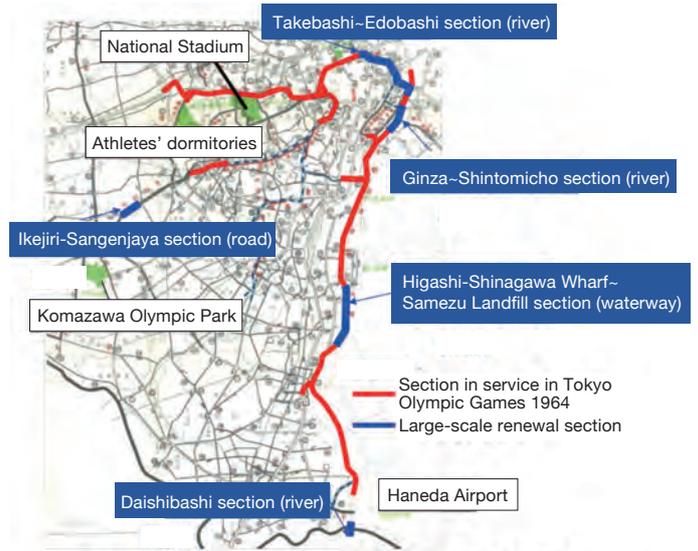


Fig. 6 Image of Renewal of Higashi-Shinagawa~Samezu Landfill Section



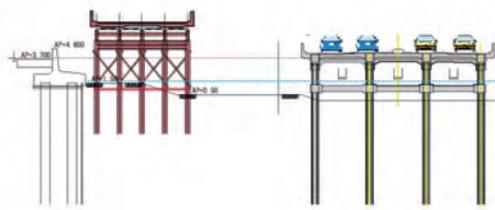
Present state



After large-scale renewal (image)



Temporary detour



Detour under construction (image)

(Halaman 5~8)

Laporan Pencapaian Riset (1)

Evaluasi Kinerja Rasional dan Disain Kekuatan Jembatan Baja

oleh Yoshiaki Okui
Profesor, Universitas Saitama

Dengan tujuan untuk meningkatkan daya saing antar jembatan baja, Kelompok Kerja Struktur Rasional dan Metode Disain dari Komite Riset Struktur Rasional dan Peningkatan Ketahanan Jembatan Baja, Masyarakat Konstruksi Baja Jepang, melakukan analisis dan eksperimen untuk mengumpulkan bukti-bukti untuk pemeriksaan standar disain jembatan dan untuk merevisi standar disain jembatan yang ada.

Poin-poin khusus yang diperiksa adalah sebagai berikut

- Kapasitas daya-dukung rasional pelat tekan
- Kekuatan Tekuk dan geser gelagar baja I
- Metode disain berbasis kinerja dan pendekatan analitis mutakhir
- Gesek rasional sambungan baut kekuatan tinggi
- Pengukuran tegangan sisa dalam SBHS (*Steels for Bridge High Performance Structures*, Baja untuk Struktur Jembatan Kinerja Tinggi) dan efek tegangan sisa pada kekuatan member baja

Di bawah ini adalah garis besar dari keempat poin yang diperiksa, tidak termasuk poin yang terakhir:

Kapasitas Daya-Dukung Rasional Pelat Tekan

Persamaan disain kekuatan pelat tekan diperiksa kembali. Di bawah ini adalah tiga faktor utama yang perlu diperiksa ulang:

- Regulasi untuk kapasitas daya-dukung standar yang ada di dalam *Spesifikasi untuk Jembatan Jalan Raya* dibuat berdasarkan teori tekuk elastik dan data yang diperoleh dari percobaan-percobaan yang dilakukan sekitar tahun 1970 an; juga kebanyakan datanya berdasarkan percobaan yang dilakukan pada pelat tebal 10 mm. Akan tetapi, ketebalan pelat maksimum untuk konstruksi jembatan baja saat ini telah mencapai 100 mm, yang menggiring ke penggunaan pelat berat.
- Walaupun SBHS500 dan SBHS700— Baja untuk Struktur Jembatan Kinerja Tinggi (SBHS)—distandardisasi oleh JIS pada tahun 2008, baja SBHS tidak termasuk dalam *Spesifikasi*

Jembatan Jalan Raya.

- Cara mencari faktor keamanan berdasarkan teori disain reliabilitas sudah menjadi tren yang menonjol dalam penyusunan standar disain mutakhir di seluruh dunia. Untuk itu perlu diperoleh data probabilitas seperti nilai rata-rata dan deviasi standar kekuatan kritis.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, analisis Elemen Hingga dan simulasi Monte Carlo diterapkan dalam studi ini. Gbr. 1 menunjukkan model analitis untuk pelat tekuk tanpa pengaku (tumpuan 4-sisi sederhana). Modus displasmen luar bidang diasumsikan sebagai bentuk sinus, dan tegangan sisa diasumsikan sebagai konfigurasi distribusi tegangan sisa seperti dalam gambar. Dalam simulasi Monte Carlo, nilai maksimum untuk defleksi awal W_0 dan tegangan tekan sisa σ_{re} diasumsikan sebagai variable random, dan dihasilkan secara acak menurut fungsi densitas probabilitas seperti pada contoh Gbr. 2. Dalam uji coba simulasi Monte Carlo, karena sulitnya melakukan analisis elemen hingga dalam tiap simulasi, akhirnya digunakan metode permukaan respon untuk mengurangi lamanya perhitungan.

Gbr. 3 menunjukkan perbandingan antara hasil simulasi Monte Carlo untuk pelat tekan pengaku sederhana dengan tumpuan empat-sisi dengan kurva kapasitas daya dukung dalam *Spesifikasi untuk Jembatan Jalan Raya (SJJR)*, serta hasil studi yang ada. Investigasi serupa juga dilakukan untuk panel proyeksi. Penentuan faktor keamanan parsial dapat dilakukan dengan menggunakan hasil pemeriksaan ini. Sampai di sini, dapat diharapkan bahwa hasil pemeriksaan ini akan dapat dimasukkan ke dalam revisi berikutnya *Spesifikasi Jembatan Jalan Raya*

Gbr. 1 Model Analitis untuk Pelat Tekan Tanpa Pengaku (Tumpuan Sederhana Empat Sisi)

Gbr. 2 Fungsi Densitas Probabilitas Defleksi Awal untuk Simulasi Monte Carlo

Gbr. 3 Perbandingan antara Hasil Simulasi Monte Carlo (μ =nilai rata-rata, σ =deviasi standar) dengan Kurva Daya Dukung dalam *Spesifikasi untuk Jembatan Jalan Raya (SJJR)*

Persamaan Rasional untuk Menghitung Kekuatan Gelagar-I

Uji kapasitas daya dukung dilakukan terhadap gelagar-I dengan Baja untuk Struktur Jembatan Kinerja Tinggi (SBH500 dan SBH700) untuk memverifikasi validitas penggunaan SBHS dalam gelagar jembatan

baja dan validitas persamaan disain untuk gelagar baja SBHS. Gbr. 4 menunjukkan perkiraan konfigurasi benda uji yang digunakan dalam uji tekuk, Beban diberikan melalui tekuk 4-titik, dan panel yang diletakkan di tengah benda uji digunakan sebagai panel uji. Tabel 1 menunjukkan dimensi benda uji yang digunakan dalam uji tekuk. Pengujian dilakukan pada dua benda uji yaitu SBHS500M dan SBHS700M.

Gbr. 5 menunjukkan kurva defleski beban yang diperoleh dalam uji. P_n dalam gambar menunjukkan beban untuk kekuatan tekuk disain nominal yang ditentukan dalam AASHTO LRFD, dan P_y beban untuk momen tekuk leleh flens dalam uji. Dalam pengujian diperoleh bahwa kuat tekuk untuk benda uji SBHS500M dan SBHS700M melampaui kuat tekuk disain nominal dalam AASHTO LRFD. Rentang aplikasi produk baja dalam AASHTO LRFD adalah produk baja dengan kekuatan 485 N/mm^2 , sehingga baik SBHS500 dan SBHS700 di luar dari rentang aplikasi AASHTO LRFD. Akan tetapi, dapat diverifikasi bahwa persamaan evaluasi kuat tekuk yang dikembangkan untuk baja konvensional dapat diterapkan untuk SBHS500M dan SBHS700M.

Foto 1 menunjukkan benda uji SBHS700M setelah pembebanan. Jenis kolapsnya adalah tekuk setempat pada flens.

Gbr. 4 Benda uji Uji Tekuk dengan SBHS (Baja untuk Struktur Jembatan Kinerja Tinggi)

Tabel 1 Dimensi Benda uji Uji

Gbr. 5 Hasil Uji Tekuk (Kurva Beban-Lendutan)

Foto 1 Deformasi benda uji SBHS700 setelah pengujian

Disain Rasional Jembatan dengan Pendekatan Analitis Mutakhir

Dalam disain jembatan baja, penting untuk melakukan evaluasi tegangan yang terjadi pada member. Dalam disain konvensional, gaya pada potongan dan distribusi tegangan di dalam member dihitung dengan cara analisis struktur rangka dengan dasar teori balok. Akan tetapi, regulasi dalam lingkungan disain saat ini memungkinkan mudahnya aplikasi metode elemen hingga dan metode analitis struktur lainnya; oleh karenanya, metode rasional disain jembatan distudi dengan menggunakan pendekatan analitis mutakhir ini.

Berikut ini diperkenalkan hasil studi yang diarahkan pada seksi sudut hubungan balok-kolom seperti pada Gbr. 6. Terkait distribusi tegangan pada seksi sudut,

diketahui bahwa distribusi tegangan yang dihasilkan teori balok sangat berbeda dengan distribusi tegangan aktual akibat efek *shear lag*.

Dalam situasi ini, pemeriksaan komparatif distribusi tegangan dilakukan dengan menggunakan tiga metode analitis: (a) metode elemen hingga dengan elemen cangkang, (b) metode analitis yang diusulkan oleh Okumura dan Ishizawa, dan (c) metode elemen hingga menggunakan panel aliran geser konstan.

Metode yang diusulkan oleh Okumura dan Ishizawa memeriksa efek *shear lag* dengan menggunakan teori balok dan faktor konsentrasi tegangan, dan sudah banyak penerapannya dalam disain jembatan di Jepang. Sementara itu, metode panel aliran geser tetap merupakan pendekatan analitis yang terdiri dari sebuah elemen pelat yang menahan hanya tegangan geser saja dan sebuah elemen balok yang menahan hanya tegangan vertikal disertai tekuk sepanjang tepi luar elemen pelat. Dibandingkan dengan metode elemen hingga dengan elemen cangkang, metode panel geser konstan menawarkan keuntungan praktis karena membutuhkan perhitungan yang lebih sedikit.

Gbr. 7 menunjukkan perbandingan antara distribusi tegangan normal pada flens bawah dari balok dengan berbagai metode. Dalam gambar, garis merah menunjukkan hasil analitis yang diperoleh dengan menggunakan metode panel aliran konstan, garis biru menunjukkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode cangkang, garis hitam menunjukkan tegangan nominal yang diperoleh dengan menggunakan teori balok dan tanda Δ berarti tegangan tepat di atas web yang diperoleh dengan metode yang diusulkan oleh Okumura dan Ishizawa.

Dalam metode elemen hingga dengan elemen cangkang, apabila perlu membagi elemen menjadi 25 mm atau kurang agar diperoleh distribusi tegangan dengan tingkat akurasi tertentu; dalam metode analitis menggunakan panel aliran geser konstan, dapat dimungkinkan untuk melakukan analisis yang akurat bahkan ketika menggunakan pembagian kasar elemen-elemen seperti pada Gbr. 6.

Gbr. 6 Model Numerikal Hubungan Balok-Kolom Dermaga Jembatan

Gbr. 7 Perbandingan Distribusi Tegangan pada Seksi Sudut Flens Bawah

Penyambungan Gesek Rasional Baut Kekuatan Tinggi

Pada konstruksi jembatan saat ini, ukuran dan tebal

pelat member struktural meningkat; jumlah baris baut kekuatan tinggi turut meningkat pada sambungan antar member. Akan tetapi, terdapat ketidak-jelasan terkait efek perlakuan permukaan, ketebalan pelat yang lebih besar, dan susunan baris baut pada sambungan gesek baut kekuatan tinggi. Oleh karenanya, pemeriksaan eksperimental dan analitikal dilakukan untuk mendapatkan sejauh mana faktor gelincir dipengaruhi oleh ketebalan pelat pada sambungan friksi dengan baut kekuatan tinggi dengan permukaan kontak dilapisi dengan cat yang banyak mengandung seng dan dengan beberapa baris baut kekuatan tinggi.

Foto 2 menunjukkan eksperimen yang digunakan untuk verifikasi kekuatan gelincir dari sambungan friksi. Efek yang dimiliki oleh ketebalan pelat sambungan geser dan barisan baut tegangan tinggi dalam mengurangi faktor gelincir diperiksa melalui eksperimen yang ditunjukkan pada foto dan analisis elemen hingga (lihat Gbr. 8) yang memperhitungkan gelincir friksional.

Foto 2 Uji kekuatan gelincir untuk sambungan baut friksi kekuatan tinggi dengan ketebalan pelat yang lebih besar

Gbr. 8 Model Analisis Elemen Hingga untuk Sambungan Baut

Fig. 1 Analytical Model for Non-stiffened Compression Plate (Four-side Simple Support)

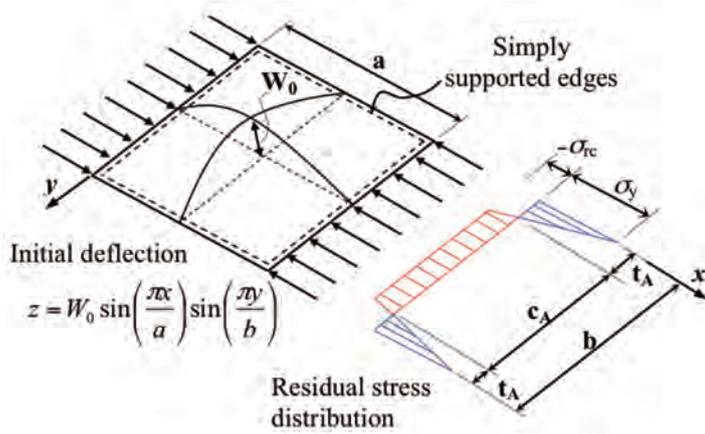


Fig. 2 Probability Density Function of Initial Deflection Used for Monte Carlo Simulations

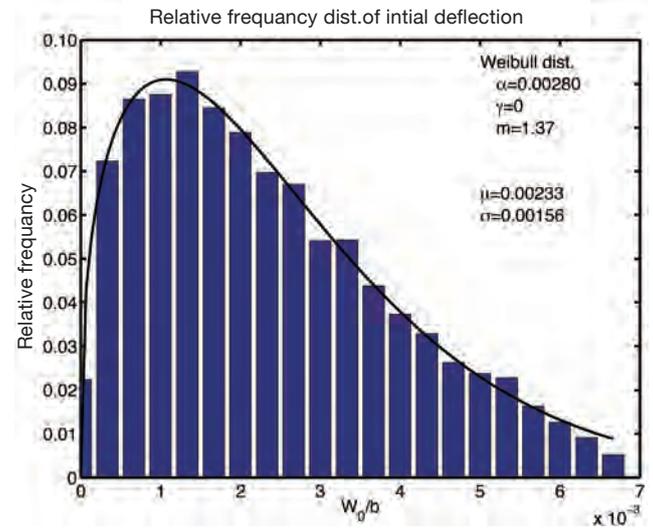


Fig. 3 Comparison between Monte Carlo Simulation Results (μ =average value, σ =standard deviation) and Load-bearing Curve in Specifications for Highway Bridges (JSHB)

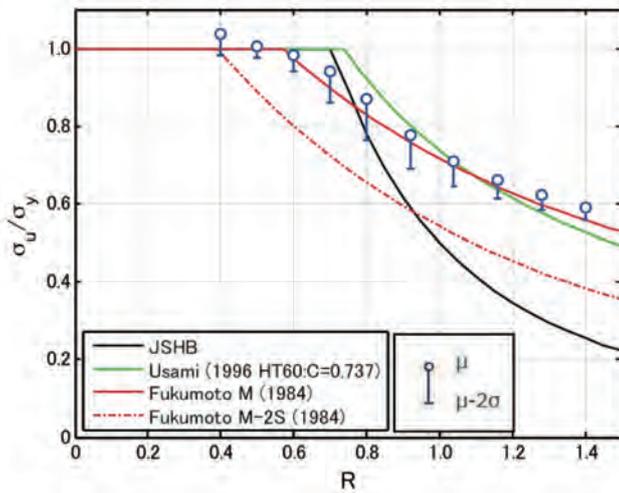


Fig. 4 Bending Test Specimens Using SBHS (Steels for Bridge High Performance Structures)

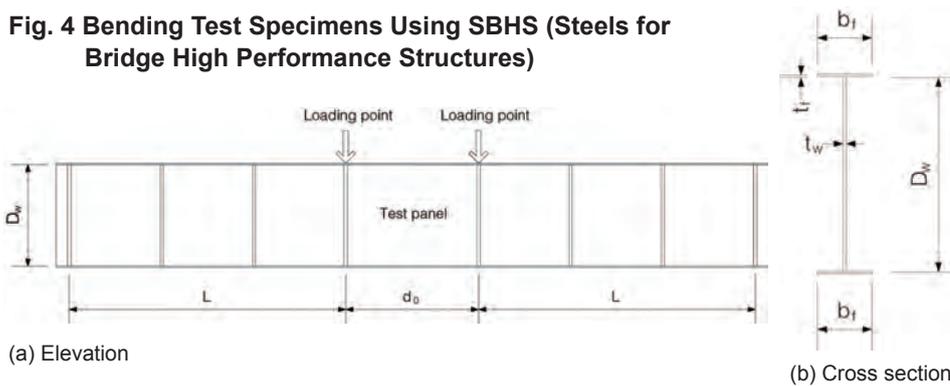


Table 1 Dimensions of Test Specimens

Name of specimen	Steel grade of specimen	b_f (mm)	t_f (mm)	D_w (mm)	t_w (mm)	d_0 (mm)	L (mm)
SBHS500M	SBHS500	250.4	12.2	900.8	9.0	1198	6199
SBHS700M	SBHS700	250.2	12.6	901.4	9.0	1195	7788

Fig. 5 Results of Bending Tests (Load-Deflection Curve)

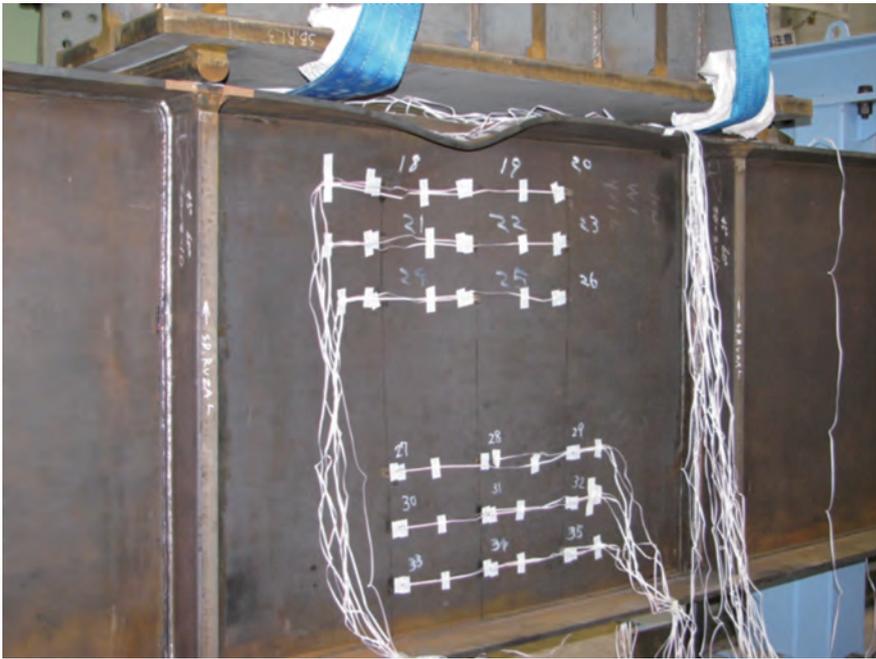
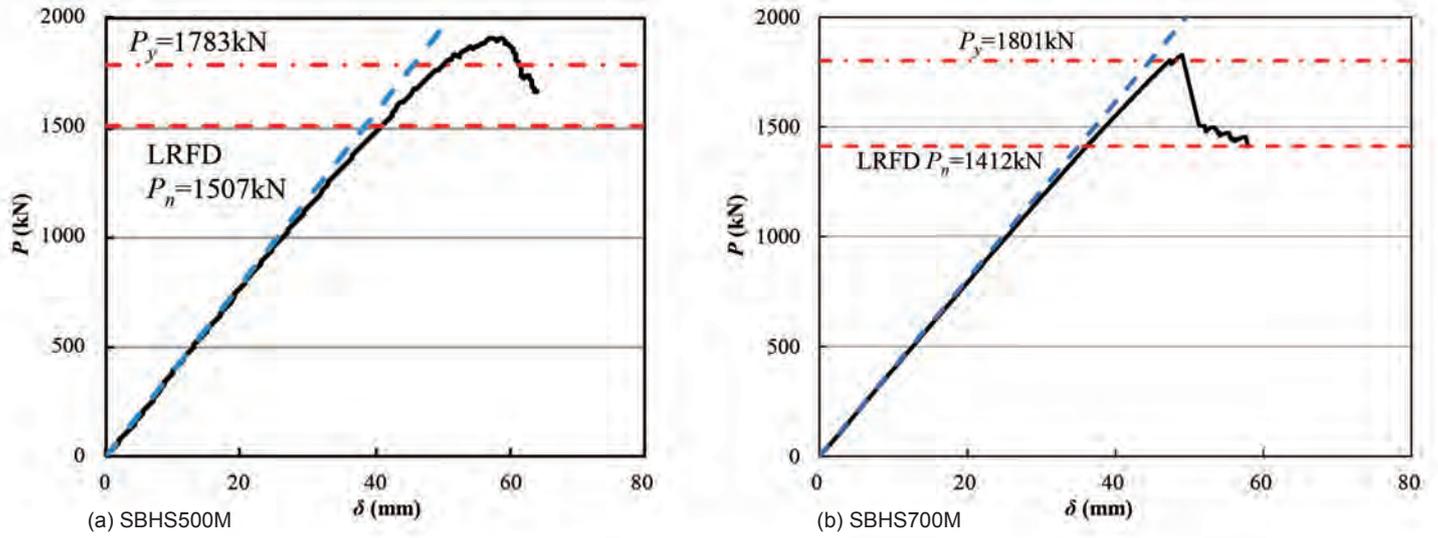


Photo 1 Deformation of SBHS700M specimen after loading

Fig. 6 Numerical Model of Beam-Column Connection of Bridge Pier

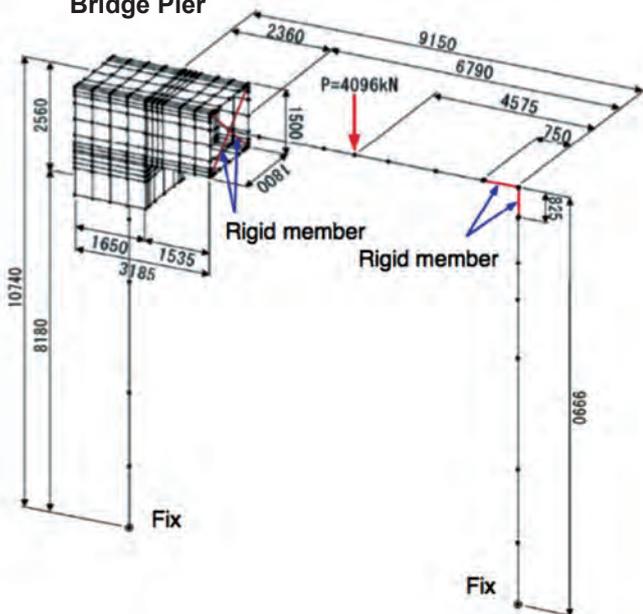


Fig. 7 Comparison of Stress Distributions at Corner Section of Lower Flange

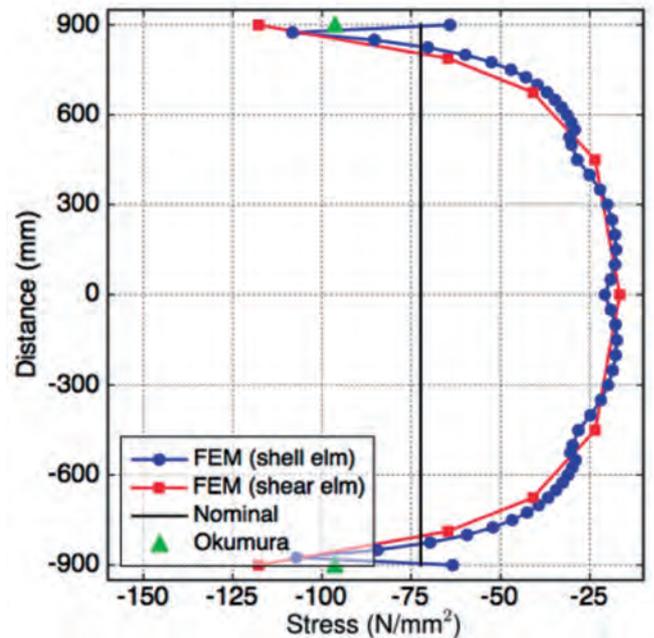
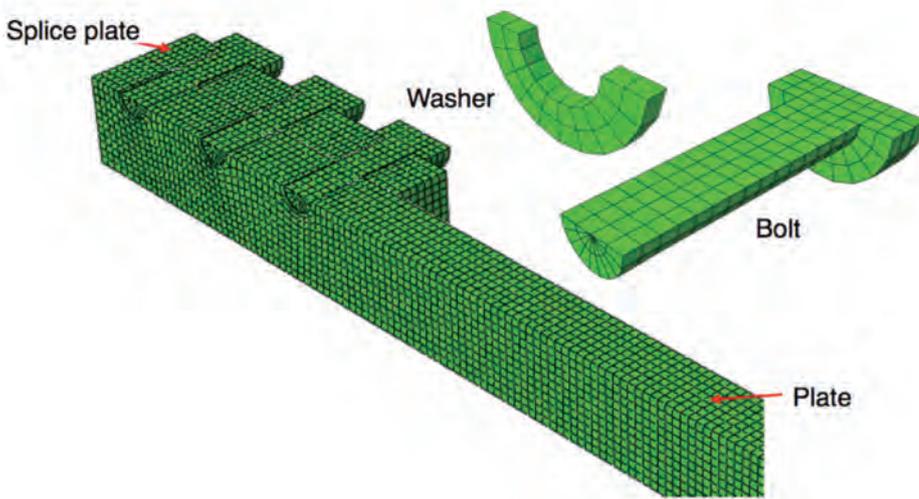




Photo 2 Slip strength test for multiple-row high-strength bolt friction joint with heavier plate thickness

Fig. 8 Finite Element Analysis Model of Bolt Joints



(Halaman 9~11)

Laporan Pencapaian Riset (2)

Karakteristik Fatik Sambungan Las Menggunakan SBHS

oleh Kazuo Tateishi

Profesor, *Graduate School* Universitas Nagoya

SBHS (Baja untuk Struktur Jembatan Kinerja Tinggi) adalah pelat baja dengan titik leleh tinggi untuk konstruksi jembatan sebagaimana ditentukan dalam JIS pada tahun 2008. SBHS memiliki titik leleh tinggi dan kuat tarik (Tabel 1), dan lebih jauh lagi dikarenakan oleh weldabilitasnya, prapemanasan dapat dihilangkan atau suhu prapemanasan dapat direndahkan. Pada titik ini, penerapannya memungkinkan pengurangan biaya dalam berbagai aspek dari konstruksi jembatan: fabrikasi, transport dan pemasangan.

Di lain pihak, dalam hal ketika SBHS diaplikasikan, ada sebuah peningkatan yang relatif besar dalam tegangan beban hidup dikarenakan ketebalan pelat tipis dari member, sehingga membawa ke permasalahan fatik. Tetapi, karena penjelasan karakteristik fatik sambungan las menggunakan SBHS belum memuaskan, hampir tidak ada kumpulan data yang tersedia, khususnya SBHS 700. Oleh karena itu, kami memutuskan untuk melakukan sebuah studi dasar mengenai karakteristik dari sambungan las menggunakan SBHS.

Tabel 1 Properti Mekanis dari SBHS (*Steel for Bridge High Performance Structures*-Baja untuk Struktur Jembatan Kinerja Tinggi)

Evaluasi dari Karakteristik Penyebaran Retak Fatik

Karakteristik penyebaran retak dari SBHS diselidiki dengan uji penyebaran retak fatik untuk benda uji tarik kompak. Uji penyebaran retak dilakukan menurut ASTM

Fig. 1 menunjukkan relasi antara tingkat penyebaran retak dengan rentang faktor intensitas tegangan ΔK SBHS500 dan SBHS700 yang diperoleh dari pengujian tersebut. Kurva pada gambar menunjukkan nilai rata-rata dan rentang deviasi dari baja konvensional. Karena hasil uji SBHS berada dalam rentang deviasi dari hasil tes untuk besi konvensional, dapat dikatakan bahwa karakteristik penyebaran retak dari SBHS hampir identik dengan baja konvensional.

Gbr. 1 Hasil Uji Penyebaran Retak

Pengukuran Tegangan Sisa Las

Dengan menggunakan metode pemotongan dan metode difraksi sinar-X, pengukuran dilakukan untuk tegangan sisa yang terjadi pada sebuah titik sejauh 2 mm dari *toe* sambungan las pelat buhul lua- bidang pada benda uji ukuran kecil (SBHS500 dan SBHS700, seperti pada Gb. 2) dan pada benda uji gelagar (SBHS700, seperti ditunjukkan pada Gb. 3)

Gbr. 4 menunjukkan hasil pengukuran. Pada benda uji ukuran kecil SBHS500 dan SBHS700, tegangan tarik sisa yang terjadi ekivalen dengan 50~70% dari titik leleh. Dalam benda uji gelagar, tegangan tarik sisa yang terjadi ekivalen dengan 80~90% dari titik leleh, yang mana bernilai lebih tinggi daripada benda uji ukuran kecil. Alasan dari nilai yang lebih tinggi diduga karena perbedaan *restraint level* dalam pengelasan dari kedua benda uji.

Gbr. 2 Benda Uji Las (SBHS500 dan SBHS700)

Gbr. 3 Benda Uji Gelagar (SBHS700)

Gbr. 4 Hasil Pengukuran untuk Tegangan Sisa

Uji Fatik untuk Benda Uji Ukuran Kecil

Uji fatik dilakukan pada benda uji ukuran kecil di luar bidang sambungan las pelat buhul yang disiapkan menggunakan SBHS. Konfigurasi benda uji ditunjukkan pada Gbr. 2. Rasio tegangan ditetapkan sekitar 0.

Gbr. 5 menunjukan hasil uji fatik. Gambar tersebut juga menunjukan hasil dari uji fatik sebelumnya¹⁾ yang dilakukan di luar bidang sambungan las pelat buhul yang disiapkan menggunakan baja konvensional dan SBHS. Hasil uji terkini menunjukkan hampir tidak ada perbedaan dalam kekuatan fatik menurut *grade* material baja. Hasil uji menurut rentang tegangan dari SBHS di luar- bidang sambungan las pelat buhul didistribusikan ke dalam lingkungan kurva disain Kelas E di MKBJ (Masyarakat Konstruksi Baja Jepang), dan dengan demikian memenuhi petunjuk disain fatik yang saat ini diterapkan.

Gbr. 5 Hasil Uji Fatik untuk Benda Uji Sambungan Las Ukuran Kecil

Uji Fatik untuk Benda Uji Gelagar

Uji fatik dilakukan pada benda uji gelagar berukuran besar yang memiliki bentang 6,000 mm seperti pada Gbr. 3. *Grade* Baja yang digunakan untuk benda uji gelagar adalah SBHS700. Bagian dari

pengelasan *toes* diselesaikan dengan cara penghalusan ataupun *peening*.

Gbr. 6 menunjukkan hasil tes fatik. Jumlah siklus pengujian dibutuhkan untuk mencapai keadaan ketika sebuah retak telah bertambah menjadi 10 mm (40~50 mm pada keseluruhan panjang) dari *weld bead* sampai *base metal* dinyatakan sebagai *fatigue life*. Gambar tersebut juga menunjukkan hasil tes fatik yang ada untuk benda uji gelagar (tetapi siklus pengujian ditunjukkan untuk panjang retak antara 20~40 mm). Sebagai hasilnya, kekuatan fatik dari sambungan las hampir memenuhi persyaratan Kelas G yang telah ditetapkan oleh MKBJ dan serupa dengan baja konvensional. Karena uji tersebut diselesaikan pada kondisi dimana belum ada retak yang muncul dari *finished weld toe*, perbedaan kuat fatik akibat metode penyelesaian *toe* tidak dapat disimpulkan. Namun, kuat fatik dari *finisihed toe* yang diperoleh dari hasil tes melampaui persyaratan spesifikasi Kelas E, dan kekuatan fatik dari sambungan las dengan *finishing* ditingkatkan dua kelas atau lebih di atas sambungan las yang belum rampung pada Kelas G.

Gbr. 6 Hasil Tes Fatik untuk Benda Uji Sambungan Las Gelagar

Efek dari Finishing dengan Grinder terhadap Peningkatan Kekuatan Kuat Fatik

Kuat fatik material baja meningkat bersamaan dengan peningkatan kuat statis. Kuat fatik material baja dimungkinkan ditingkatkan dengan melakukan *finishing* dengan grinder pada *welding toe*. Untuk mempelajari ini, benda uji luar-bidang sambungan las pelat buhul disiapkan dan diselesaikan dengan *grinding* di bawah kondisi *finishing* yang identik. Pengujian kemudian dilakukan untuk mengetahui pengaruh peningkatan kuat fatik terhadap kekuatan material baja.

Grade baja yang digunakan adalah SM490, SBHS700 dan SBHS500. Gbr. 7 menunjukkan konfigurasi dari benda uji luar-bidang pelat buhul. Pada pengelasan pelat buhul, pengelasan penetrasi penuh diberikan pada sebuah seksi 50-mm dari zona kotak las dalam rangka untuk mencegah terjadinya retak fatik dari bagian akar las.

Finishing dengan penghalus pada *toes* dilakukan pada benda uji untuk *grade* baja terkait dengan target jarak penghalusan 3 mm atau lebih dan kedalaman penghalusan 0.5 mm. Gbr.8 menunjukkan hasil dari pengukuran jarak dan sudut dari bagian *toe* (atau bagian *toe* yang di lakukan *finishing* dan Gbr. 9

menunjukkan distribusi kedalaman penghalusan. Dapat dimengerti dari gambar itu bahwa perlakuan penghalusan untuk benda uji hampir identik dalam konfigurasi.

Uji fatik dilakukan pada benda uji ini dengan kondisi tekuk luar-bidang. Rasio tegangan ditetaplan pada 0.1 atau lebih rendah. Pada benda uji yang dilas, semua retak fatik terjadi dari bagian *toe* las pada member pelat utama; pada benda uji SM490 dan SBHS500 dengan finishing dengan penghalus, semua retak terjadi dari bagian sisi *toe* pelat buhul.

Gbr. 10 menunjukkan hasil tes fatik. Masa fatik (*fatigue life*) dinyatakan sebagai jumlah siklus pengujian yang dibutuhkan untuk menimbulkan retak 10 mm dari *bead* las hingga logam dasar. Pada benda uji *as-welded*, tidak ada perbedaan yang nyata dalam kuat fatik menurut grade material baja, dan dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara kekuatan produk dengan kuat fatik sambungan las. Sebaliknya, kuat fatik dari benda uji dengan finishing penghalus meningkat dengan bertambahnya kekuatan material baja, sehingga dapat dikatakan bahwa kuat fatik tergantung pada kekuatan material baja.

Khususnya pada benda uji SBHS700, retak fatik tidak terjadi pada bagian dengan finishing dengan penghalus tetapi terlihat pada bagian sisi *toe* pelat buhul. Jadi, uji fatik yang telah dilakukan menunjukkan finishing penghalus meningkatkan kekuatan fatik sambungan las SBHS 700 dengan baik.

Gbr.7 Benda Uji Luar- Bidang Pelat Buhul

Gbr. 8 Radius dan Sudut dari *Toe* atau Seksi yang Selesai

Gbr. 9 Kedalaman Penghalusan

Gbr. 10 Hasil Tes Fatik untuk Sambungan Las *as-Welded* dan Finishing

Table 1 Mechanical Properties of SBHS (Steels for Bridge High Performance Structures)

Grade	Plate thickness (mm)	Yield point or proof strength (N/mm ²)	Tensile strength (N/mm ²)
SBHS500 SBHS500W	$6 \leq t \leq 100$	500 or more	570~720
SBHS700 SBHS700W	$6 \leq t \leq 75$	700 or more	780~930

Fig. 1 Test Results for Crack Growth

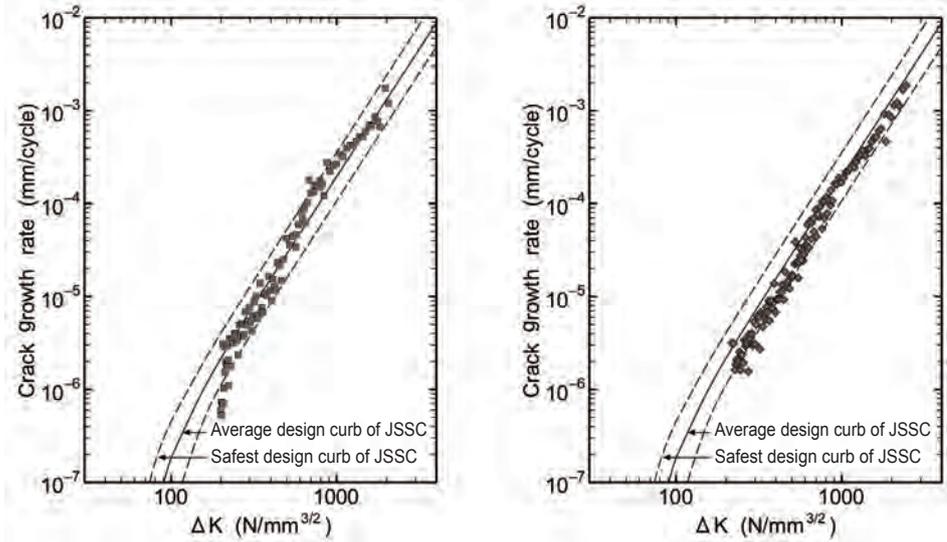


Fig. 2 Weld Joint Test Specimens (SBHS500 and SBHS700)

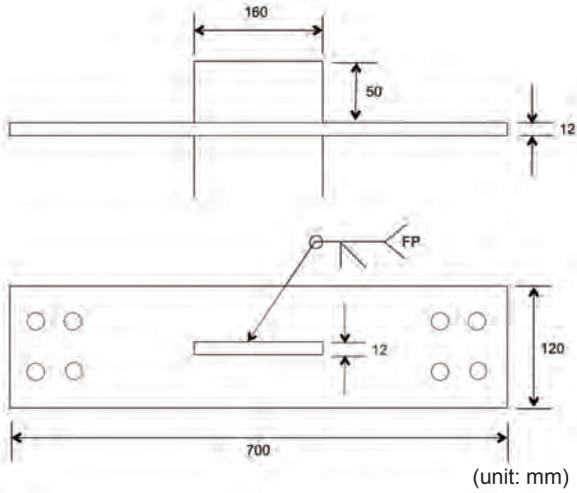


Fig. 3 Girder Test Specimen (SBHS700)

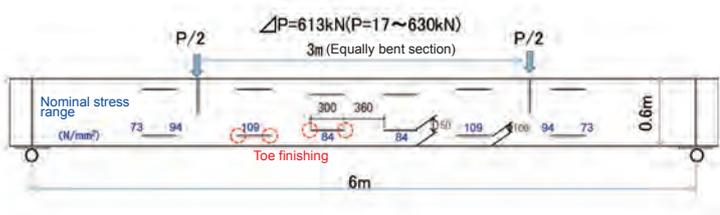


Fig. 4 Measurement Results for Residual Stress

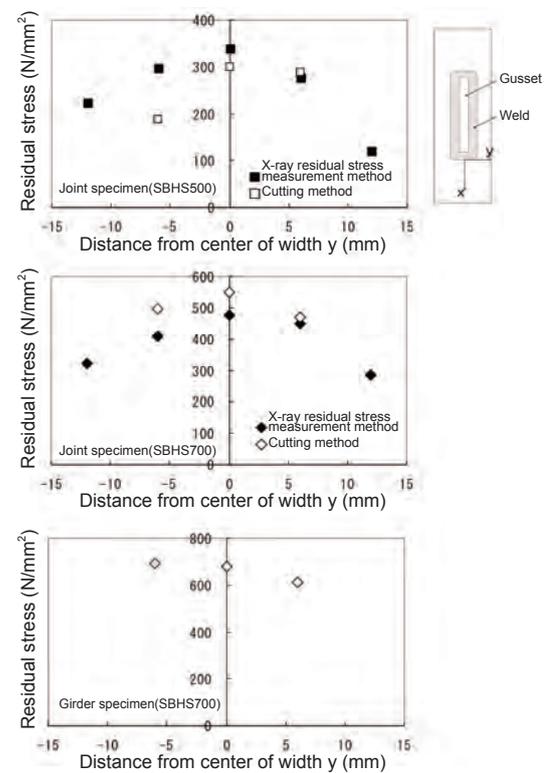


Fig. 5 Fatigue Test Results for Small-size Weld Joint Specimens

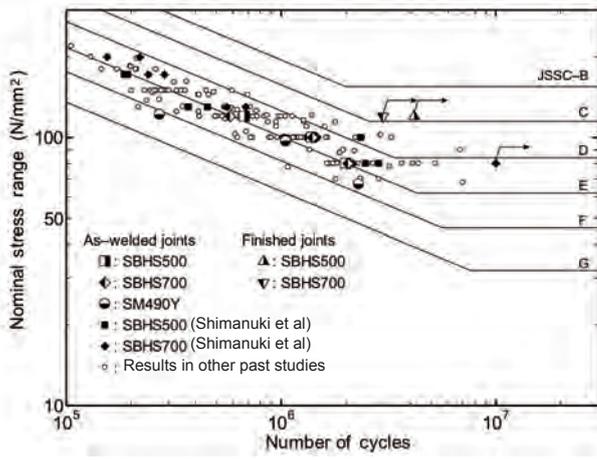


Fig. 6 Fatigue Test Results for Girder Weld Joint Specimens

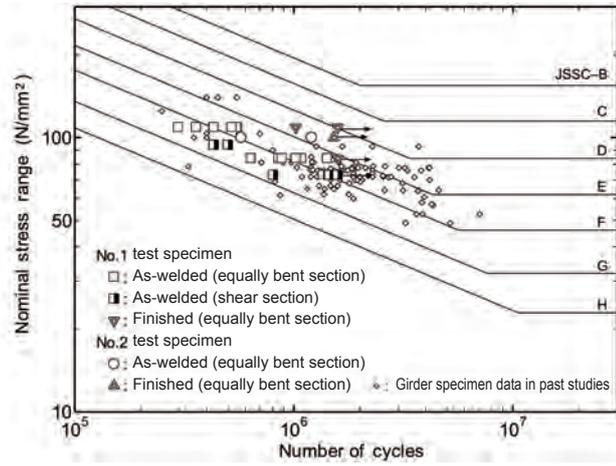


Fig. 7 Out-of-plane Gusset Test Specimens

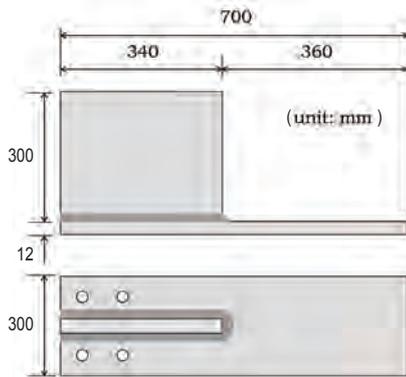


Fig. 9 Grinding Depth

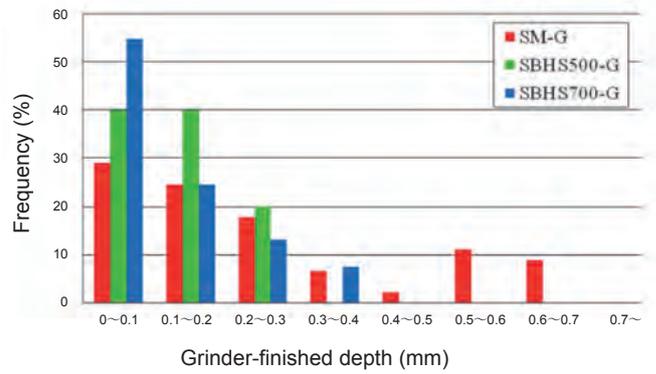


Fig. 8 Radiuses and Angles of Toe or Finished Sections

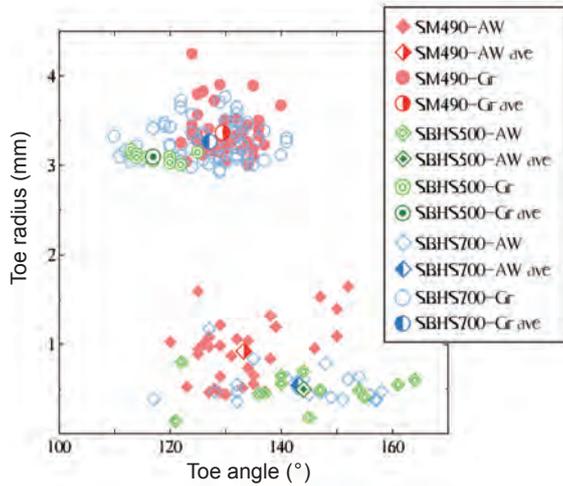
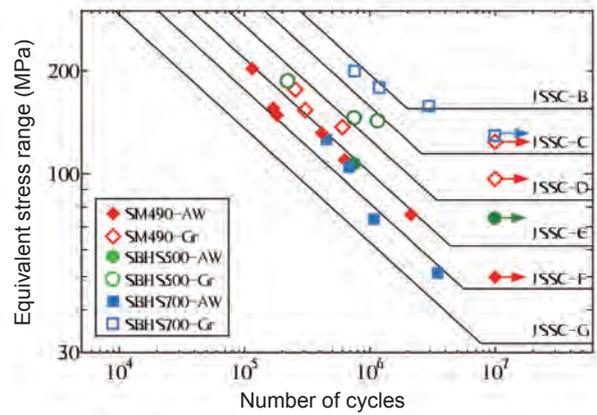


Fig. 10 Fatigue Test Results for As-welded and Finished Weld Joints



(Halaman 12~15)

Laporan Pencapaian Riset (3)

Pemeliharaan Jembatan Baja Tahan Cuaca

oleh Eiki Yamaguchi
Profesor, Institut Teknologi Kyushu

Sangatlah penting untuk mencegah korosi pada jembatan baja untuk memperpanjang usia. Pada tahap itu, pengecatan menjadi efektif, tetapi sedikit mahal, berkisar 10% dari biaya konstruksi sebuah superstruktur. Selain itu, pengecatan ulang dibutuhkan selama masa layang jembatan. Jadi, jembatan baja konvensional sangat tidak kompetitif terutama dari sudut pandang biaya siklus layan.

Baja tahan cuaca memiliki sifat unik yang dapat menekan pertumbuhan korosi dengan menimbulkan sebuah lapisan karat halus yang padat di atas permukaannya: tingkat korosi perlahan akan berkurang hingga ke tingkat yang tidak merusak dari sudut pandang keteknikan ketika lapisan karatnya timbul. Foto 1 menunjukkan bagaimana jembatan baja tahan cuaca berubah menurut waktu. Pengecatan tidak dibutuhkan lagi pada jembatan baja tahan cuaca, sehingga biayanya dapat lebih rendah dibandingkan dengan jembatan baja konvensional. Jembatan baja tahan cuaca karenanya menjadi populer pada tahun-tahun terakhir. Akan tetapi, dengan bertambahnya jumlah jembatan baja tahan cuaca, semakin bermunculan laporan kondisi korosi yang tidak terduga.

Dengan keadaan yang sekarang, Kelompok Kerja (KK) Pemeliharaan Jembatan Baja Tahan Cuaca dibawah Komisi Riset Struktur Rasional dan Peningkatan Durabilitas Jembatan Baja dari Masyarakat Konstruksi Baja Jepang dibentuk pada 2012. Anggota dari kelompok ini terdiri dari insinyur termasuk praktisi, pemilik jembatan dan akademisi. KK ini pertama kali mereview hasil inspeksi terakhir dari jembatan baja tahan cuaca. Pada saat yang bersamaan, kuesioner disampaikan kepada para pemilik jembatan dan para insinyur terkait pemeliharaan jembatan baja tahan cuaca. Berdasarkan informasi yang diperoleh, KK kemudian berfokus pada isu-isu pemeliharaan jembatan baja tahan cuaca. Artikel ini menyampaikan garis besar berbagai kegiatan tersebut.

Foto 1 Jembatan Baja Tahan Cuaca

Kinerja Jembatan Baja Tahan Cuaca

• Penilaian

Karena jembatan baja tahan cuaca bisa saja tidak berkinerja seperti yang diharapkan, kinerjanya harus diinspeksi. Maka dari itu, kondisi korosi dievaluasi dengan mengklasifikasikannya ke dalam salah satu dari lima level. Deskripsi singkat mengenai kriteria ke lima level ditunjukkan dalam Tabel 1. Sementara performa Level 3 atau lebih berarti memuaskan, kondisi korosi Level 1 dan 2 adalah kondisi yang tidak diharapkan dari baja tahan cuaca dan perlu diperhatikan jika ditemukan. Untuk Level 2, direkomendasikan untuk sering diobservasi. Level 1 membutuhkan investigasi lebih jauh untuk menentukan apakah perlu dilakukan perbaikan jembatan.

Karena jembatan adalah sebuah struktur besar, kondisi korosi pada jembatan baja tahan cuaca belum tentu seragam. Hal itu dapat bervariasi dari bagian ke bagian. Secara khusus, sebuah kondisi korosi setempat dekat ujung gelagar sering kali ditemukan berbeda dari kondisi korosi pada bagian umum.

Kondisi korosi dinilai dengan melakukan yang disebut uji *Scotch-tape*. Dalam ujian ini, *Scotch-tape* ditempelkan ke baja tahan cuaca. Sebagai contoh dari hasil uji ditunjukkan pada Gbr. 1. Pengujian partikel karat kemudian diambil, kondisi korosi diklasifikasikan ke dalam satu dari lima level yang diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Tingkat Kondisi Korosi Gbr. 1 Uji Scotch Tape

• Performa

Survei terkini oleh Asosiasi Jembatan Jepang (AJB) mengungkapkan performa jembatan baja tahan cuaca. Dari jembatan yang diinspeksi, 86% dalam keadaan yang baik, dalam keadaan korosi Level 2 atau lebih, sementara jembatan sisanya memiliki kondisi korosi Level 1 atau 2. Telah dilakukan usaha untuk mengidentifikasi penyebab performa yang buruk. Hasilnya, 68% dari jembatan dengan kondisi korosi yang tidak diduga telah mengalami kebocoran air dan 32% jembatan terletak dekat jembatan lain atau pada permukaan tanah yang miring. Ujung gelagar berada dalam kondisi unik yang berbeda: 31% jembatan memiliki ujung gelagar dengan kondisi Level 1 atau 2. Sekitar 80% dari ujung gelagar ditemukan terpapar kebocoran air.

Sambungan muai adalah salah satu elemen jembatan yang berisiko rusak dikarenakan muatan lalu lintas. Sambungan muai yang rusak menyebabkan kebocoran air, memaparkan ujung gelagar terhadap kelembapan secara konstan. Inilah yang bertanggung jawab atas buruknya performa baja tahan cuaca pada ujung gelagar.

Survei itu juga menunjukkan bahwa zat pencair es meningkatkan tingkat performa jembatan baja tahan cuaca sekitar 10%. Tingkat ini sama pada bagian umum dan ujung gelagar. Juga ditemukan dengan adanya zat pencair es, kebocoran air cenderung memiliki pengaruh buruk, mempercepat pengembangan kondisi korosi yang tidak diperkirakan.

Survei Kuisioner

Survei kuisioner diadakan untuk mencari isu-isu yang perlu dipecahkan dalam hal jembatan baja tahan cuaca. Beberapa komentar diberikan sebagai berikut.

- Ada terlalu banyak dokumen teknis untuk dipelajari. Kesemuanya harus disatukan dan digabungkan untuk menghasilkan sebuah dokumen yang sah.
- Ada detail terstruktur yang unik pada jembatan baja tahan cuaca. Namun, beberapa efek pada detail tersebut tidak jelas sehingga sulit untuk digunakan dalam desain.
- Mengevaluasi performa baja tahan cuaca bukanlah hal yang mudah. Dibutuhkan satu set sampel foto lengkap kondisi korosi.
- Pendeteksian retak pada baja tahan cuaca nampaknya sulit dilakukan.
- 1/3 dari pemerintah daerah telah memiliki pengalaman memperbaiki jembatan baja tahan cuaca. Kebanyakan dari jembatan itu dicat. Dalam penerapannya, pelat baja telah dipasang pada sebagian jembatan. Karena permukaan baja itu telah terkorosi parah, mereka tidak yakin yang mana menjadi material dasar sebagai kontrol yang relevan atau untuk penyesuaian. Dibutuhkan manual perbaikan jembatan baja tahan cuaca.

Pengaruh Zat Pencair Es

Survei pengaruh zat pencair es pada sembilan jembatan baja tahan cuaca yang berbeda dalam hal volume penggunaan zat pencair maupun volume lalu lintas dimulai pada Desember 2014. Lokasi dari jembatan-jembatan itu jauh dari pantai, jadi tidak ada pengaruh dari garam yang terbawa oleh udara diperkirakan. Sebuah survei tipikal ditunjukkan pada Foto 2. Lokasi jembatannya jauh dari pantai, sehingga

tidak ada pengaruh garam melalui udara. Foto 2 menunjukkan survei tipikal.

Walaupun ini adalah proyek yang tengah berlangsung dan belum banyak hasil yang muncul, beberapa observasi termasuk yang dari preinvestigasi tersedia: pengaruh zat pencair es menurun lebih cepat secara eksponensial, bila menjauh dari lokasi penggunaan zat pencair es; pengaruh zat pencair es dapat berlangsung sekitar dua setengah bulan bahkan setelah penggunaan terakhir; pengaruh zat pencair es ditemukan terutama pada permukaan luar gelagar terdepan; dan jumlah deposisi zat pencair es sangat besar pada jembatan yang berdekatan dan sejajar. Hasil variasi deposisi zat pencair es ditampilkan pada Gbr. 2

Foto 2 Survei pengaturan zat pencair es
Gbr. 2 Deposisi Zat Pencair Es

Kriteria Kuantifikasi untuk Kondisi Korosi

Sebuah kondisi korosi adalah indikasi dari performa baja tahan cuaca. Evaluasi dari kondisi korosi penting untuk pemeliharaan jembatan tahan cuaca. Dalam pelaksanaannya, evaluasi itu dilakukan mengacu pada kriteria yang diberikan pada Tabel 1, yang berdasarkan penampakan luar karat. Ini cukup sulit, walaupun bukan tidak mungkin, untuk memastikan objektivitas hasil evaluasi meskipun prakteknya sederhana. Kriteria yang digunakan sebaiknya lebih terkuantifikasi.

Perbaikan telah dicoba dengan cara menggunakan analisa gambar. Khususnya, *Scotch tape* dengan partikel karat dianalisis dan berbagai variasi kuantitas yang dikategorikan sebagai kondisi terkorosi kemudian diperoleh. Angka kuantitas meliputi ukuran maksimum dari sebuah partikel karat (Gbr. 3(a)), nilai maksimum dari ukuran minimum sebuah partikel karat (Gbr. 3(b)), densitas dari partikel karat dan sebagainya. Terakhir, 27 keping *Scotch tape* dengan partikel karat dalam berbagai kondisi korosi dipilih. Kondisi dari korosi juga dievaluasi oleh insinyur jembatan yang memiliki banyak pengalaman dalam inspeksi jembatan tahan cuaca.

Gbr. 3 Partikel Karat

Dari sudut pandang praktek pemeliharaan, informasi terpenting adalah apakah kondisi korosi perlu diperhatikan atau tidak. Karena kondisi korosi Level 1 atau 2 membutuhkan perhatian, target dari percobaan ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi

korosi Level 2 atau yang lebih parah. Pengklasifikasian kondisi korosi menjadi lima level adalah di luar lingkup studi ini.

Pemeriksaan yang teliti pada dua set hasil oleh analisis gambar dan evaluasi ahli telah mengarah pada kesimpulan awal bahwa sebuah kondisi korosi membutuhkan perhatian jika nilai maksimum dari panjang minimum sebuah partikel karat lebih besar dari 9 mm.

Dokumen Tambahan

Material tambahan disiapkan untuk membantu evaluasi keadaan korosi. Ada 28 jembatan yang berada di berbagai tempat dan mempunyai kondisi korosi yang bervariasi diinspeksi dan menghasilkan 190 set data dengan berbagai kondisi korosinya. Setiap set sampel memuat banyak informasi: foto tiga dimensi (*anaglyph 3D*) permukaan baja, hasil uji *Scotch-tape*, foto keseluruhan, ketebalan karat dan data lainnya yang berhubungan seperti jarak dari pantai.

Retak Fatik

Sebuah retak fatik pada jembatan eksisting dilaporkan selama aktivitas KK dan diinspeksi. Karat sekitar retak lebih terang (Foto 3). Karena observasi yang sama juga dilakukan di US, warna karat nampaknya dapat dijadikan petunjuk untuk menemukan retak fatik.

Foto 3 Retak Fatik

Kapasitas Dukung Gelagar Korosi

Korosi yang tidak diduga sering terlihat pada ujung gelagar. Ujung gelagar menerima beban terpusat yaitu reaksi pada tumpuan. Maka, korosi pada ujung gelagar dapat mengancam keselamatan jembatan. Dengan latar belakang ini, penurunan kapasitas dukung akibat korosi diselidiki secara numeris. Ujung gelagar utama dan gelagar silang ujung dipelajari berdasarkan berbagai pola korosinya. Perhitungan menunjukkan bahwa tidak hanya ukuran dan kedalaman korosi tetapi juga lokasi korosi yang menjadi faktor penentu penurunan kapasitas. Sebagai contoh, korosi pada gelagar di luar tumpuan (Gbr. 4) memberi pengaruh lebih tinggi sehingga dibutuhkan perhatian lebih besar.

Gbr. 4 Kapasitas Dukung Gelagar Utama Korosi

Perbaikan dengan Pengecatan

Ada beberapa kesulitan yang ditemukan dalam pemeliharaan jembatan baja tahan cuaca: tidak mudah menghilangkan karat dari permukaan baja tahan cuaca dan pembersihan deposit garam juga tidaklah mudah. Namun demikian, karena pembersihan tersebut sangat penting, pekerjaan perbaikan juga jembatan baja tahan cuaca menjadi lama

KK berkesempatan untuk memperbaiki sebuah jembatan baja tahan cuaca yang terkorosi. Dengan persetujuan pemilik jembatan, data pekerjaan perbaikan diambil pada saat perbaikan aktual untuk melihat efektifitas suatu metode persiapan permukaan.

Berdasarkan data tersebut, KK merekomendasikan metode berikut: pembersihan dengan alat berat dilakukan pertama; prosedur penyemprotan diikuti oleh pembersihan dengan air diulang dua kali; dan penyemprotan finishing dilakukan.

Data tersebut menunjukkan bahwa bahkan untuk kondisi korosi Level 1, metode ini menunjukkan hasil yang memenuhi, termasuk endapan garam tidak lebih dari 50 mg/m². Juga disimpulkan bahwa jumlah penyemprotan dapat lebih sedikit untuk kondisi korosi Level 2.

Sambutan Penutup

Secara umum, kebanyakan jembatan baja tahan cuaca di Jepang dalam kondisi yang baik. Namun ada beberapa yang tidak memenuhi ekspektasi. Oleh karena itu, pekerjaan pemeliharaan sangat penting. Aktivitas KK digambarkan disini dapat membantu menyelesaikan masalah sehubungan dengan pekerjaan pemeliharaan. Aktivitas ini berlanjut untuk mempersiapkan teknologi selanjutnya yang akan membantu menjaga infrastruktur sipil jembatan baja tahan cuaca dalam kondisi yang baik.



(a) Two months old



(b) One year old



(c) 17 years old



(d) 22 years old

Photo 1 Weathering steel bridge

Table 1 Criteria for Corrosion-State Level

Level	Description of rust particle	Rust thickness
5	Fine but non-uniform	Less than about 200 μm
4	Average size of about 1 mm; fine and uniform	Less than about 400 μm
3	Average size of 1-5 mm	Less than about 400 μm
2	Average size of 5-25 mm	Less than about 800 μm
1	Formation of rust layer	Larger than about 800 μm

Fig. 1 Scotch Tape Test



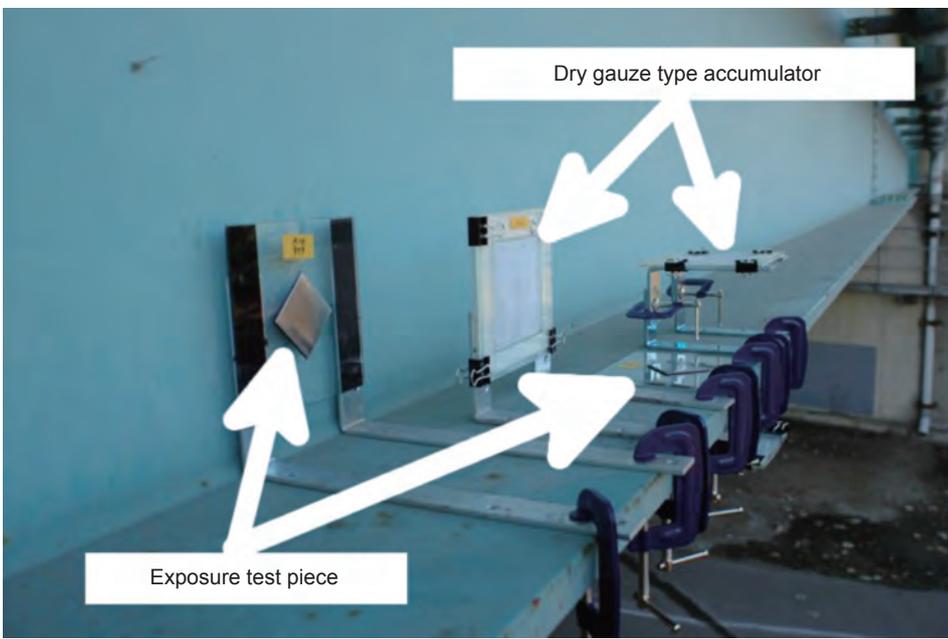


Photo 2 Survey setup for de-icing agent

Fig. 2 Deposition of De-Icing Agent

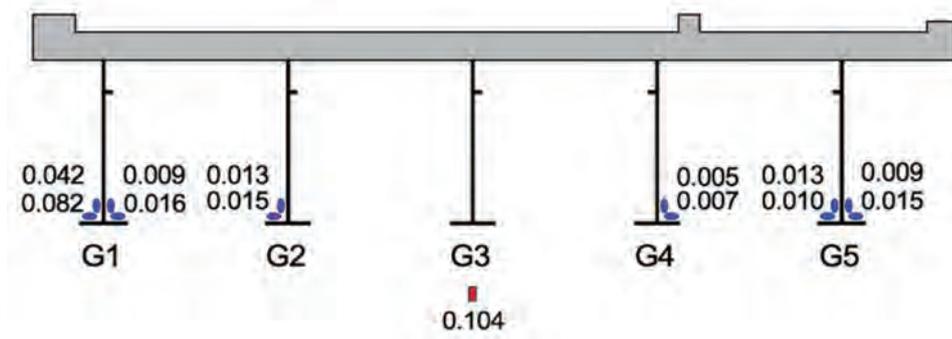


Fig. 3 Rust Particle

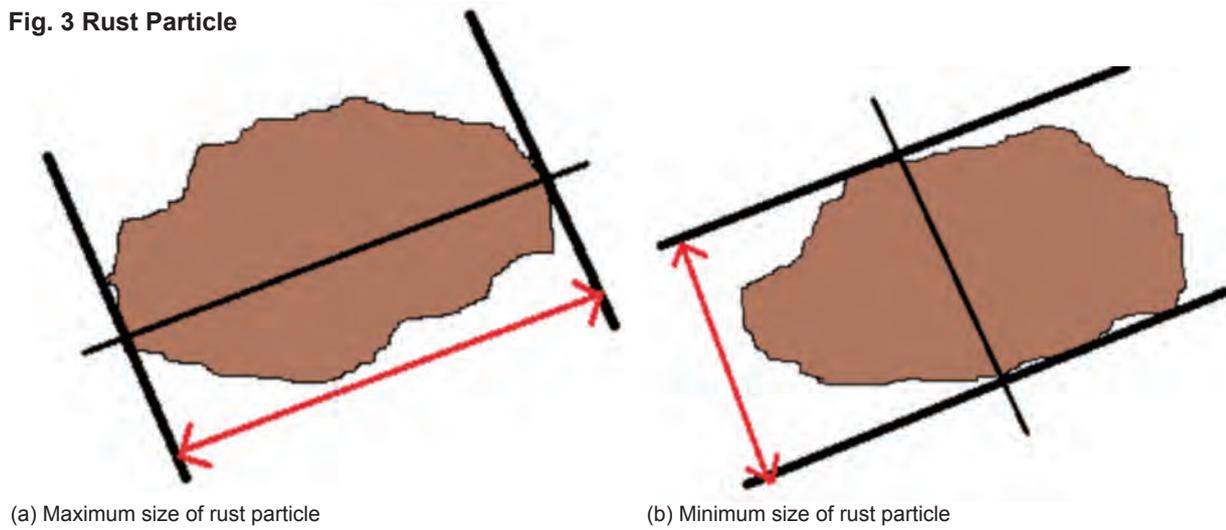
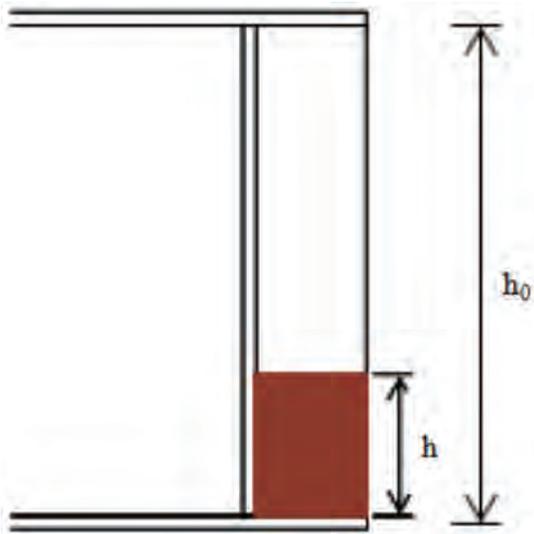


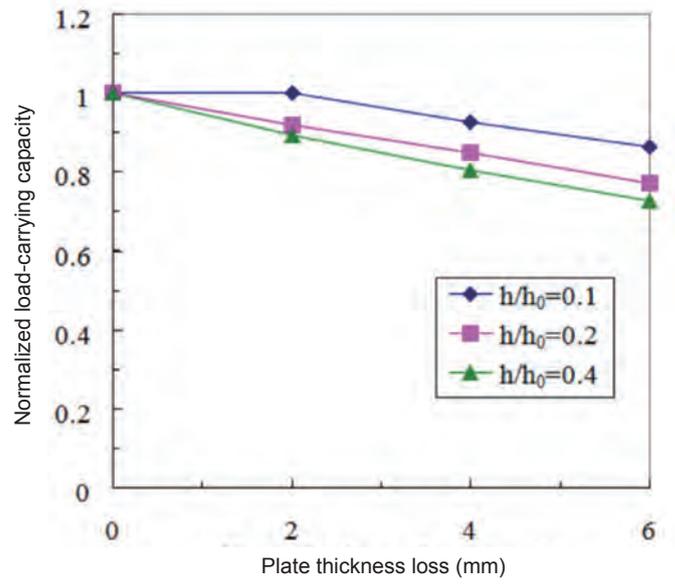


Photo 3 Fatigue crack

Fig. 4 Load-Carrying Capacity of Corroded Main Girder



(a) Location of corrosion



(b) Deterioration of load-carrying capacity

(Halaman 16~18)

Kuliah Khusus

“Pembangunan Ketahanan Nasional” Inisiatif dan Arah Masa

oleh Satoshi Fujii

Profesor, Universitas Kyoto; Penasihat Khusus Kabinet

Resiko bahwa Jepang mengalami satu atau lebih bencana alam yang tidak seperti sebelumnya semakin besar dengan cepatnya. Pertama-tama, lebih dari setengah abad yang lalu, negara itu telah membangun masyarakat sosial besar dengan begitu banyak elemen rumit yang berragam dihubungkan satu sama lain. Yang paling utama, negara tersebut telah membangun sejumlah megalopolis, tempat terkonsentrasinya fasilitas penting dari masyarakat modern. Lebih jauh lagi, megalopolis terletak di area yang di masa lalu sangat terdampak oleh gempa bumi Kanto, gempa bumi Palung Nankai dan letusan Gunung Fuji, dan diperkirakan akan mengalami sukseksi bencana alam besar yang serupa di masa mendatang. (Lihat Gbr. 1)

Gbr. 1 Gempa Bumi *Megathrust* yang Diperkirakan Terjadi di Jepang

Garis Besar Inisiatif “Pembangunan Ketahanan Nasional”

Dengan latar belakang ini, pemerintah Jepang memulai sebuah inisiatif pada 2015 yang dinamakan “Pembangunan Ketahanan Nasional- Menciptakan sebuah Negara yang Kuat dan Fleksibel,” dengan tiga tujuan utama:

- Untuk menghentikan kondisi mengerikan terkini akan serangan yang diperkirakan dari megabencana yang tidak diperkirakan.
- Untuk meminimalisir efek merusak sebanyak mungkin dari megabencana di Jepang di masa depan
- Menghindari negara terjerumus ke dalam situasi serius dimana bangsa tersebut tidak akan pernah kembali kekeadaan awal dikarenakan oleh bencana alam tadi.

Kabinet Abe, yang dipimpin Perdana Menteri Shinzo Abe, diinagurasikan pada Desember 2012. Setelah itu, dibentuk posisi kabinet Menteri Pembangunan Ketahanan Nasional dibentuk; selanjutnya, Kantor Promosi Ketahanan Nasional dibentuk di Sekretariat Kabinet. Berpusat pada kantor baru ini, inisiasi Pembangunan Ketahanan Nasional

dipromosikan secara besar-besaran di semua kementerian dan instansi.

Sejalan dengan usaha tersebut, dilakukan musyawarah di badan musyawarah nasional yang menghasilkan pemberlakuan Ketetapan Dasar untuk Pembangunan Ketahanan Nasional pada Desember 2013. Pada kegiatan tersebut, dengan jelas dinyatakan bahwa Kantor Promosi Ketahanan nasional, yang dipimpin oleh perdana menteri, akan didirikan di dalam kabinet, dan pada waktu yang sama diharuskan untuk mengerjakan Rencana Fundamental untuk Pembangunan Ketahanan Nasional menjadi paling tinggi di antara rencana administratif kenegaraan (Gbr. 2).

Gbr. 2 Gambar “Perencanaan Fundamental untuk Ketahanan Nasional” Akan dipromosikan sebagai Perencanaan Utama

Lima Belas Situasi Serius dan Ketahanan Nasional

Dalam pengerjaan Perencanaan Fundamental untuk Ketahanan Nasional, pemerintah mengidentifikasi 45 situasi serius yang mungkin terjadi. Secara khusus, terdapat 15 situasi yang diprioritaskan karena membutuhkan penanganan segera. (lihat Tabel 1).

Kelima belas situasi serius ini dipilih dengan mengingat kemungkinan terjadinya bencana alam *megathrust* dan berbagai bencana alam lainnya. Beberapa langkah yang diambil untuk situasi ini adalah peningkatan turap *seawall*, perkuatan gempa, penanganan likuifaksi tanah dan penanganan perangkat keras lainnya, dan pelatihan pencegahan bencana, komunikasi yang kuat tentang asesmen resiko, promosi perencanaan keberlanjutan bisnis dan penanganan perangkat lunak lainnya. Kunci keberhasilan promosi semua penanganan ini adalah implementasi bersama secara komprehensif oleh semua sector pemerintah dan swasta dari berbagai perspektif.

Lebih jauh lagi, penanganan yang paling penting yang harus dipromosikan dengan agresif untuk mencegah situasi serius ini adalah “mengurangi konsentrasi berragam fungsi di ibu kota negara Tokyo” dan “formasi distribusi fungsi secara nasional” Di sini, pengurangan fungsi dan distribusi fungsi-fungsi ini ke seluruh negara tidak saja dapat menjadi penanganan yang sangat efektif untuk pembangunan ketahanan nasional, tetapi juga untuk menghasilkan tiga manfaat berikut:

- Mitigasi drastis dampak bencana yang disebabkan oleh gempa bumi daratan yang menyerang bagian ibu

kota Tokyo.

- Pelestarian vitalitas nasional pascabencana
- Implementasi kegiatan penyelamatan, restorasi dan rekonstruksi yang lebih kuat dan cepat. Di samping itu, manfaat lainnya adalah:
- Kontribusi yang lebih besar pada ketahanan gedung di area setempat dengan cara reaktivasi area tersebut sebagai akibat difusi dan distribusi fungsi.

Menanggapi hal ini, Rencana Fundamental Untuk Ketahanan Nasional diputuskan pada bulan Juni 2014 pada sebuah rapat kabinet mengenai Peraturan Dasar Ketahanan Nasional. Dalam Rencana Fundamental jelas digambarkan dua tujuan utama—menurunkan tekanan konsentrasi berbagai fungsi ibukota, Tokyo, dan pembentukan pemerintah setempat yang independen dengan sebaran fungsi-fungsi penting dan kolaborasi wilayah.

Guna mencapai kedua tujuan ini, perlu diterapkan langkah-langkah perangkat lunak yang kondusif untuk mempercepat keberhasilan, seperti pengujian ulang sistem perpajakan, subsidi dan bantuan dan mekanisme konvensional multibidang. Bersamaan itu, tentunya langkah-langkah perangkat keras untuk mempercepat pencapaian kedua tujuan ini juga lebih ditekankan. (lihat Gbr. 3)

Tabel 1 Lima Belas Situasi Serius yang Dikutip Pemerintah untuk Penanganan Segera

Gbr. 3 Tujuan Fundamental dari Inisiasi “Pembangunan Ketahanan Nasional” dan Usaha Promosi yang Berhubungan

Gbr. 3 Tujuan Fundamental Inisiatif dan Usaha Promosi Terkait dari “Pembangunan Ketahanan Nasional”

Rencana Fundamental untuk Ketahanan Wilayah

Setelah penetapan Rencana Fundamental untuk Ketahanan Nasional oleh pemerintah pusat yang menggambarkan arah pengembangan ketahanan nasional, pemerintah pusat menyiapkan petunjuk penggunaan “Rencana Fundamental untuk Ketahanan Wilayah” dan mendorong pemerintah daerah untuk melakukan rencana fundamental mereka. Hasilnya, hampir separuh pemerintah daerah menyiapkan rencana khusus untuk daerahnya (lihat Gbr. 4)

Seiring dengan itu, pemerintah pusat mengusahakan integrasi ketahanan kedua daerah dan usaha revitalisasi wilayah oleh pemerintah wilayah. Penyebab utama dari pengintegrasian itu, saat revitalisasi daerah tercapai,

ketahanan wilayah setelah mengalami sebuah bencana biasanya meningkat; dan lebih jauh lagi, inisiatif pengamanan ketahanan wilayah untuk menanggapi bencana akan memberikan keuntungan yang beragam pada ekonomi daerah selama periode normal.

Selanjutnya, jelaslah bahwa pengurangan konsentrasi fungsi di Tokyo, prioritas utama dalam “Pembangunan Ketahanan Nasional”, akan langsung mempromosikan revitalisasi wilayah.

Gbr. 4 Pemerintah Daerah Mengumumkan Dimulainya Usaha Pelaksanaan Inisiatif Pembangunan Ketahanan Wilayah (termasuk tahap perencanaan)

”Pembangunan Ketahanan Nasional” sebagai Proyek Nasional

Sekarang, pemerintah Jepang sedang mendiskusikan berbagai langkah-langkah penanganan untuk mempromosikan inisiasi Ketahanan Nasional. Diantara langkah spesifik yang ada, adalah peningkatan ketahanan sector swasta, selain inisiatif pemerintah pusat dan daerah; promosi program pelatihan yang ditujukan untuk pendidikan anak-anak mengenai filosofi pembangunan ketahanan nasional dan wilayah—“pembangunan bangsa dan kota untuk pencegahan bencana”; dan promosi kerangka kerja kerjasama internasional.

Inisiatif Pembangunan Ketahanan Nasional dipromosikan sebagai proyek nasional dibawah pemerintah pusat dan berkooperasi dengan pemerintah daerah, organisasi swasta, masyarakat perorangan dan bangsa yang terkait.

Fig. 1 Megathrust Earthquakes Forecasted to Occur in Japan

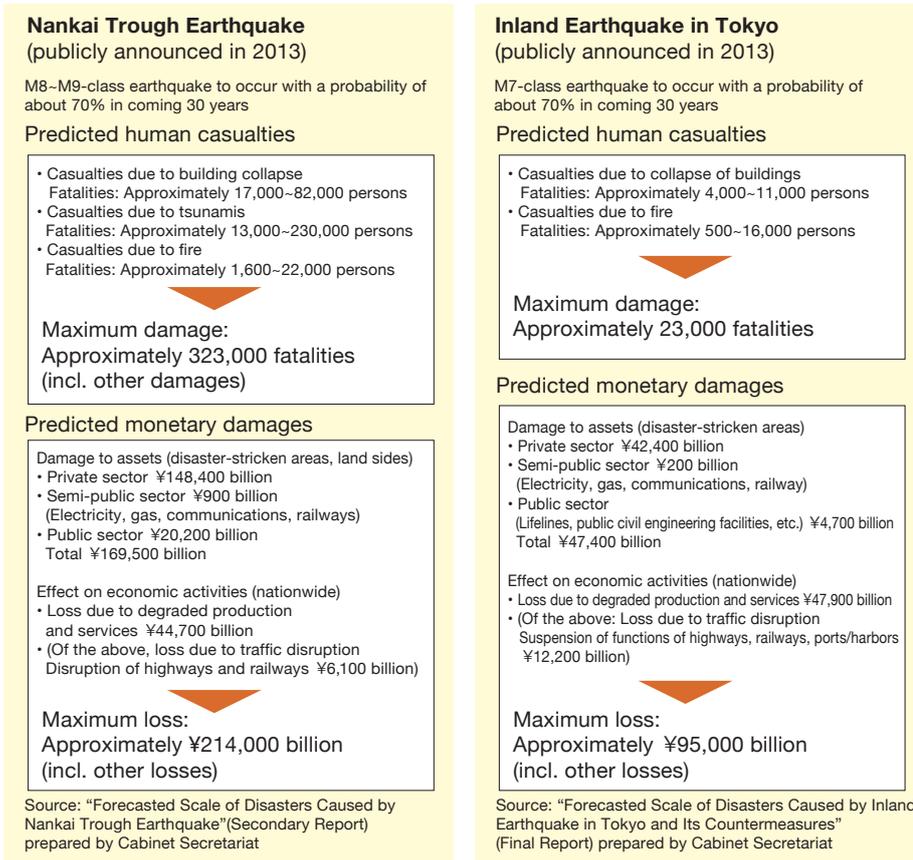


Fig. 2 Image of "Fundamental Plan for Building National Resilience" to Be Promoted as Priority Plan

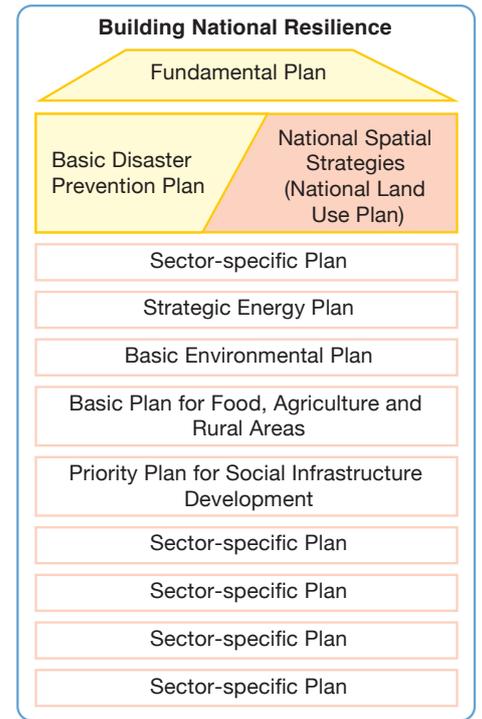


Table 1 Fifteen Serious Situations Cited by the Government as Requiring Rapid Measures

- Collapse of high-rise and other buildings in urban areas and outbreak of large fires in such areas
- Prodigious loss of life due to tsunamis
- Prodigious loss of life because of inadequate transmission of information
- Absolute lack of rescue and emergency activities by self-defense forces, the police, fire fighters, etc.
- Increase in fatalities due to insufficient supply of food and other necessities to disaster-stricken areas
- Prolonged inability to use telephones and radios
- Suspension of energy supply
- Suspension of energy supply to domestic industries
- Significant reduction of national economic productivity
- Suspension of food supply
- Disruption of transportation arteries connecting eastern and western parts of the country
- Disaster-induced dysfunction of central government
- Prolonged inundation of towns due to extensive flooding
- Occurrence of terrible disasters due to large-scale volcanic eruptions, etc.
- Devastation of farmland and forests that account for 80% of national land area

Fig. 3 Fundamental Goals of the “Building National Resilience” Initiative and Related Promotion Efforts

Fundamental goals of Building National Resilience initiative

Whenever a disaster occurs:

- Protection of human life by any means
- Avoidance of fatal damage to important national and societal functions
- Minimization of damage to national assets and public facilities
- Swift restoration and reconstruction

With the establishment of these four fundamental goals, the Building National Resilience initiative is aimed at building a safe and secure nation with local areas and an economic society that are strong and flexible.

Basic procedure for promoting the Building National Resilience initiative —Thoroughgoing implementation of PDCA (plan-do-check-act) cycle—

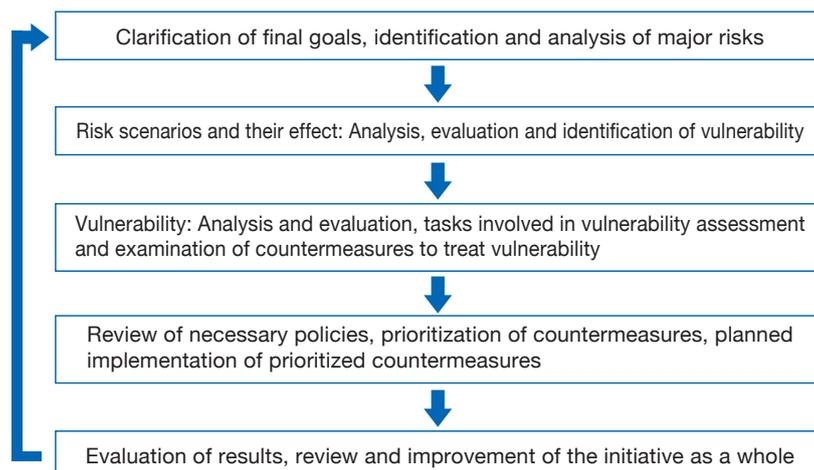
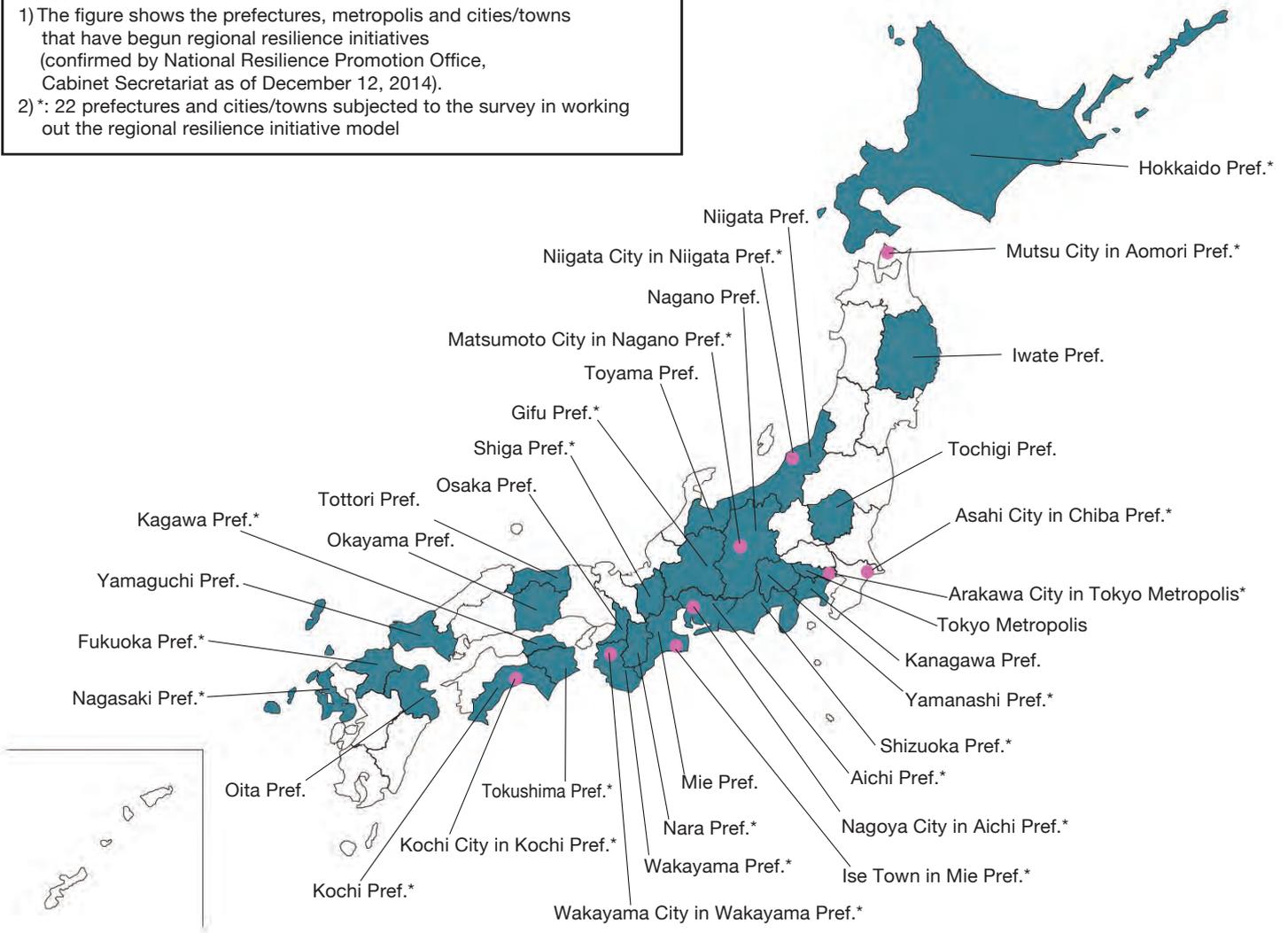


Fig. 4 Local Governments to Publicly Announce Start of Effort to Work Out “Building Regional Resilience” Initiatives (incl. planning stage)

As of December 12, 2014: 25 prefectures, 1 metropolis and 9 cities/towns
 Notes
 1) The figure shows the prefectures, metropolis and cities/towns that have begun regional resilience initiatives (confirmed by National Resilience Promotion Office, Cabinet Secretariat as of December 12, 2014).
 2) *: 22 prefectures and cities/towns subjected to the survey in working out the regional resilience initiative model



(Sampul Belakang)

Operasi JISF

Konferensi Struktur Baja di Kamboja

Federasi Besi dan Baja Jepang (FBBJ) mengadakan sebuah konferensi berjudul “Teknologi Terkini untuk Struktur Baja 2014” di Phnom Penh, Kamboja pada tanggal 4 Desember 2014. Acara itu dilaksanakan dengan kerja sama dengan Kementerian Pekerjaan Umum dan Transportasi Kamboja dan Institut Teknologi Kamboja..

Lima materi mencangkup topik pelabuhan,, konstruksi jembatan dan bangunan disampaikan oleh ahli dari Jepang dan Kamboja di konfrensi itu, yang didatangi sekitar 120 insinyur dan mahasiswa. Paralel dengan konferensi tersebut diadakan Sesi Kelompok Kecil personel utama dari kedua negara untuk saling bertukar pikiran dan tugas selanjutnya terkait pengaplikasian struktur baja yang lebih besar di Kamboja.

Konferensi ini adalah seri kedua setelah konferensi yang diadakan oleh JISF pada 2012. JISF berencana mengadakan konferensi ketiga pada Desember 2015 di Kamboja.

(Foto) Konferensi “Teknologi Terkini untuk Struktur Baja 2014” yang diselenggarakan di Phnom Penh

Seminar Ketahanan Gempa di Thailand

JISF dan Intitusi Besi dan Baja Thailand mengadakan seminar bertajuk “Peraturan Desain Gempa dan Teknologi Penanganan Gempa Bumi” pada tanggal 12 dan 13 Februari 2015 di Bangkok, Thailand. Dipicu gempa bumi yang terjadi di Thailand pada bulang Mei 2014 dan keawatiran bersama mengenai tekonologi ketahanan gempa untuk bangunan di negara itu, seminar itu direncanakan sebagai salah satu Program Kerjasama Baja yang dirumuskan dalam Perjanjian Kerja Sama Ekonomi Jepang-Thailand.

Tiga ahli dari Thailand dan dua dari Jepang meyampaikan kuliah mengenai desain gempa dan teknologi ketahanan gempa dalam seminar yang dihadiri lebih dari 80 orang. JISF dan Institusi Besi dan Baja Thailand berencana melaksanakan “Seminar Transfer Teknologi untuk Prmosi Konstuksi Baja” di Bangkok pada bulan September 2015.

(Foto) Kuliah

Pembukaan Kantor Wilayah Asia Tenggara

FBBJ membbuka Kantor Wilayah Asia Tenggaraanya di Kuala Lumpur, Malaysia dan mengadakan perayaan pembukaan pada 28 April 2015 untuk menandai dimulainya operasi regular. Kantor Wilayah itu berfungsi sebagai penghubung untuk mempromosikan kolaborasi operasi antara industri baja Japng dengan industry baja ASEAN. Juga, kantor ini mengumpulkan segala informasi dalam jangkauan bidang yang luas dengan cara mengembangkan kerjasama dengan jaringan organisasi besi dan baja di wilayah ASEAN dan, pada saat yang bersamaan, melakukan berbagai aktivitas untuk mempromosikan industri baja Jepang.

Berikut adalah informasi kantornya:

• Kantor Wilayah Asia Tenggara Federasi Besi dan Baja Jepang

Suite 8-1 & 8-2, Level 8, Menara CIMB, No.1, Jalan Stesen Sentral 2, 50470 Kuala Lumpur, Malaysia
Telepon: +60-3-2298-8307 Fax: +60-3-2298-8201

(Foto) Acara pembukaan dan sambutan oleh Direktur Eksekutif FBBJ Yuzo Ichikawa pada upacara pembukaan



Conference on "Recent Technologies for Steel Structures 2014" held in Phnom Penh



Lecture delivery by General Manager Dr. Yasushi Ichikawa of Nippon Steel & Sumikin Engineering Co., Ltd.



Lecture delivery by Staff Manager Yukio Murakami, JFE Steel Corp.



Greeting by Acting President Pairojana Meethawee, Iron and Steel Institute of Thailand



Lecture delivery by Advisor Nuttapon Suttitam, Iron and Steel Institute of Thailand



Opening ceremony and greeting by Executive Director Yuzo Ichikawa of JISF at the opening ceremony

