

株式会社 日建設計

http://www.nikken.co.jp

株式会社 日建設計総合研究所

http://www.nikken-ri.com

株式会社 日建設計シビル

http://www.nikken-civil.co.jp

株式会社 日建ハウジングシステム

http://www.nikken-hs.co.jp

株式会社 北海道日建設計

http://www.h-nikken.co.jp

株式会社 日建スペースデザイン

http://www.nspacedesign.co.jp

日建設計マネジメントソリューションズ 株式会社

http://www.nikken-ms.com

日建設計コンストラクション・マネジメント 株式会社

http://www.nikken-cm.com

日建設計[上海]諮詢有限公司

日建設計[大連]都市設計諮詢有限公司

2011年4月1日付で株式会社 日建設計総合研究所が、株式会社 ビルディング・パフォーマンス・コンサルティングを吸収合併いたしました。

NIKKEN SEKKEI LTD.

http://www.nikken.co.jp

NIKKEN SEKKEI RESEARCH INSTITUTE

http://www.nikken-ri.com

NIKKEN SEKKEI CIVIL ENGINEERING LTD.

http://www.nikken-civil.co.jp

NIKKEN HOUSING SYSTEM CO., LTD.

http://www.nikken-hs.co.jp

HOKKAIDO NIKKEN SEKKEI CO., LTD.

http://www.h-nikken.co.jp

NIKKEN SPACE DESIGN LTD.

http://www.nspacedesign.co.jp

NIKKEN SEKKEI MANAGEMENT SOLUTIONS, INC.

http://www.nikken-ms.com

NIKKEN SEKKEI CONSTRUCTION MANAGEMENT, INC.

http://www.nikken-cm.com

NIKKEN SEKKEI (SHANGHAI) CONSULTING SERVICES CO., LTD.

NIKKEN SEKKEI (DALIAN) URBAN PLANNING AND DESIGN CONSULTING SERVICES CO., LTD.

On April 1, 2011 Nikken Sekkei Research Institute (NSRI) absorbed Building Performance Consulting by merger.

発行

株式会社 日建設計

〒102-8117

東京都千代田区飯田橋2-18-3

[広報室]

Tel 03-5226-3030

Fax 03-5226-3044

http://www.nikken.co.jp

Published by

NIKKEN SEKKEI LTD.

2-18-3 lidabashi, Chiyoda-ku, Tokyo

102-8117 Japan

Corporate Communications Section

Tel +81-3-5226-3030

Fax +81-3-5226-3044

http://www.nikken.co.jp

[表紙] 1995年 兵庫県南部地震の観測記録  
(観測点: 神戸市中央区)<sup>[1]</sup>

2011年 東北地方太平洋沖地震の観測記録  
(観測点: 宮城県南三陸町)<sup>[2]</sup>

[データの出典] 1: 気象庁 | 2: 防災科学技術研究所  
[裏表紙] 東京スカイツリー® | 写真: 新良太

[Cover] 1995 Kobe (South Hyogo Prefecture) Earthquake (observation point: Chuo-ku, Kobe)<sup>[1]</sup>

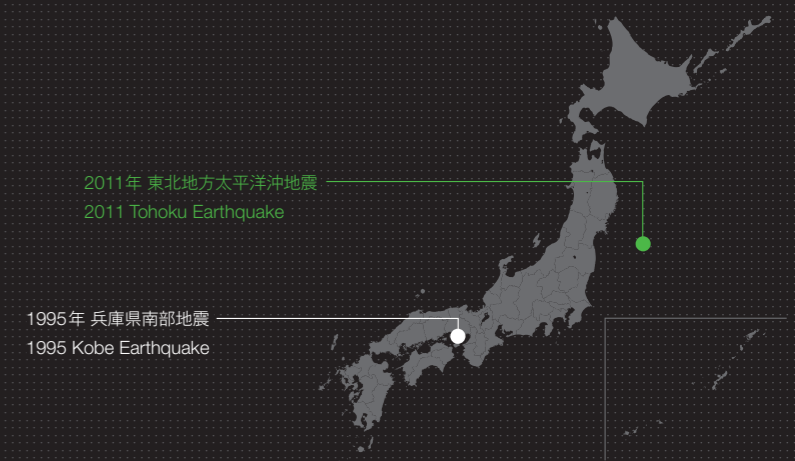
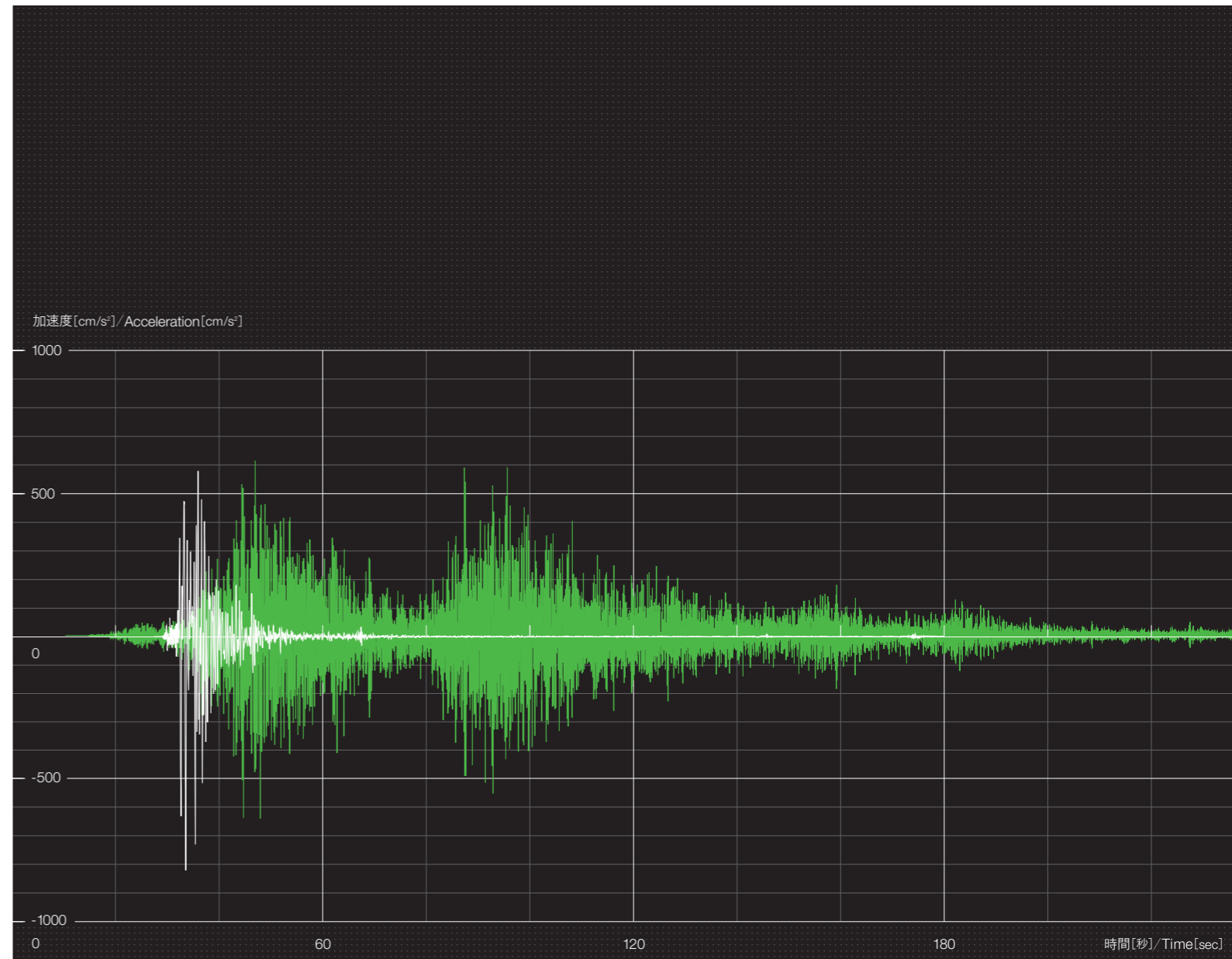
2011 Tohoku Earthquake (observation point: Minami Sanriku-cho, Miyagi)<sup>[2]</sup>

[Source] 1: Japan Meteorological Agency | 2: National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

[Back Cover] Tokyo Sky Tree®  
Photography: Ryota Atarashi



東京スカイツリー。東北地方太平洋沖地震による構造体への被害はなく、3月18日に最高高さ634 mに到達しました。  
Tokyo Sky Tree reached its full height of 634 meters (2,080 feet) on March 18.



## [目次]

Contents

## NIKKEN JOURNAL 07

## 特集 | 復興に向けて——現状の分析

Feature | Committed to Reconstruction

## INSIGHT 1

04

## 東北地方太平洋沖地震の特徴

Features of the Tohoku Earthquake

## INSIGHT 2

06

## 日建設計の設計用入力地震動について

Nikken Sekkei's Earthquake Motion Simulation System for Structural Design

## INSIGHT 3

10

## 節電について

Power Saving

## INSIGHT 4

14

## 地盤液化現象について

The Soil Liquefaction Phenomenon

## INSIGHT 5

18

## 今回の地震被害から見える一般的建物の耐震性

How Buildings Stand Up to Earthquakes: Testimony from the March Earthquake

## TOPICS

20

## 震災への取り組み

Nikken Disaster Measures

## PERSPECTIVES

22

## 復興グランドデザインへの提案へ

Reconstruction Proposal Grand Design

復興に向けて **Committed to Reconstruction**

2011年3月11日、日本で東北地方太平洋沖地震が発生しました。津波による甚大な被害をこうむるとともに、福島原子力発電所における現在進行形の問題ももたらされました。震災の犠牲となられた方々に衷心より哀悼の意を表しますとともに、被災された多数の皆様方に心からのお見舞いを申し上げます。

弊社では、地震発生後ただちに震災対策本部を設置し、設計させていただいた建物の安全確認、社会的要請に基づく活動を鋭意進めています。弊社につきましては役職員全員の無事と施設の無事を確認いたしました。その間、海外のクライアントをはじめ、プロジェクトのご関係者や国内の数多くの皆様方から、お見舞いと励ましのメッセージをいただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

NIKKEN JOURNAL 本号では、当初の予定を変更して、現時点での東北地方太平洋沖地震に関する日建グループの見解や、構造、設備、土木の各専門家の視点による考察や取り組みなどをご紹介します。少しでも皆様方の活動に役立ち、ご安心につながれば幸いです。

私たちが大震災に見舞われたのは今回が初めてではありません。16年前の阪神・淡路大震災の時に得た知見や教訓を十分に活かしていくことができると考えます。建築・都市・環境の専門家集団である日建グループとして、災害からの早期復興と新しい日本の創造に向けて、取り組んでいきたいと考えています。

株式会社 日建設計  
代表取締役社長



The Great East Japan Earthquake and Tsunami that hit on March 11, 2011 not only exacted a terrible toll in lives and property along the Pacific coast of the Tohoku region, but damaged the Fukushima nuclear power plant, creating problems that will take years to solve. We grieve for the thousands of lives lost in this disaster and express our deep concern for the welfare of the survivors struggling to cope with devastating circumstances.

Following the earthquake, the Nikken Group quickly established a Disaster Support Headquarters responsible for checking the safety of all buildings designed by the company and responding to the needs of society in the disaster-affected areas. We are happy to report that all our staff and employees are safe and our company facilities were undamaged. Since March 11, the company has received many messages from clients and collaborators overseas and from people connected with Nikken Sekkei projects both in Japan and abroad. Let me express here our deep appreciation for your words of concern and encouragement.

This issue of *Nikken Journal*, in place of the originally planned content, features articles presenting the Nikken Group's views on the March 11 disaster along with observations and reports on efforts made to address problems arising as a result of the situation.

This is not the first time that Japan has suffered from a major earthquake in recent history. We have the experience of the 1995 Great Hanshin-Awaji Earthquake (Kobe earthquake) sixteen years ago to build on. As a group of professionals trained to tackle the problems of architecture, the city, and the environment, the Nikken Group will expedite reconstruction projects. We stand committed to supporting the creation of a new Japan out of this unprecedented disaster.



Keiichi Okamoto, President and CEO Nikken Sekkei, Ltd.

## 東北地方太平洋沖地震の特徴

### Features of the Tohoku Earthquake

日建設計 構造設計部門  
Nikken Sekkei Structural Engineering Department

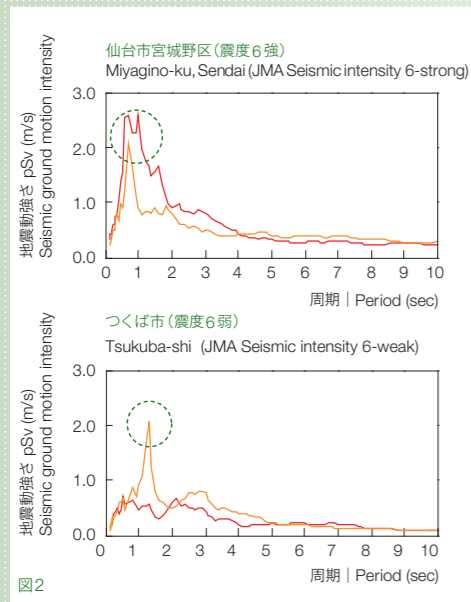


図2

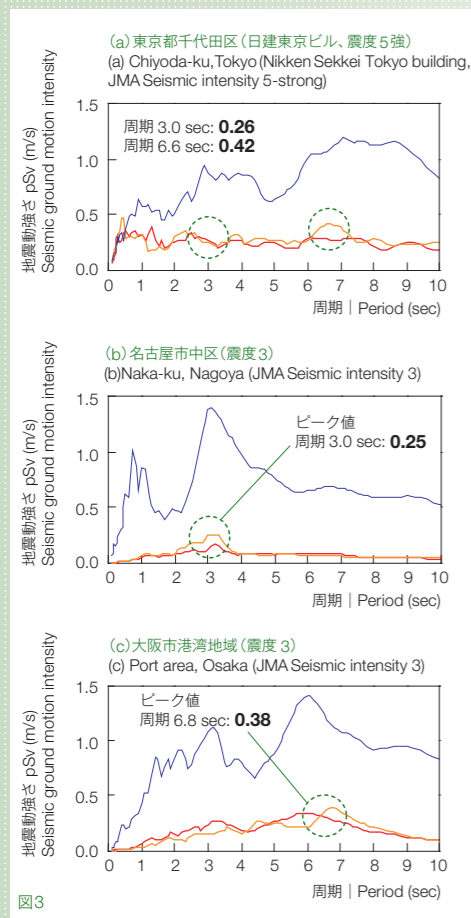


図3

2: 地震動の観測記録。赤・橙のラインで同一地点での直交する水平2成分を表示。| 3: 長周期地震動の観測記録。赤・橙: 2011年東北地方太平洋沖地震の地震動強さの観測記録 / 青: 日建波。

2: Observation records of seismic motion.  
3: Observation records of long-period seismic motion. [Note]

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震はマグニチュード9.0という巨大な地震でした。ここでは、この地震の特徴について建築設計という観点からの考察も含めて整理します。

#### マグニチュード9.0

日本近傍で起こりうる最大級の地震と考えられ、1900年以降に世界で発生した地震としても4番目(米地質調査所調べ)の規模でした。

この地震はプレート境界地震と呼ばれます。地球の表面は、相対的に移動している十数枚のプレート(岩板)で覆われていますが、プレートの境界面の歪み<sup>ひずみ</sup>がもちこたえられなくなって滑ることにより発生するタイプの地震です。今回は、海側のプレートが陸側のプレートに沈み込んでいる日本海溝が震源域となり、長さ約500km、幅約200kmの広大な領域が滑ったと推定されています[図1]。このため、地震の揺れの強い地域も、東北地方の太平洋側を中心に広範囲におよびました。

#### 激震地の広がり

地震の揺れには音と同じように周波数特性(周期特性)があります。その地震動強さを示すものとして、横軸に周期をとり、縦軸に共振による建築物の揺れやすさを示した図を用いています。今回の地震による揺れの強かった地域の例として、宮城県仙台市宮城野区と茨城県つくば市の地震動強さの図を示します[図2]。これを見ると、気象庁発表の震源(断層滑りの開始点)から遠方のつくば市でも、今回の震源域が大きかったために周期帯によっては仙台市のレベルに

The March 11 earthquake that hit Japan's northeastern region along the Pacific coast was a massive one, measuring 9.0 on the Richter scale. How did it differ from previous earthquakes from the viewpoint of architectural design?

#### The 9.0 Magnitude

The tremors that shook the earth on March 11 were probably among the most powerful to occur in Japan's part of the world. According to the United States Geological Survey, they generated the fourth greatest earthquake recorded in the world since 1900.

The earthquake on March 11 was an interplate shift triggered when two tectonic plates that had been locked built up sufficient stress to result in slippage. The epicenter of the March earthquake was located in the Japan Trench, where the plate on the ocean side slides under the plate on the land side. In this case, the slippage along an expanse 500 kilometers long and 200 kilometers wide (see figure 1) caused a broad swath of the Pacific coast to shake violently.

#### Extent of Violent Tremors

The shaking of an earthquake, like sound, has frequency characteristics. The accompanying figures on the left illustrate the

近い地震動強さとなっていることがわかります。

500kmにわたる断層に沿って激震地が広がっていますが、これは、震度6弱以上の地域が広域におよんだこととも対応しています。

#### 長周期地震動

地震の揺れとして、震源から遠い堆積平野で長周期地震動が発生した点も今回の地震の特徴のひとつと言えます。長周期地震動とは、震源が巨大なため発生する地震の波がそもそも長い場合や、震源から離れるにしたがって波が分散し継続時間の長くなった波が堆積平野に到達した時に発生する揺れで、厚い堆積層で増幅された敷地特有の周期で長時間揺れ続ける地震動のことを言います。

#### 主要都市における長周期地震動

今回、東京・名古屋・大阪ではそれぞれの堆積平野の地盤条件に応

[出典] 1: 防災科学技術研究所 "平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による強震動"

[データの出典] 2: 防災科学技術研究所 | 3: (a) 日建設計東京ビル敷地内の地表面における観測記録、(b) 建築研究所、(c) 港湾空港技術研究所

[Note] Observation records of the 2011 earthquake in the Pacific offshore of the northeastern region of Japan (shown in red and orange): Ground motion recorded at the time of the earthquake and represents two orthogonal horizontal components of motion at the same site. "Nikken waves" (shown in blue): This figure shows ground motion models for seismic design that take into account a presumed quake epicenter and the ground conditions of a specific project site. Nikken Sekkei developed the models drawing on achievements in seismology and earthquake engineering that have been used in designing skyscrapers and seismic-isolation buildings since 2005.

[Source] 1: National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, *Seismic Source Process of the 2011 Earthquake in the Pacific Ocean Offshore of Northeastern Japan Using Records of Strong Motions* (in Japanese).

2: National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention / JMA: Japan Meteorological Agency

3: (a) Observation records on the ground surface at site of Nikken Sekkei Tokyo building; (b) Building Research Institute; and (c) Port and Airport Research Institute

intensity of seismic ground motions, with seismic period on the horizontal axis and building response to seismic waves on the vertical axis. Figure 2 shows the intensity of the shaking in two of the most severely hit areas: the Miyagino district of the city of Sendai (Miyagi pref.) and the city of Tsukuba (Ibaraki pref.). From these charts we know that even the city of Tsukuba, which is far away from the epicenter, registered — depending on the period ranges — almost the same high level of seismic ground motion as Sendai, which is much closer to the epicenter.

#### Long-period Earthquake Motion

Another feature of the March 11 earthquake was the long-period seismic motion occurring in sedimentary plain areas distant from the epicenter. Long-period seismic motion occurs when the earthquake is so large as to generate long-period earthquake waves or when the earthquake waves that spread outward from the epicenter have long periods. The amplification of these waves in thick sedimentary layers (such as areas on reclaimed land) causes the ground to continue shaking with a site-specific period.

#### Strong Ground Motion in Major Cities

In Tokyo, Nagoya, and Osaka, long-period ground motions were

じた長周期地震動が観測されました[図3]。

名古屋市中区では、堆積層の厚さや固さが反映されて周期3秒程度で地震動強さが卓越しており、そのレベルは東京都千代田区と同程度です。これは、たとえば名古屋市中区に建つ固有周期(建築物が揺れて一往復するのに要する時間)3秒の超高層建築物が、東京都千代田区に建っている場合と同じような条件で揺れたことを意味します。また、大阪市湾岸地域の観測記録は、周期6-7秒で東京の地震動強さとほぼ同じレベルとなっており、震源から遠方大阪においても強い力を有する長周期地震動が発生したことがわかります。

参考までに、弊社で独自に開発した、震源や地盤条件を個別に考慮できる設計入力地震動(日建波、p.6-9参照)を図3に青ラインで重ね描きました。これらの「日建波」は、上述の各観測点に比較的近い敷地で計画されたプロジェクトで利用したものであり、想定している震源は今回の地震とは異なりますが、地震動強さの卓越周期はほぼ合っており、敷地の地盤特性を適切に評価できていると言えます。

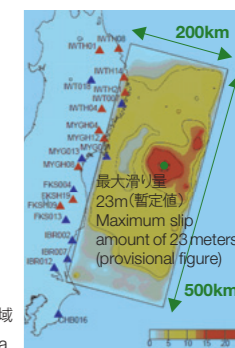


図1: 震源域  
1: Seismic source area.

observed in certain areas depending on the ground conditions of the sedimentary plain (shown in red and orange in Figure 3). A predominant period of about 3 seconds, reflecting the thickness and hardness of the sedimentary layer, was recorded in central Nagoya's Naka ward, the same level as recorded in central Tokyo's Chiyoda ward. In other words, skyscrapers in central Nagoya with a "natural period" (the time it takes a building to swing back and forth once) of 3 seconds shook the same as buildings in central Tokyo with the same natural period. The coastal area of the city of Osaka registered strong tremors with periods of 6-7 seconds that were almost as strong as those recorded along the coast of Tokyo and is an indication of the quite vigorous ground motion observed far from the epicenter of the quake.

For reference, we will also present the record of what we call the "Nikken Wave" (shown in blue in figure 3). The "Nikken Wave" is a simulated wave originally developed at Nikken Sekkei. The charts show the simulated wave for projects completed relatively near the sites mentioned in figure 3. While the epicenters assumed were different from that of the March earthquake (resulting in different seismic ground intensity), the ground motion periods simulated by Nikken proved to match the predominant periods of the ground motion recorded at the time of the March earthquake. This match shows the appropriateness of Nikken's assessment of the ground characteristics at these project sites.

## 日建設計の 設計用入力地震動について

### Nikken Sekkei's Earthquake Motion Simulation System for Structural Design

日建設計 構造設計部門  
Nikken Sekkei Structural Engineering Department

超高層や免震建築物の耐震安全性は、一般的にコンピュータを用いたシミュレーションによって検証します。この際、建築物のモデルに適用する地面の「揺れ」が必要となりますが、このような検証用の地震動を「設計用入力地震動」と呼びます。ここでは、大臣認定取得時に一般に用いられている設計用入力地震動、弊社が独自に開発した設計用入力地震動「ART WAVE」、より発展させた同「日建波」について紹介します。

#### 過去に採用していた設計用入力地震動

-

日本では、1960年代後半に超高層建築物の設計がはじまって以来、実際の地震の際に観測された数種類の地震動を元にしてシミュレーションに適用するのが一般的でした。

しかしながら、1980年代以前は、地震計の設置場所も限られ、その性能にも限界があったため、30階建て程度以上の固有周期が3秒程度以上となる建築物に影響を与える、長周期の地震動に関しては十分な記録は得られていませんでした[図1]。そのため、このような高さの超高層建築物の耐震安全性の検討に当時の観測記録のみを用いた場合、揺れなどを過小評価してしまう可能性が懸念されていました。

#### ART WAVE

-

弊社では以前より、建物ごとに長周期地震動も考慮しながら設計してきましたが、より具体的に上記の問題に対応するため、1988年に、周期3秒程度以上の長周期領域でも十分な強さを確保した設

The structural safety against earthquakes of skyscrapers and seismic-isolation buildings is generally calculated using computer simulations. Such calculations require a ground motion model that can be applied to structural design. Here, let us look at three such motion models — the model formerly used when filing for a building permit from the Ministry of Construction, the Nikken Sekkei-developed “Art Wave,” and the recently developed “Nikken Wave” model.

#### Old Motion Model

-

Since skyscraper design began in Japan in the latter half of the 1960s, simulations were usually performed by adjusting the amplitudes of seismic ground motions recorded at several adjacent sites. Until the 1980s, however, too few sites were equipped to record tremors and the devices did not provide adequate records of long-period ground motion. Long-period ground motion is especially important for a building 30 or more stories high which corresponds to a natural period of 3 or more seconds (see figure 1). Reliance on such observation records alone might result in an underestimation of seismic ground motions.

計用入力地震動「ART WAVE」を独自に開発し、超高層や免震建築物の設計に用いはじめました[図1]。

その後、2000年の建築基準法改正により、超高層建築物等の設計で考慮すべき長周期地震動を視野に入れた地震動強さが、建設省告示として規定され(以下、告示波)、日本全国すべての地域で建設される超高層と免震建築物の設計に適用されることとなりました[図1]。

このように、「ART WAVE」や告示波を用いることによって一定の強さの長周期地震動を考慮することが可能となりましたが、これらの設計用入力地震動も、震源や計画地の地盤条件などを個別に反映できるものではありませんでした。

#### 新しい設計用入力地震動「日建波」

-

このような背景を受け弊社では、地震を起こす断層や計画地の地盤条件などを個別に考慮できる、いわばオーダーメイドの設計用入力地震動「日建波」を開発しています。

震源の条件としては、日本列島近傍で沈み込んでいるプレートが跳ね上がることによって発生するプレート境界地震[図2、3]と、内陸部の地殻表面で発生する内陸直下地震を考慮します(内陸直下地震は、プレートの移動により地殻内に蓄積した歪みが、あるレベルを超えた時に発生します。これを繰り返している断層を「活断層」と呼びます)。

震源断層から発生した地震の揺れは、地震基盤と呼ばれる硬質な岩盤を伝わってきて、計画地近傍の堆積層によって増幅されます[図4]。「日建波」は、このような震源の特性、揺れの伝播や地盤増幅の条件を個別に考慮できるものです。

#### “Art Wave”

-

Nikken Sekkei's designs using the old motion model already projected long-period ground motion calculations for each individual building. In 1988, however, Nikken Sekkei developed its own seismic ground motion model, “Art Wave,” in order to remedy the underestimation problem. The new system was designed to calculate the structural strength needed to withstand ground motion at periods of 3 or more seconds. Since then Nikken Sekkei has used “Art Wave” to design skyscrapers and earthquake-isolation buildings (figure 1).

In 2000, with revision of the Building Standards Law, the Ministry of Construction issued a notification stipulating the long-period seismic motions that had to be taken into account in designing super high-rise buildings. From then on, these official specifications (called the “Kokuji Wave”) were applied to the design of skyscrapers and earthquake-isolation buildings built throughout Japan (figure 1).

#### “Nikken Wave”

-

Nikken Sekkei then developed a new earthquake motion simulation system for structural design — the “Nikken Wave” — aimed to take account for earthquake-inducing faults and other

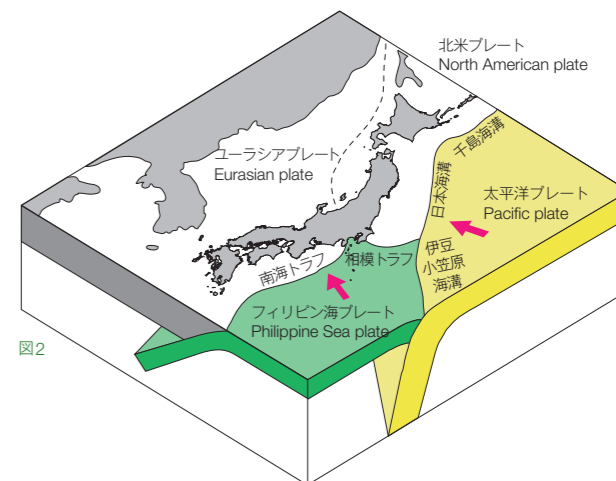


図2

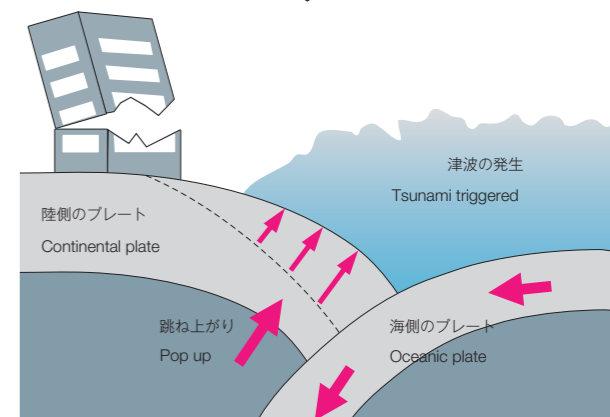


図3

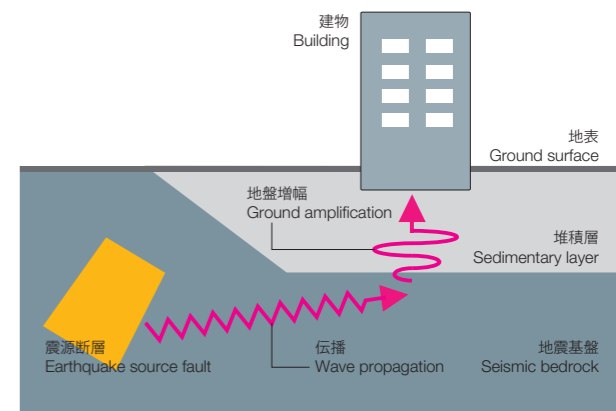


図4

2: 日本周辺のプレート概要図。| 3: プレート境界地震の仕組み。| 4: 揺れの伝播の概要図。

2: Tectonic plates around Japan. | 3: Mechanism of an interplate earthquake. | 4: Propagation of tremors.

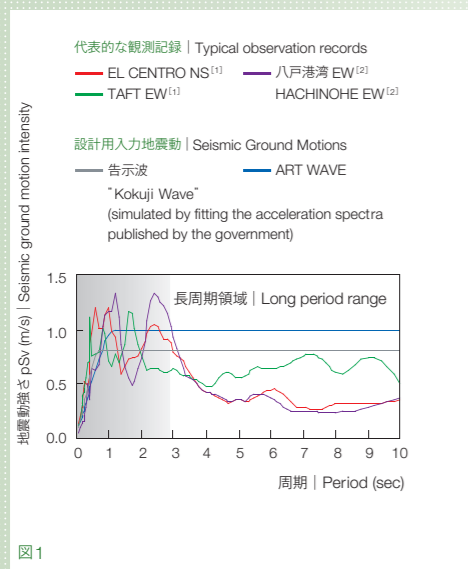


図1

1: 観測記録と設計用入力地震動の比較。

[データの出典] 1: El Centro, Taft: California Institute of Technology, Earthquake Engineering Research Laboratory  
2: 港湾技術研究所

1: Comparison of observation records and seismic ground motion model figures.  
[Source] 1: El Centro, Taft: California Institute of Technology, Earthquake Engineering Research Laboratory  
2: Port and Airport Research Institute

## 地域による地震動強さの違い

「日建波」を用いて、地域によって地震動強さがどのように違ってくるのかを示したのが図5です。ここでは、それぞれ影響が大きいと考えられる地震を対象として、東京駅近傍、大阪駅近傍、名古屋駅近傍をあげていますが、各グラフの形は類似していないことが分かります。さらに、地震動強さが最も大きくなる周期を見れば、東京駅近傍では7-8秒、大阪駅近傍では5秒程度、名古屋駅近傍では3秒程度と異なっています。

この図からも、地震動強さが卓越する周期は、堆積層の厚さなど個々の地盤条件に依存していることが分かります。

こうした敷地の固有性に加え、地震のタイプによっても建築物の揺れ方は変わってきます。たとえば、高さ200mの建築物モデルに、内陸直下地震を想定した設計用入力地震動を適用すると、地面の揺れ方と建物の揺れ方は似ており、揺れる時間も短時間です。しかし、同じモデルに南海地震を想定した設計用入力地震動を適用すると、地面の揺れに少し遅れて建物が大きく揺れはじめ、その揺れは長時間続きます。これが、長周期地震動を受けたときの超高層建築物の揺れ方の特徴と言えます[図6]。

## 「日建波」の活用と今後の展望

以上のように、地震の揺れは震源や地盤の条件によって変わり、しかも、その強さが卓越する周期帯では告示波より大きな揺れも想定されます[図5]。このような地震動特性の違いに対応して建築物の揺れ方も異なりますので、この違いを耐震安全性の検討に適切

## Differences in Motion Intensity by Region

Figure 5 shows how seismic ground motions differ by site as calculated by the Nikken Wave motion simulation system. Three areas where a severe earthquake is expected to strike are cited here: near Tokyo Station, near Osaka Station, and near Nagoya Station. The chart in figure 5 shows how dissimilar the graph shapes are for the three sites. The predominant period-lengths of ground motion are also different: 7-8 seconds near Tokyo Station, 5 seconds near Osaka Station, and 3 seconds near Nagoya Station.

Such specific features affect the shaking of the buildings built in each area. The shaking of a building also differs according to the type of earthquake. For instance, the impact on a 200-meter building model of an inland earthquake will be similar to the ground motion of the earth on which the building stands. The period of both the ground motion and the building shaking is short. However, in the event of a Nankai earthquake (a type of interplate earthquake) occurring offshore in the ocean south of Japan, the ground motion will be of the long-period motion type, in which case the ground motion will occur first and the swaying of the building will follow with a slight lag. The swaying will be strong and last a fairly long time. (See figure 6.)

に反映する必要があります。また、遠方で発生した地震による長周期地震動に対しても、家具・備品の転倒や移動の防止、あるいはエレベータを含む設備機器の機能維持など、新たな視点での対応策を整備する必要があるものと考えます。

「日建波」は新築のプロジェクトに適用するだけでなく、既存の超高層建築物に関する耐震安全性の確認や耐震改修業務に活用することも可能です。また、異なる条件の地震に対する建築物の性能を相対的に評価できるため、ひとつの企業が全国に保有する施設の改修計画における優先順位の決定にも役立てることができます。

さらに、海外のプロジェクトでの利用も期待できます。震源の特性は、米地質調査所などが公開している地震の情報を基に設定することが可能です。地盤条件については、公開されているデータは少ないと推察されますが、日本国内と同様の方法によって当該敷地の深部地盤を調査できれば、敷地固有の地盤モデルを確定することができます。

今後も「日建波」を用いたシミュレーションを有効に活用していきたいと考えています。

## Utilization of the Nikken Wave and Future Prospects

The shaking of the earth varies greatly depending on the location of the epicenter and the ground conditions of a given site; moreover, the shaking during the predominant period of ground motion may be greater than the official “Kokuji Wave” figures. These differences need to be reflected in considerations of structural safety.

The Nikken Wave system can be applied not only to new building projects but also in ascertaining the seismic safety of and needed earthquake-proof repair work for existing skyscrapers. Since the Nikken Wave system can also make a relative assessment of the performance of a building due to probable earthquakes, a corporation can utilize the system to help decide priorities in repair plans for all of its buildings throughout the country.

The Nikken Wave will also be helpful for overseas projects. Characteristics of specific seismic sources can be fed into the system on the basis of data made available by the United States Geological Survey and other organizations. Although data for ground conditions may not be available for some overseas projects, a site specific ground model can be developed by surveying the deep ground conditions of a given site according to Japanese standards.

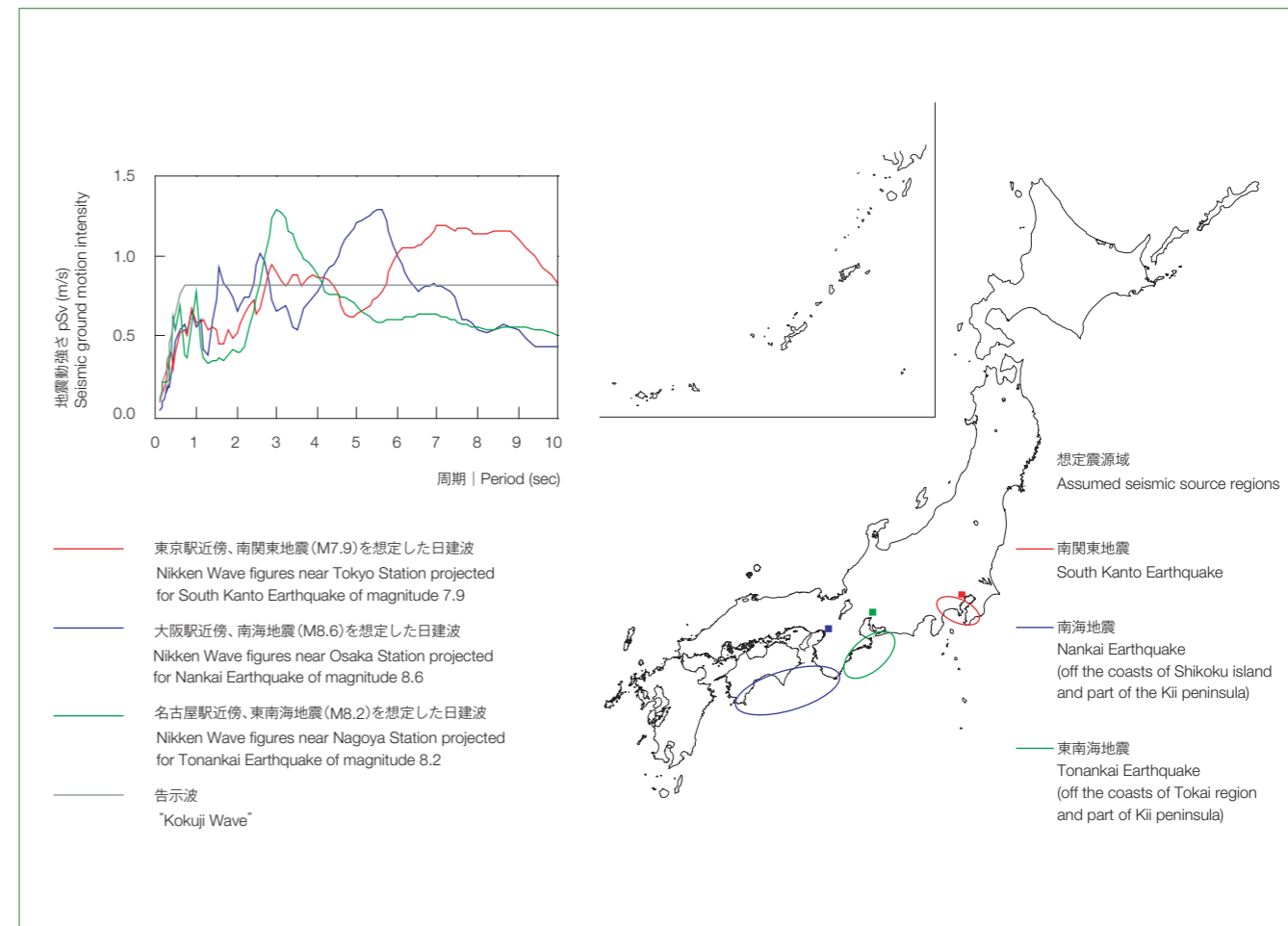


図5：地域による地震動強さの違い。 | 5: Differences in seismic ground motion by region.

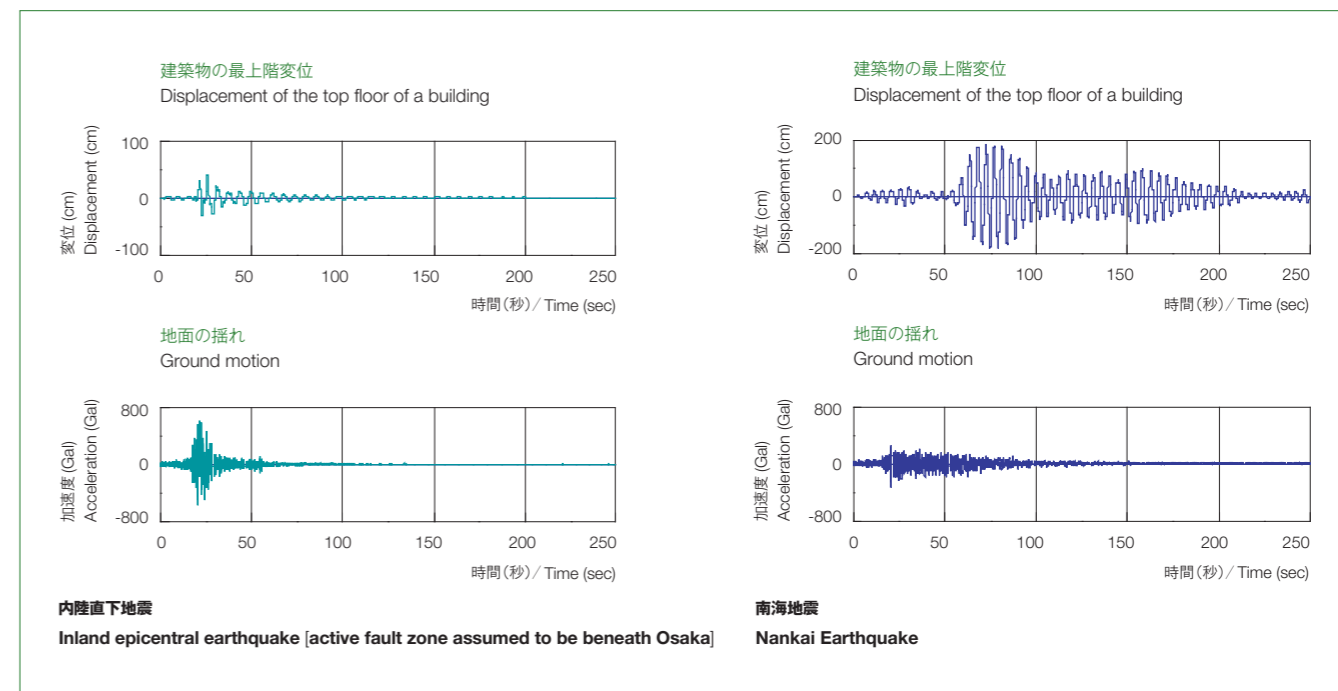
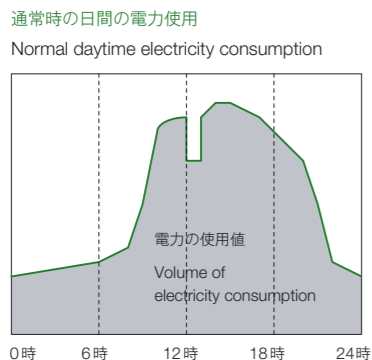


図6：大阪駅近傍における、内陸直下地震(M7クラス、左)と南海地震(右)を想定して作成した設計用入力地震動。高さ200m、固有周期4.5秒の建築物モデルに適用。

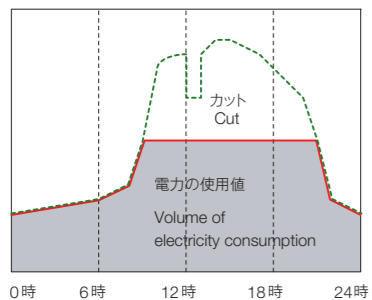
6: Simulated earthquake ground motion for a shallow inland earthquake of magnitude 7 near Osaka Station (left) and a Nankai earthquake (right), as applied to a 200-meter building model with a natural period of 4.5 seconds.

## 節電について Power Saving

日建設計 設備設計部門  
Nikken Sekkei M&E Engineering Department



ピークカット | Peak cut  
ピーク時の電力使用をカット  
Cut when electricity consumption reaches peak



ピークシフト | Peak-hour shift  
ピーク時の電力使用を夜間・早朝に移行  
Shift of peak-hour electricity consumption to night or early morning hours

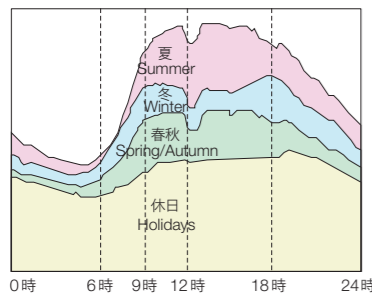
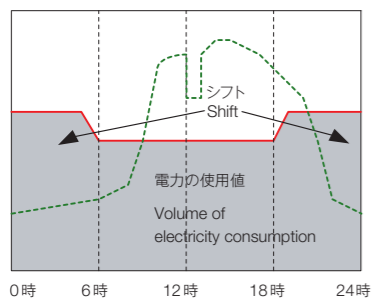


図1

1: 求められる節電の内容。

1: How to respond to the call for "Power-Saving."

### 計画停電への備えと、効果的な節電方法

今回の震災により首都圏等においては、電力供給能力が電力需要に対して大幅に不足するものとなりました。電力会社の供給容量が需要に対して少しでも不足すると、電力供給の安定性が崩れ、広域大停電を招く恐れもあります。この大停電はBCP(事業継続性)の観点からも、ぜひ避けたいところですが、発電量を短期間で安定した供給量に戻すことは難しく、広域大停電を防ぐために、計画停電あるいは大幅な節電を必要とする状況は長期化することが懸念されます。

#### 1: 今までに経験したことのない「計画停電」にどう備えるか

一般的な建物においては、計画停電のようなかたちの停電に対応していないことが多いのが実状です。一般的に「今まで想定していた停電」と、「今回の計画停電」の違いは表1のように考えられます。

このような違いから、計画停電に対する、建物設備の運用上留意すべき事項を、震災直後の計画停電開始予定の当日に建物管理者の皆さまへ向け、日建設計ホームページ上に公開しました[p.13参照]。(http://www.nikken.co.jp/ja/news/pdf/20110318\_00.pdf)

計画停電に対しては、蓄電池があっても長時間の停電には放電してしまう事態、発電機があっても長時間の軽負荷運転に問題があることや貯蔵燃料が不足するという事態、繰り返される停電に対して蓄電池の充電が間に合わない事態など、建物の安全性や最低限必要な機能が確保できるか注意しなければなりません。

実施された計画停電は市民生活への影響が多であったこと、

### Preparedness for Planned Power Outages and Effective Power-Saving

In the wake of the March 11 disaster in northeast Japan, damage to electric-power generation facilities led to major shortfalls in the capacity of the power supply companies to meet demand in the metropolitan and surrounding areas of the country. From the viewpoint of business continuity planning (BCP), it is hoped that wide-area blackouts will be avoided by all means, but since restoration of the previously generated volume of power will be difficult to achieve in the short term, either planned outages or a considerable reduction in power use over a fairly long period of time are believed to be necessary.

#### 1: Preparing for Unprecedented "Planned Outages"

While buildings are equipped to deal with various kinds of anticipated outages, loss of electric power in the form of the "planned outages" announced since the March 11 disaster are something completely new. The differences can be outlined as shown in Table 1. Because of the various differences, Nikken Sekkei has created a website listing cautions pertaining to management of building facilities in the case of planned outages at [http://www.nikken.co.jp/ja/news/pdf/20110318\\_00.pdf](http://www.nikken.co.jp/ja/news/pdf/20110318_00.pdf) (see p.13).

火力発電所復旧などで電力供給力が回復してきたことなどから、広域大停電を避ける緊急事態時以外では、計画停電は見送ることとされ、その代わりに大幅な節電が求められることとなりました。しかし計画停電は完全になくなったわけではないため、今後も状況を見守る必要があります。

#### 2: 求められる「節電」の内容

これから夏へ向けて本格化する「節電」は、昨今の省エネルギー対応やCO<sub>2</sub>排出量削減への対応とは若干異なります。年間で使用する電力量を削減するため、残業時間帯で人が少ない時は使用量を減らす、コピー機などの待機電力を減らすというような策は今回の

状況には直接的な効果を発揮しません。電力量(使用電力×使用時間=ワットアワー)を減らすのではなく、平日の昼間に使用する電力(ワット)そのものを減らすことが「節電」に求められます。

「節電」は、社会的に使用される電力が大きくなる時間帯において、発電電力の最大供給力を下回るように電力使用の削減を行うことです。ピークカット(電力デマンド・カット)やピークシフト(輪番作業や夜間業務+在宅勤務などを含む)といった方法が求められます[図1]。夏場の節電には平日の昼間の対応が必要となります。建物では、そう簡単に冷房を切れませんが、冷房を弱めることで節電になります。また、自然採光によって照明電力を削減することはかなり有力な方法です。自然採光のような自然の恵みを活かす方策はBCPにもつながります。

	今まで想定していた「停電」 Heretofore anticipated power outages	「計画停電」 "Planned power outage"	
	火災時や事故時 Fire or accident	保守時や改修時 Maintenance or repairs	
<b>対応時間</b> <b>Operable times</b>	避難用設備の数十分間や、消火設備運転の1時間程度の対応。 Emergency equipment operable for 20-30 minutes and fire-extinguishing equipment for about 1 hour.	建物の全館休館日など負荷のない時に、1日程度と長時間になるが停電を行う。 Electricity is turned off for as long as one day when electricity load is low, such as when building is closed.	平日の建物使用時で、電力を必要とする時に、3時間程度と長い。 Rather long or approx. three-hour outage during weekday when building is in use and electricity is needed.
<b>頻度</b> <b>Frequency</b>	非常に稀で、年に1回も起きない停電。 続けて起こることはもっと稀なこと。 Very rare electricity outages, less than once a year; chances of repeated outages even lower.	年に1回程度。続けて実施することはない。 About once a year; not implemented more than once at a time.	毎日実施される可能性がある。 1日の間に2度停電することもあり得る。 May occur daily; possibility of two blackout periods per day.

表1: 想定していた停電と計画停電の比較。 | Table 1: Comparison of anticipated and planned power outages.

Even when a building has battery-powered backup equipment, the batteries may discharge completely under extended use. In-house power generating equipment may not be designed to operate for extended periods and fuel on hand may run short. In the case of repeated outages, there may not be enough time to completely recharge batteries. These are some of the issues that have to be kept in mind in order to assure safety and minimum required functions.

Partly because the planned outages that were carried out had a tremendous impact on people's lives and partly because the power companies managed to partially restore the power supply by mobilizing its petroleum-fueled generators, further planned outages have been canceled for the time being. Instead, businesses and private citizens are being called upon to cut down on their use of power as much as possible. The possibility remains, however, that planned outages may still be scheduled.

#### 2: How to Respond to the Call for "Power-Saving."

The power-saving needed to cope with the electricity supply crisis the power companies are facing since the March 11 disaster is rather different from that aimed at energy conservation and reduction of CO<sub>2</sub> emissions. Cutting down on power use after regular work hours, reducing standby

power-use (for copy machines, etc.) and other measures that help reduce annual power consumption are not very effective in coping with the present crisis. Rather than reducing the volume of electricity used annually (amount of power used x number of hours = watt hours), what is required in the current situation is reduction of the wattage used during weekday, daytime hours.

In other words, electricity use must be reduced to less than the greatest amount of electricity that is being generated during the time periods when electricity consumption is greatest. The peak cut (cutting demand during peak hours) and peak shift (including operations rotation, night shifts, and working at home) methods of power-saving must be utilized (figure 1). During the summer months, power reduction efforts will be especially crucial in the daytime on weekdays. Air conditioning of buildings cannot be turned off completely, but the thermostat can be set higher than in past summers. Using as much natural light as possible is an effective means of cutting down on illumination energy consumption. Making the most of natural resources such as light is an important element of good business continuity planning.

## 節電について——非常時の社会実験から学ぶ照明設計

震災による電力供給不足のため、私たちは生活スタイルを見直さなければならなくなりました。寒さがやわらぎ暖房が不要となった最近では落ち着いてきましたが、これから冷房が必要な季節になると例年どおりの生活はできなくなると予測できます。電力供給不足は発電所の被災が直接的な原因ですが、需要者である私たちがエネルギー頼りの生活をしてきたことにも問題があったのかもしれない。低炭素社会に向けて消費エネルギーの削減努力をしている途上ではありましたが、特に光環境の分野においては、もっと思い切った削減が可能だったようです。

現在、JISで定められたオフィスの推奨照度は750lx(ルクス)です。CIE/ISO基準は500lxですので、750lxは世界的に見ても稀な高い数値で、日本の照度設定値は高すぎるとの批判があります。その結果、一般的に建物内で消費されるエネルギーのうち照明が占める割合は約20%にもなり、照明エネルギーの削減は建物全体への影響が高いと見なされ低炭素社会へ向けての重要なターゲット

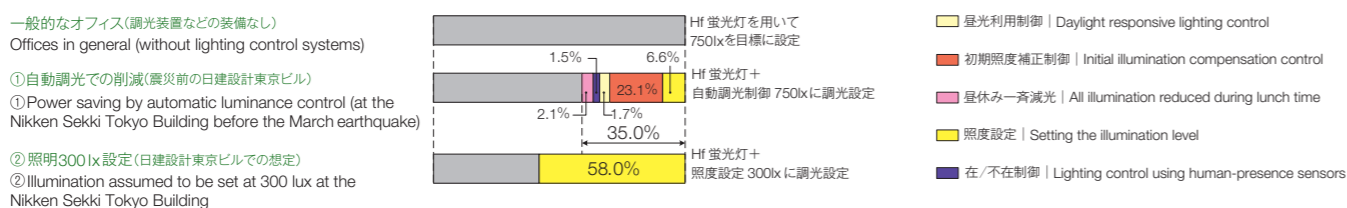


図2: 日建設計東京ビルに事務室照明における消費エネルギー削減効果。 | 2: Energy Consumption Reduction Effect of Illumination of the Offices of Nikken Sekkei's Tokyo Building.

## Power Saving: Learning from the Social Experiment of an Emergency

The power supply shortage caused by the March earthquake has forced us to rethink our lifestyles. With the coming of spring, there has been less demand for heat, easing our concerns about a power shortage. When Japan's hot summer begins, however, we will not be able to cool ourselves down with air conditioning as freely as in past summers. Damage to power plants is the immediate reason for the shortage of electricity, but part of the problem may be users' heavy consumption of power. Now, in addition to reducing energy consumption as we aim for a sustainable low-carbon society, we need to use power for illumination less lavishly.

The Japanese Industrial Standards (JIS)-recommended illumination intensity is 750 lux, a very high figure compared with the 500 lux called for in international CIE-ISO lighting standards. Electricity accounts for approximately 20 percent of all energy consumed in buildings, so cutting down on illumination energy has been an important target of designs for the low-carbon society.

Figure 2 shows illumination energy reduction for the Nikken Sekkei Tokyo Building as an example. Even before the

とされています。削減試算の一例として、日建設計東京ビルにおいて①設定照度750lxでの自動調光設備による実運用の結果、②仮に天井照明による照度を300lxに削減させた場合、各々の照明エネルギーの削減効果を図2に示します。自動調光機能を用いて約35%の削減効果があったことが確認できますが、照度を300lx設定とした場合には、より高い約58%の削減効果が見込めることになります。

このように低照度設定は削減理論的には効果が高いものであることは広く理解されているのですが、実際には、推奨基準を下回ることや室内の照度が不均一となるリスクを回避して、室内全体が推奨照度を満たすように設計されているのが現状です。

現在、日建グループでも節電に取り組んでおり[p.20-21参照]、日建設計東京ビルでは、節電効果の大きい照明用電力の削減に向けて執務室を実測照度300lxに減光して、窓際も消灯しています。各種の節電により26%の電力削減ができました[図3]。緊急事態のことではありますが、懸念された大きな拒否反応は出ていないようです。パソコン中心の業務になった現代、高照度は不要と言われてい

March 11 earthquake, the building's automatic luminance control system had made possible a 35 percent decrease in illumination energy. When the illumination intensity is reset at 300 lux, as shown here, a much higher reduction rate of approximately 58 percent can be achieved. Currently, the intensity of the lights in Nikken Sekkei's offices is reduced to 300 lux and window-side lights turned off, cutting down on electricity use by 26percent (figure 3). There seems to be no apparent problem as far as the employees and staff are concerned.

Turning off lights and reducing illumination alone, however, cannot resolve the situation. If overall illumination is thus lowered, some ingenuity may be needed in maintaining a sense of adequate brightness or providing more intense light where needed. The shorter the distance from a source of light to the subject illuminated the more effective the electricity saving. For those who are reading documents and other texts as the main part of their office work, "task lights" can be used to shorten illumination distance. Conventional designs, which aimed at providing uniform illumination strength for every part of a room, clearly need to be reconsidered. Efforts should be made to opt for adequate light where it is really needed.

The call to turn off lights and save electricity in the wake of the earthquake has made people more aware of the light

ましたが、まさにその通りの結果と受け止めています。

とはいえ、設計においては、エネルギーの削減を目的としても、消灯や減光さえすれば良いというものではありません。低照度に設定をするのであれば、明るさ感などに配慮して居住者満足度を高める工夫が必要とされています。また、机上で書類などを読む執務形態の場合には、照度を高めると文字なども見やすくなるため、やはり作業面には高照度が必要とされます。この場合には、タスクライトを用いて照射距離を短くすれば<sup>[※]</sup>、作業面照度を高く設定しても全体的な消費エネルギーの削減は可能となります。

つまり、天井照明により室内のどの部分でも均一に推奨照度を確保しようとしていた設計に改善点を求めるべきで、「必要などころに必要な光を効率よく」を心がければ、消費エネルギーの思い切った削減が可能となるのです。

電力供給不足が解消され節電義務が不要となつてからも、各施設で行われている消灯や減光が、継続するとは限りません。元に戻ってしまうかもしれません。一方で、今回の節電に伴う消灯で、あらためて陰影を歓迎する意識が高まりつつあります。現在の低照度化は、図らずも行われている社会実験であるとも言えそうです。そして、この結果、基準だけに頼った設計から、本当に価値のある設計が求められる世の中となる可能性があります。

執務室照度300lx運用を体感できたことは私たちにとって貴重な体験です。この経験を、低炭素化に向けた設計に活かしていくべきと考えています。

※——照度は光源から照射面への距離の2乗に反比例する。

they really need. Quite unexpectedly we are conducting a kind of social experiment in finding ways to decrease our use of light, and it is one that may help shift architectural design away from heavy reliance on standards and toward greater focus on qualities we really value.

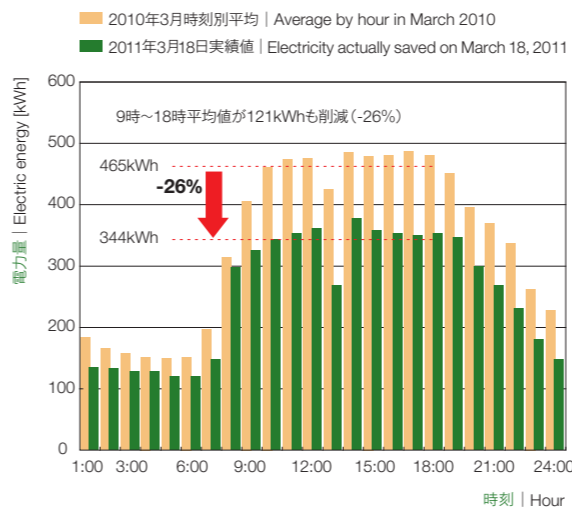


図3: 日建設計東京ビルの節電状況実測(事務室内を300lxに減光などの措置により対前年26%削減)。 | 3: Electricity saving at the Nikken Sekkei Tokyo Building.

## HPでお知らせしている「計画停電の実施に伴う留意事項」

Nikken Sekkei Website  
"Cautions for Dealing with Planned Power Outages"  
[http://www.nikken.co.jp/ja/news/pdf/20110318\_00.pdf]

### 危険な状態が懸念されるもの

東京消防庁に『計画停電に伴う火災予防対策等について』が記載されていますので、併せてご確認ください。

(東京消防庁 http://www.tfd.metro.tokyo.jp/j0311/07.html)

### 非常用発電設備をお持ちでないお客様へ

蓄電池によりバックアップされている以下の防災設備機器は、停電後に起動または継続動作します。一定時間後は放電を完了して、防災設備が機能しない状態となります。また再充電には長時間を要しますので併せて留意が必要です。

- 非常照明設備(30分間)
- 誘導灯設備(20分間)
- 自動火災報知設備(60分間)
- 非常放送設備(10分間)

( )内は法定作動時間を示します。

### 非常用発電設備をお持ちのお客様へ

停電と共に非常用発電設備が起動し、施設によってあらかじめ決められた負荷に供給されます。起動後は、手動にて停止しない限り、発電機負荷の稼働状態に関わらず、燃料を消費し続けます。防災用設備の必要燃料保有量を確保した運用として下さい。

また、備蓄量が少なくなると警報(軽故障)が発報します。さらに少なくなると警報(重故障)が発報し、自動的に発電機は停止します。この場合、上記「非常用発電設備をお持ちでないお客様」と同様の状態となりますので、ご注意ください。

また燃料の補給により継続運転が可能な発電機は長時間型に限られますので、製造者にご確認をお願いします。

### エレベータをお持ちのお客様へ

閉じ込め防止のため、計画停電前にあらかじめ使用を中止して下さい。

### ガス機器をお持ちのお客様へ

厨房機器、給湯機器、暖房機器は、換気設備が作動しない場合は、不完全燃焼のおそれがあるため、ご使用を控えて下さい。

### 機器の故障が懸念されるもの

#### 熱源設備をお持ちのお客様へ

中央熱源設備(ボイラー、冷凍機)は停電により、急に停止すると故障の原因になる場合があります。停電前に事前に熱源設備を停止することをご検討下さい。

### 管理上の問題が懸念されるもの

#### 地下に排水ポンプをお持ちのお客様へ

雨水排水ポンプは停電時には動きません。降雨時に地下ピット等に溜まった水が排出されず、マンホールから溢れる可能性があります。直接放流ができる切替バルブをお持ちのお客様は切替をご検討下さい。

汚水雑排水ポンプは停電時には動きません。排水槽から溢れる可能性がありますので節水に努めて下さい。

#### 直結増圧式・加圧式給水設備をお持ちのお客様へ

停電によりポンプが停止するため、断水になります。

#### 高置水槽式給水設備をお持ちのお客様へ

高置水槽には停電中に水が補給されませんので、節水に努めて下さい。

●これに関する留意事項については、電力会社、ガス会社などのホームページに随時掲載されておりますので、最新情報をご確認下さい。

The Nikken Sekkei website is available in Japanese only. The main contents are cautions about dangers to watch out for regarding emergency-use power-generation equipment, elevators, and gas-fueled devices, and reminders about possible damage to equipment that can occur in the case of sudden power outages. We urge building supervisors to take this occasion to remind their personnel to review equipment manuals with regard to power-supply related risks and raise awareness of the impact of power outages on pumping and other facilities.

## 地盤液状化現象について The Soil Liquefaction Phenomenon

日建設計シビル  
Nikken Sekkei Civil Engineering Ltd.

### 阪神・淡路大震災からの知見

ここでは、比較的情報が得られている地盤の液状化現象について解説します。

わが国で地盤の液状化対策の必要性が認識されたのは、1964年新潟地震でした。さらに31年後の1995年阪神・淡路大震災を経て、現在では、地盤の液状化に関して次の知見を得ています。

1: 液状化する可能性のある埋め立て材料が事前に判別できるようになった。

2: 液状化に対する地盤改良の有効性が実証された。

これらの知見は、今回の大震災においても活かされています。

#### 1: 埋め立て材料

阪神・淡路大震災以前から、砂質地盤は液状化しやすく、粘土質

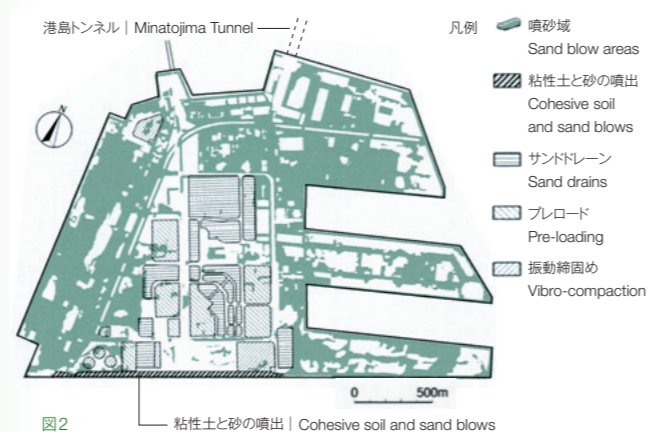


図2 粘性土と砂の噴出 | Cohesive soil and sand blows



図1

1: 阪神・淡路大震災時、ポートライナー橋脚周りの沈下。ポートライナー基礎周辺の地盤が沈下、地震直後は砂混じりの地下水が地表に噴出、道路を河川のように流れ、同時に地盤が40cm沈下した。(1995年1月撮影)

1: Subsidence at the base of a pier supporting the Port Island Liner ("Port Liner") rail trestle. Immediately after the Kobe earthquake, groundwater mixed with sand gushed up through the ground surface and flowed along the road like a river; the ground simultaneously sank 40 centimeters. (Photo taken January 1995)

地盤は液状化しにくいことが判明していました。阪神・淡路大震災では、ポートアイランドと六甲アイランドの埋め立て土の違いにより、被害状況が異なることも分かりました[図1-3]。

具体的には、ポートアイランドの埋め立てにはマサ土(風化花崗岩)、六甲アイランドには泥岩や凝灰岩(神戸層群)が使われており、結果、ポートアイランド[図2]では広範囲に液状化し、10-40cm沈下しました。これに対して、六甲アイランド[図3]では目立った液状化は発生せず、中央部では平均10cmの沈下でしたが、その外周部はマサ土が使われており液状化しました[図4]。

#### 2: 地盤改良

図2では、ポートアイランドで地盤改良された中央部は、ほとんど液状化していないことも示しています。沈下促進を目的としたサンドドレーン工法でも、施工中の振動・締め固めにより液状化の低減に効

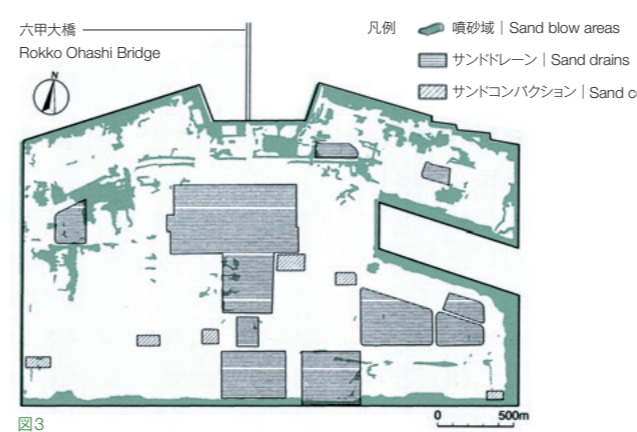


図3

#### 1: Land Reclamation Material

Even before the Kobe earthquake, the fact that liquefaction occurs in soil-fill foundations but not in clay-fill foundations was well known. At the time of the Kobe earthquake, two artificial islands, Kobe's Port Island and Rokko Island, clearly differed in terms of the damage they suffered depending on the type of fill with which they had been reclaimed (figures 1 to 3).

To be more specific, Port Island, where there were widespread sinkages of 10 to 40 centimeters, had been created using decomposed granite soil. Rokko Island, where no conspicuous liquefaction occurred, had been built using landfill clay-rich rock and tuff (volcanic ash; figure 3). The central part of Rokko Island, where the base material was decomposed granite soil, did sink an average of 10 centimeters and the soil had liquefied (figure 4).

#### 2: Ground Improvement

Figure 2 shows how the central part of Port Island, which had undergone ground improvement, had relatively little liquefaction. This success demonstrates that despite the use of decomposed granite soil, if the ground is improved then liquefaction can effectively be avoided.

果がありました。すなわち、液状化する地盤に適切な地盤改良を施せば、これを効果的に回避できることが実証されました。

### 東日本大震災における地盤の液状化

現在、千葉県浦安、東京都木場をはじめ、地盤改良を施していない埋立地において、広範囲に液状化が発生したことが確認されています。この液状化により、都市機能に被害が生じました[次頁図5]。ライフラインに関しては、上下水が液状化により機能なくなり、市民の日常生活に影響が生じました。

そもそも地盤の液状化は、地震動により砂粒のかみ合いが切れ、砂粒が水中に浮いた状態になることにより生じます[次頁図6]。この結果、砂が支えていた荷重が地下水に圧力(間隙水圧)として加わるため、地盤の割れ目から泥水が地上に噴出するのです。こ

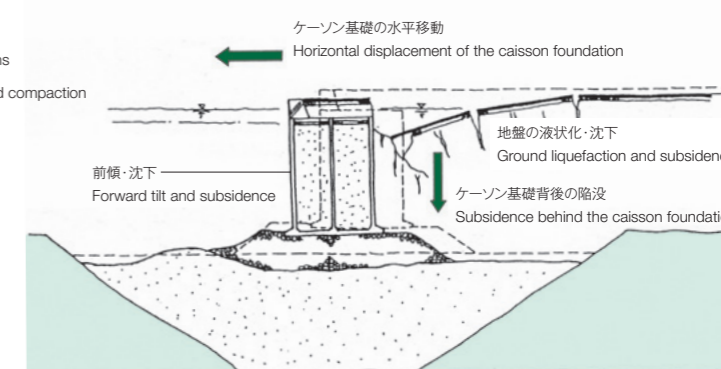


図4

2: ポートアイランドI期の液状化範囲と地盤改良の範囲。| 3: 六甲アイランドの液状化分布と地盤改良の範囲。| 4: 六甲アイランドの護岸移動。底面の置換砂の液状化により支持力が失われ、また、背後地盤の液状化による土圧の増加により護岸が大きく変位した。それに伴い背後地盤も大きく変位し、重要な港湾機能が長期にわたって麻痺する結果となった。

2: Map of liquefaction and ground improvement areas in the Phase I construction (1966-1981) area of Port Island. | 3: Distribution of liquefaction sites on Rokko Island and ground improvement areas. | 4: Embankment shift on Rokko Island. The embankment lost support due to liquefaction of the replacement sand beneath it. That loss of support, together with the increase in earth pressure resulting from liquefaction of the earth behind the embankment, caused a major displacement. The movement of embankment, in turn, led to further displacement of the ground behind it, paralyzing important functions at the port over a long period.

[出典]1-4:『耐震設計の技術—阪神大震災に学ぶ NIKKEN SEKKEI Report 1996.12』

1-4 | Source: *Anti-seismic Design and Technology: Lessons from the Kobe Earthquake. Nikken Sekkei Report*, Dec. 1996 (in Japanese).



の現象を噴砂現象といい、噴砂に伴い地盤が沈下します。

### 地盤改良による液状化対策

液状化対策としての地盤改良は、その工法原理から締固め工法、過剰間隙水圧抑制工法、固化工法に分類されます。締固め工法の代表であるサンドコンパクションパイルは地盤中に振動と圧入により砂杭を造成し、密度の増大により液状化に対する抵抗力を増加させる工法です[図7]。過剰間隙水圧抑制工法に含まれるグラベルドレーンは、透水性の高い礫材の柱を地盤中に造成し、地震

時に発生する水圧の上昇を抑え、液状化の発生を抑制する工法です。また固化工法は、セメントなどの安定剤を用いて地盤を固化させることにより、液状化に対する抵抗力を増大させる技術です。

このように地盤改良により液状化しない地盤を構築することで、杭構造、免震構造やパイルド・ラフト基礎などの構造設計がさらに有効なものとなります。

東日本大震災により大きな被害を受けた宮城県石巻市で、石巻赤十字病院は、最前線の拠点病院として必要機能を保持しています。



5: 東日本大震災による液状化被害。液状化により泥水が噴出、地盤沈下に伴い交番が傾斜した。| 6: 液状化現象のメカニズム。

5: Liquefaction-induced damage. Muddy water from liquefaction spouted out when the ground sank. This koban police box ended up on a tilt.

6: The liquefaction mechanism.

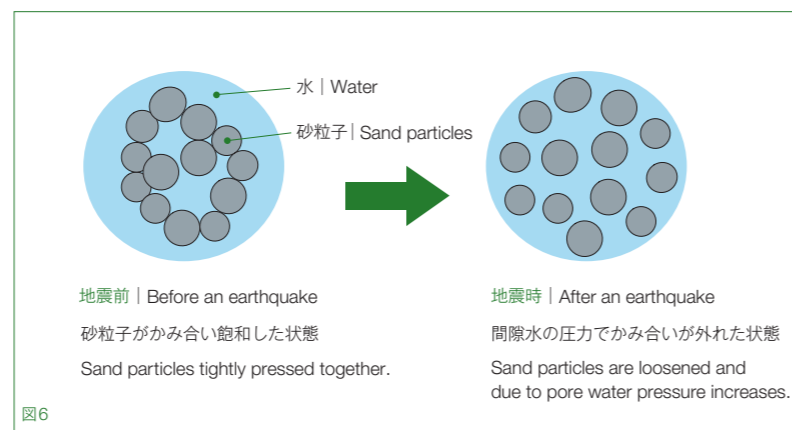


図6

### Liquefaction Following the Tohoku Earthquake

In Urayasu (Chiba pref.) and Kiba (Tokyo), soil liquefaction occurred as a result of the Great East Japan Earthquake (Tohoku earthquake) in areas where no ground improvement had been done. The liquefaction disrupted some urban functions (figure 5), and the water supply and sewer systems ceased to work, affecting the daily lives of many people in the city.

Soil liquefaction occurs when the contact forces between sand particles are reduced by the earth's shaking, causing these particles to be buoyant (figure 6). The load that had been supported by the sand exerts pressure on the groundwater (pore water pressure) instead. As a result muddy water spurts up through cracks in the ground surface. The sinkages that occur in conjunction with this phenomenon are called "sand boils" or "sand blows."

### Mitigation of Liquefaction through Ground Improvement

One method of ground improvement that mitigates the effects of liquefaction is to bring about the prior release of pore water pressure. This strategy limits the increase in pore water pressure that would otherwise result in sand eruption and ground subsidence (figure 7). Another effective approach is through a

combination of a seismic isolation structure, ground improvement, and a piled-raft foundation. The effectiveness of this method was demonstrated by the Ishinomaki Red Cross Hospital, which has maintained its functions and has served as the focal hospital on the front lines of the disaster (figure 8). The hospital is located in the city of Ishinomaki (Miyagi prefecture), which suffered massive damage due to the Tohoku earthquake.

In designing the foundations of the Red Cross Hospital, Nikken Sekkei and Nikken Sekkei Civil Engineering collaborated to secure both safety and economic efficiency by combining a seismic isolation structure with ground improvement techniques (based on know-how accumulated since the Kobe quake) and the new piled-raft foundation system. As shown in figure 8, the piles used in the piled-raft system are shorter than usual and do not reach the underground bedrock. Instead of the conventional method of transferring the weight of a building to the support layer (the bedrock) using foundation piles alone, both piles and improved ground surrounding them work together to support the foundations of the building. This combination approach was proven very effective in the recent Tohoku earthquake.

The heroic efforts of all those currently working in medical and other relief activities in Ishinomaki and elsewhere merit our deepest support and respect.

この病院の基礎では、日建設計と日建設計シビルが連携し、免震構造と地盤改良とパイルド・ラフト基礎を組み合わせ、安全性と経済性が両立する設計を目指しました。パイルド・ラフト基礎とは、地下深くにある地盤支持層まで杭を届けない、通常より短い杭基礎形式です[図8]。ここでは、建築物の重量を杭のみで地盤支持層に伝える従来の方式に代わって、杭と地盤改良された周辺地盤が一体となって建築物を支持する基礎構造としました。

これまで蓄積した地盤改良技術と、免震構造、パイルド・ラフト基礎という新発想の組み合わせにより大地震時でもその機能を保持することが、今回、図らずも立証されたと言えるかもしれません。

東日本大震災では、津波による被害が甚大でした。日建設計シビルでは、これまで関わったプロジェクトに対して津波の影響を調査し、今後の設計に反映させる予定です。また内陸部でも地盤や構造物に大きな被害が出ているため、地盤、鉄道、港湾などの被害調査を進めています。日建設計シビルは、社会基盤の計画と設計に携わるコンサルタントとして、今後の復旧、復興に全力で取り組んでいきます。

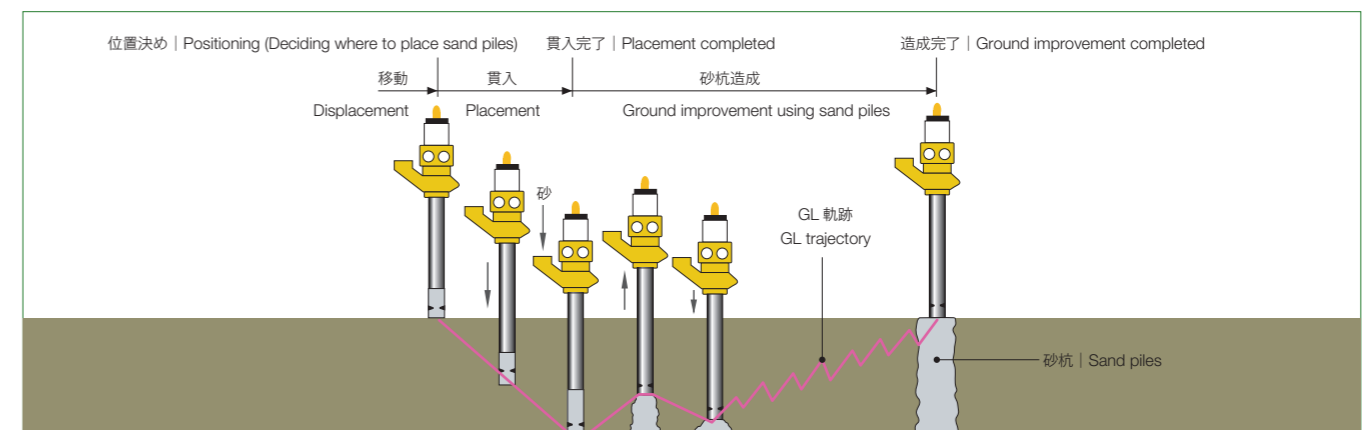


図7: 地盤改良の対策例(砂杭による締固め)。地盤に砂の杭を造成することで地盤の密度を増大し、液状化抵抗力を強める。

7: An example of ground improvement by strengthening of the ground with sand piles.

Sand piles driven into the ground release pore water pressure, thus preventing liquefaction.

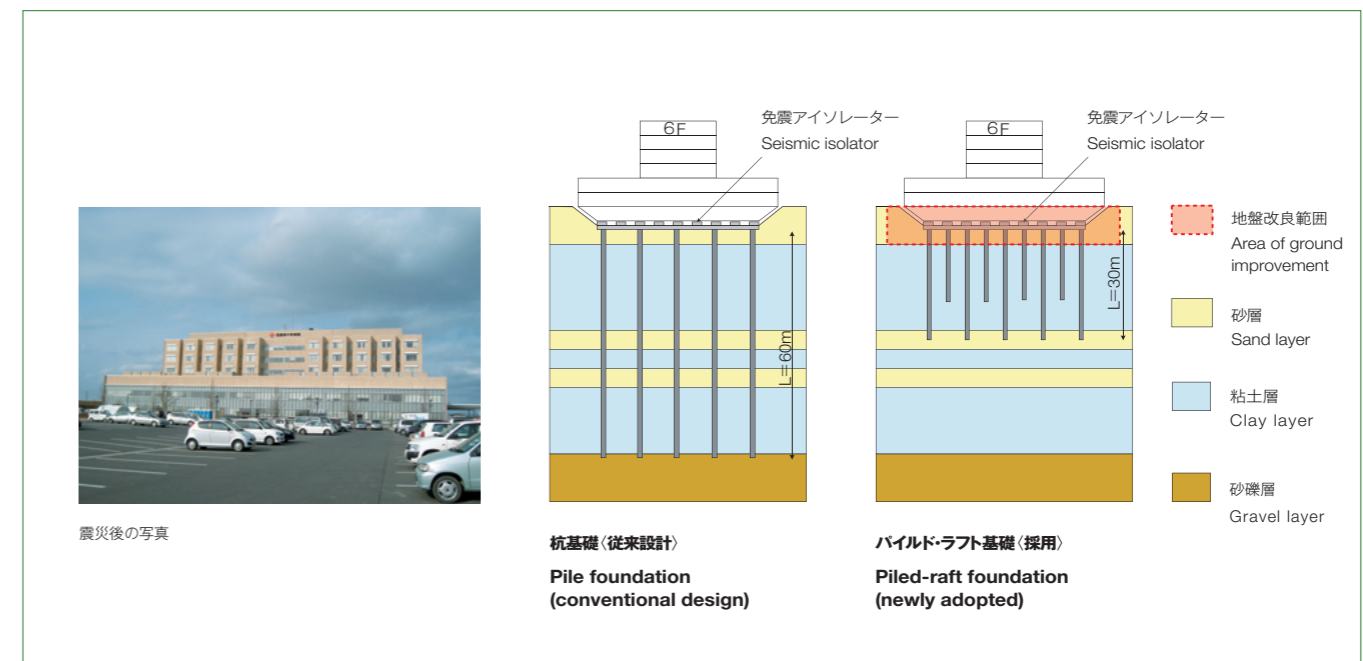


図8: 石巻赤十字病院。震災直後から病院の必要機能を保持している。/ 杭基礎とパイルド・ラフト基礎概要図。パイルド・ラフト基礎(右)では、建屋の荷重は杭により周辺地盤に分散される。ここでは地盤改良により周辺地盤を改良している。

8: Ishinomaki Red Cross Hospital has continued normal functioning even after the earthquake. Pile foundations and piled-raft foundation. In the case of piled raft foundations, the piles disperse the weight of a building over the surrounding ground. For the hospital's foundations, the surrounding ground itself was improved.

## 今回の地震被害から見える 一般的建物の耐震性

### How Buildings Stand Up to Earthquakes: Testimony from the March Earthquake

日建設計 震災対策本部 調査チーム  
Nikken Sekkei Disaster Support  
Headquarters Survey Team



1: 一般的な建物被害。仙台市内で見られた雑壁せん断亀裂が生じた建物。| 2: 一般的な建物被害。天井等の落下(上階部)。| 3: 一般的な建物被害。ガラスの破損。

1: General building damage. A building with diagonal cracks in a non-structural wall (Sendai)  
2: General building damage. Ceiling parts have fallen out. (upper-floor room). | 3: General building damage. Broken window glass.

#### 地震動の大きさの特徴

—

気象庁の発表によると、東北地方太平洋沖地震では、東北地方の太平洋側を中心に、震度6弱以上の強震地域が広範囲にわたりました。

これらの強震地域で記録された地震観測記録を見ると、新耐震設計法で考慮している二次設計の目標(震度6弱-6強相当の地震力に対して、人命保護を目的として建物に損傷は生じても倒壊はしない)程度の地域が多々ある状況でした。また、津波による被害は甚大かつ広範囲なもので、研究者・技術者の予想をはるかに超えたレベルでした。

今回の地震による、津波以外の被害から見える、一般的な建物の耐震性について考察します。

#### 仙台地域および

#### その他の強震地域(岩手、福島、郡山、宇都宮、茨城県等)の状況

—

大地震発生直後から個別プロジェクトの調査を進めていましたが、震度6弱-6強の強震地域であった仙台市中心部全体の調査(地震から約2週間後)に入ると、1995年の兵庫県南部地震による神戸市中心部の被災状況とは大きく異なり、タイル落下・ひび割れ等による被害はあるものの、柱・壁に大きな斜めひび割れが生じてコンクリートが一部落ちる、いわゆる「せん断亀裂」を起こしたり、倒壊したりした建物は、比較的少ないのが印象的でした。

これらはあくまでも外観目視であるため、仕上げ材で隠れてしまっている躯体の被害がどの程度であったかは判断できませんが、

According to the Japan Meteorological Agency (JMA), the powerful tremors that shook the Pacific coast of the northeastern region measured a weak 6 and above on the JMA seismic scale. The JMA scale runs from 0 to 7, with 7 being the strongest and describes “the degree of shaking” (*shindo*) at a point on the Earth’s surface. Most areas in that region were shaken on a scale which could cause poorly designed buildings to collapse. However, the New Anti-Seismic Design Code (1981) stipulates guidelines on “secondary seismic design.” In order to protect human lives, “secondary design” is aimed at designing structures that, even if partially damaged, will not collapse in the event of a weak 6 to strong 6 earthquake.

The tsunami damage is quite serious and extensive and the tsunami level was far beyond the expectations of engineers and researchers. However in this report, we will examine the performance of earthquake resistant buildings during this powerful earthquake.

#### Building Damage in Hardest Hit Areas

—

About two weeks after the earthquake, Nikken Sekkei survey team entered the central part of the city of Sendai that had been shaken by tremors measuring a weak 6 to a strong 6 in intensity. What we saw there was quite unlike the damage seen in the city

建物の外装材のゆがみや脱落等の被害が多々ある状態ではないため、地震記録の割には、外観上は建物構造体の被害が少なく感じられました。

これは仙台市特有の事情、つまり仙台市内は過去に大きな地震経験が数回あって、1981年の新耐震設計基準が施行される以前のいわゆる「旧基準」の耐震上問題ある建物はすでに取り壊された結果として、新耐震基準に沿った建物か、耐震補強されて耐震的に優良な建物が多いためではないかとも考えられます。

上記をふまえて、さらにその他の強震地域における一般の建物被害を詳しく見ていくと、1981年の新耐震設計基準で設計された建物における構造体の大きな被害は少ない一方で、1981年以前の旧基準で設計された建物では、構造体に大きな被害が現れているものがありました。この点で、現・新耐震設計法採用以降は、構造体としては耐震目標を満たしていたと考えられます。

日建設計が設計させていただいた建物では、旧基準で設計した建物のごく一部を除き、構造的に大きな損傷を受けた建物はありませんでした。また、免震建物においては、石巻赤十字病院のように激震地域においても地震直後もその機能を維持することができ、免震構造による耐震性能の全般的な高さをあらためて認識させられるものでした。

#### 二次部材等の被害と今後の課題

—

一方、特に強震地域で被災した建物全般として、二次部材等(非構造部材、設備機器、仕上げ材等)の被害が目立ちました。具体的には、内装の被害・ガラスの破損・エキスパンションジョイントの被害・間仕切り

of Kobe after the 1995 Kobe earthquake. We were impressed by the fact that, although there were cases of fallen tile, shear cracks, crumbling masonry, and other minor damage, relatively few buildings had toppled or collapsed. Judging from the cases of exterior damage we saw, we concluded that instances of serious structural damage were minimal.

One possible reason for the buildings’ stability is that Sendai has been hit several times in the past by major earthquakes. Buildings designed under the old anti-seismic design code that had been deemed dangerous had already been demolished. When the March 2011 earthquake occurred, most buildings had been built in line with the new code or had been recently reinforced.

A closer look at the damage to buildings not only in Sendai but other areas that experienced strong seismic intensities reveals that few of those designed according to the new design code of 1981 sustained serious structural damage. In this sense, the New Anti-Seismic Design Code has fulfilled its objectives.

Of the buildings designed by Nikken Sekkei, none — except a few designed under the old code — sustained any major structural damage. The seismic isolation buildings, like the Ishinomaki Red Cross Hospital designed by Nikken Sekkei, continued to perform their functions even in the hardest hit

壁のクラック・天井材の落下・設備機器の脱落・屋上工作物の破損などです。特に、屋上工作物や設備機器については、その被害状況から、屋上などの外部に突出した部分において大きな水平加速度が生じたものと推測されます。

日建設計では二次部材等についても、かねてより、公的な設計指針に加え、より耐震性を高めた設計仕様を独自に規定していました。

今後は、建物における、構造体・非構造部材・設備機器等の各耐震性能レベルを合わせた、建物全体としての総合的な耐震性をいかに整合させていくかが、これまで以上に重要な課題になると考えられています。

areas, demonstrating anew the excellent earthquake-proof performance of seismic isolation structure.

#### Non-structural Damage and New Challenges

—

On the other hand, among buildings in general in the most severely shaken areas, we frequently observed damage to nonstructural building components, such as interior finishing, glass, expansion joints, partition walls, ceilings, equipment, and rooftop structures. Regarding rooftop structures and equipment, in particular, it can be presumed from the observed damage that very high horizontal acceleration occurred at rooftop level.

In designing even non-structural elements, Nikken Sekkei has long been using, in addition to official design guidelines, its own original specifications for enhancing seismic performance.

It will be increasingly important to secure comprehensive earthquake resistance for an entire building by adjusting seismic performance levels for all structural and non-structural elements as well as machinery and equipment.

## 震災への取り組み Nikken Disaster Measures

### 1— 震災対策本部の設置・活動

日建グループでは地震直後より震災対策本部を設置いたしました。弊社役職員の安否確認につきましては、翌日までに全員の無事を確認しました。弊社施設については被害が無く、通常通りの業務活動を続けられている状態です。被害を受けた建物につきましては、弊社が担当させていただいたプロジェクトを中心に、人命および社会的影響の大きさを鑑みて、順次、被害状況の調査・確認、緊急対応策の立案などの対応に全力を挙げております。

現時点(4/28)で、被災地約3,000件近くの弊社設計プロジェクトでは、建物二次部材などに若干の被害を受けたものもありましたが、建物主体構造に甚大な被害を受けたものはほとんどありませんでした。引き続き、被災建物の復旧に向けて

全力で取り組んでまいります。

一方で、弊社設計の石巻赤十字病院(2006年竣工、写真1)におきましては、免震構造にしていたことも幸いし、建物内外部とも大きな損傷はありませんでした。地震発生時から3日間停電しましたが、自家発電機により医療活動を行うことができたとのことです。現在、石巻における唯一の救急医療拠点として、医師、看護師をはじめとする皆様が懸命に活動されています。また、弊社が設計させていただいた東京以北の医療施設について、大きな損傷がなかったことを確認しています。

### 2— 「節電義援金」の取り組み

日建グループにおきましても義援金を日本赤十字

社へお送りしましたが、それに加え、次の取り組みを始めました。

今回の震災では首都圏等での電力供給能力の不足という事態をもたらし、社会への影響は甚大なものとなっています。日建グループでは、従来の省エネルギーへの取り組みからさらに可能な限りの節電に努め、全国の日建グループオフィスの電力使用総額のうち低減分を義援金として提供する「節電義援金」を始めました。これは、長期間にわたり継続的に義援金を提供できる方法であり、このアイデアが相互扶助方法のひとつとして広がれば幸いです。

[日建設計東京ビルでの節電内容/3月17日以降]

#### 1: 館内照明の節電

[1] 全館一斉消灯時間を、22時から20時に繰り上げ。

[2] 終日、全フロアの照度を750lx(ルクス)から300lxに引き下げ、昼間時にも人感センサーを動作させて不要な照明を調光。

[3] 同ビル窓側2列の照明を消灯。

[4] 同ビル1階玄関、駐車場、廊下等の執務に影響のない部分の照明を消灯。

[5] 同ビル2階受付、会議スペースは点灯箇所を減らして照度を下げ、17時以降、来客が不在となる時間帯は消灯。

#### 2: 空調・設備の節電

[1] フロアの設定温度を冬期で25℃から当面22℃とし、中間期には初期設定温度の±2℃にて状況を見ながら温度設定を調整。

[2] 1階の床暖房を停止。

[3] トイレ洗面の給湯および暖房便座を停止。

[4] 受付バンタリー内のものを除き、同ビルの自販機を停止。

[5] PCなどの待機電力の節約(コンセントを外す)。

### 3— 「特別オープンデスク」の取り組み

被災地所在大学の春学期開校が4月末～5月にずれ込むことなどから、日建設計では、東北工業大学、東北大学、宮城大学と連携し、教育支援の一環として被災地所在の大学在籍者(建築系・都市計画系学科)を対象とした「特別オープンデスク」を行い、延べ36名、各任意の2週間を受け入れました。

この試みは、本趣旨に賛同されたほかの設計事務所、総合建設会社へと、取り組みの輪が広がりました。

### 4— 特別オープンデスク学生関連イベント「第1回 東日本大震災の復興について考える公開ブレインストーミング」への協力

去る4月17日(日)、日建設計東京オフィススタジオホールにて、特別オープンデスク参加学生、被災地外の学生等を中心に、交流イベントが開催されました(主催:特別オープンデスク参加学生)[写真2,3]。これは、震災を身近で体験した東北の学生と、離れてはいるが震災に対して何か考えたい関東・関西の学生、社会人の交流の場を設けたものです。震災の現状について情報共有し、今後に向けて議論を行い、継続させていくプラットフォームたることが目指されました。日建設計の有志が、本イベントに企画・会場提供などで協力させていただきました。



1: 石巻赤十字病院。(竣工時の写真) | 2,3: イベントの様子。

1: Ishinomaki Red Cross Hospital (at the time of its completion in 2006). | 2,3: The exchange event provided a venue for sharing and networking.

### 1— Disaster Support Center Established

Immediately after the main earthquake on March 11, Nikken Group set up a Disaster Support Center at its main headquarters in Tokyo. By the following day, we had ascertained that all Nikken Group employees were safe, and confirmed that Nikken's offices in the affected area would be able to continue normal business operations.

Regarding damaged buildings, the company has been doing its utmost in inspection, assessment, and design of emergency repairs, with priority given to the more severely hit districts.

As of April 28, of the approximately 3,000 buildings Nikken Sekkei has designed within the disaster area, there have been no cases of building collapse. Some buildings sustained structural damage of varying degrees, but none serious. All efforts will be made to expedite repair of buildings in the disaster zone.

We are pleased to report that, thanks partly to its seismic isolation structure, the Ishinomaki Red Cross Hospital (built by Nikken Sekkei in 2006) (photo 1) suffered no serious external or internal damage. There was a blackout lasting three days starting on March 11, but the hospital was able to continue

medical care activities by switching to its in-house back-up power equipment. At what is now Ishinomaki's sole emergency medical care center, staff are hard at work providing much needed services. We have further confirmed that all of the medical facilities constructed by Nikken Sekkei in Tokyo and northward were undamaged by the quake.

### 2— “Power-Saving” Disaster Relief Funds

The Nikken Group has supplied disaster relief funds via the Japan Red Cross, and in addition, has organized the following effort to create further relief funds.

The March 11 disaster resulted in a shortage of electric power supply not only in the directly affected areas but in the metropolitan Tokyo and the surrounding Kanto region. The power shortage has had a far-reaching impact on society as a whole.

Power conservation is a long-established priority of the Nikken Group companies, and these efforts have been further strengthened to cope with the current situation. We have meanwhile established arrangements whereby money saved from further power-conservation efforts at Nikken Group's offices throughout Japan will be set aside for a “Power-Saving Disaster Relief Fund.”

This way of setting aside funds will allow the Nikken Group to contribute to the relief fund-raising effort over the long term. It is our hope that this mutual assistance idea will catch on among other companies.

Power-Saving since March 17 at the Nikken Sekkei Tokyo Building

#### 1: Interior illumination power-saving

[1] All overhead lighting in the building is being turned off at 8:00 p.m. instead of 10:00 p.m. as was the previous practice.

[2] The intensity of light on all floors has been lowered from 750 lux to 300 lux and lighting during daytime is adjusted using human-presence sensors to switch on lights only as needed.

[3] The two rows of lights closest to the windows are turned off during the day.

[4] Lights are turned off in areas unrelated to work such as the 1st-floor entrance, the parking area, and corridors.

[5] The number of lights used in the second-floor reception area and conference room space has been decreased, the intensity of illumination lowered, and the lights turned off after 5:00 p.m. when there are no visitors in these areas.

#### 2: Power-saving for temperature-control and other facilities

[1] Room temperature settings for each floor

are lowered from 25℃ to 22℃ on wintry days and room temperature kept at 2℃ above or below the initially set temperature in inter-seasonal periods.

[2] Floor heating on first-floor turned off.

[3] Heating water for restroom sinks and toilet-seat warmers turned off.

[4] Except for those in the reception area and pantry, beverage-dispensing machines in the Tokyo building are all turned off.

[5] PC standby power turned off (equipment unplugged).

### 3— “Special Open Desk” Program

In the wake of the earthquake and tsunami disaster, the beginning of the spring semester at some universities in the disaster-affected region has been postponed until late April or May. Working in collaboration with Tohoku Institute of Technology, Tohoku University, and Miyagi University, Nikken Sekkei held “Special Open Desk” sessions for students (in architecture and urban planning-related departments) registered at universities in the disaster zone as an educational support program. During the two-week program, there were 36 registrations for the program.

This Nikken Sekkei initiative inspired other architectural design firms endorsing its spirit to

hold similar programs, helping university students whose studies have been interrupted by the disaster to channel their energies.

### 4— “Special Open Desk” Student Related Events: Cooperation with “First Public Brainstorming on Reconstruction” Event

On April 17, an exchange event mainly for the students who had participated in the “Special Open Desk” program as well as students from outside the disaster-affected zone was held at the Nikken Sekkei Tokyo Studio Hall (photos 2, 3). (The event was organized by students participating in the “Special Open Desk” program.) The event provided a venue for exchange among students from the Tohoku region who had directly experienced the earthquake and tsunami, with students and others from the Kanto and Kansai areas who were not directly affected but wanted to think about the issues involved. Its aim was to promote sharing of information about the disaster and create a platform for continuing future-oriented discussion. Volunteers from among Nikken Sekkei staff planned the event and made the arrangements for the venue.

## 復興グランドデザインの提案へ Reconstruction Proposal Grand Design

東日本大震災からの復興に際しては、被災者の迅速な生活再建、被災地域を中心とした東北の産業・経済の再生と発展、被災地域を含めた広域的な地域構造の再編が必要となります。

日建グループでは、この未曾有の大震災からの復興計画に関して、「広域的な戦略目標に基づく行政単位を超えた共助・連携による復興を進め、安心・安全な新しい東北の創生、さらには日本全体の活力アップへとつなぐイノベーション志向の復興グランドデザイン」を策定する。」を基本理念として、早期に成し遂げなければならない「生活再建」と、東北の豊かな自然などを最大限に活かした「創造・発展」の2つの系で復興を進めていくことが重要と考え、復興グランドデザインの提案に取り組みはじめました。(詳細はHP「東日本大震災からの復興に向けた取り組み」をご覧ください。http://www.nikken-ri.com/fukkou/index.html)

### 視点1: 課題解決モデルとしての復興プログラム

[少子高齢化/エネルギーセキュリティ/都市サービスの効率化へのチャレンジ]

地球規模的な課題や、わが国が世界の先進国に先んじて抱える課題等の解決モデルとなる復興プログラムを構築することを通じて、

被災地域の再生のみならず、環境問題、安全・安心といった、これまで「日本の強み」と言われていたことをさらに強化し、あらためて世界に発信する。

### 視点2: 災害に強く平常時も使いやすい地域構造と地域社会の構築

[明確な土地利用計画のポリシーと地域特性に応じたきめ細やかなゾーニング]

自然災害からの被害抑制はもとより、平常時においても有効に機能する社会資本や地域コミュニティを中心とした防災社会システムの高度化など、災害への備えが、日常の地域経済活動や生活における利便性や快適性を増進させる復興プログラムを構築する。

### 視点3: 地域の資源を最大限に活用した再生・創生

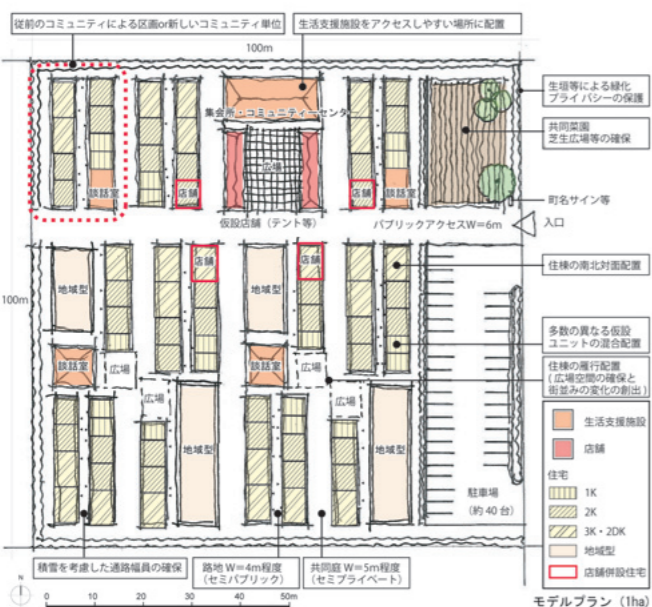
[人・産業・歴史・文化などの地域資源の継承・保全計画とシビックプライドの醸成]

我が国の食糧供給地として重要な役割を担ってきた豊かな自然、地理的特性を背景に発展してきた産業の集積、土地の記憶や住民の癒しの場など、各都市・地域が有する特色ある資源や歴史・文化を最大限活かした復興プログラムを構築する。

Reconstruction in the wake of Great East Japan Earthquake requires the speedy restoration of the lives of the victims, rebuilding of the Tohoku industrial and economic centers in the disaster zone, and reorganization of the regional structure over a broad area including the disaster zone.

Nikken Group has been considering reconstruction planning for this unprecedented disaster. Based on the concepts of "broad-area strategic objectives for mutual cooperation among administrative units for the advancement of reconstruction, regeneration of a new, safe and secure Tohoku, and a grand design to inspire and revitalize the nation as a whole," we have begun the formulation of a Grand Design for reconstruction with a dual emphasis on the critical issues of "rebuilding of lives" at the initial stages and "resurrection and development" maximizing the regeneration of the plentiful resources of the Tohoku area. The grand design must give due consideration to the following seven viewpoints. (In Japanese, further details may be found at the following website: <http://www.nikken-ri.com/fukkou/index.html>)

**Viewpoint 1:** Reconstruction program through a problem-solving model (including taking up the challenges of declining birthrate and aging population / energy security / efficiency of urban services)



コミュニティなど生活環境に配慮した応急仮設住宅のイメージ。  
Image of community-sensitive emergency temporary housing.

### 視点4: 産業再生・高度化としての復興

[魅力的な雇用の場を創る産業再生計画/BCP(安定したサプライチェーンポートフォリオの形成)]

地域の再生・発展につながる安定した雇用の確保と所得向上に結びつく産業再生プログラムを構築する。また、わが国はもとより、世界経済全体のサプライチェーンへの影響を踏まえた、広域的な産業再編や再構築、既成概念を超える新産業の育成も視野に入れた産業・経済面での広域的BCPを策定する。

### 視点5: 広域的な共助・連携による地域構造の構築

[持続可能な地域づくりのための地域連携計画(リージョンマネジメントプログラム)]

各基礎自治体単位での個別フルセット型行政サービスや特定産業に偏重した産業構造から移行した、効率的・効果的な行政サービスシステムや経済変動にも柔軟に対応できる多重型産業構造など、産業・経済・生活面での広域的な共助・連携によりスケールメリットを発揮し、各々の強みや魅力が相乗効果をもたらすクラスター&ネットワーク型の地域構造と産業構造を構築する。

**Viewpoint 2:** A regional structure easy to use in normal times yet strong in case of disaster (clear land use planning policy and zoning specifically sensitive to regional characteristics)

**Viewpoint 3:** Regeneration and creation pivoting on maximum practical utilization of regional resources (planning for succession and preservation of human resources, industry, history and culture and fostering of civic pride)

**Viewpoint 4:** Regeneration of industry / better-than-before reconstruction (industry regeneration planning to encourage creation of appealing places of employment; practice of business continuity planning—BCP; formation of dependable supply chain portfolios)

**Viewpoint 5:** Formulation of regional structures through broad-area mutual cooperation and synergy (regional partnership and cooperation for sustainable region-building; a region management program)

**Viewpoint 6:** The application of diversified financing and business methodologies to attract investment (the carrying out of reconstruction operations through PPP and other fiscal actions not solely reliant on easing of regulations)

**Viewpoint 7:** Steady yet flexible approach to restoration and reconstruction phases ("process planning," PDCA cycles, streamlining of project management through a one-stop organization)

### 視点6: 投資を呼び込む多様な資金調達・事業手法の適用

[P.P.P.や規制緩和による、財政出動のみに依存しない復興事業の展開]

国家財政が逼迫している中で、早期かつ広範囲におよぶ復興事業を推進するためには、財政出動にのみ依存するのではなく、公的資金を呼び水としつつ、海外も含めた民間資金が復興事業に投資されるよう、さまざまな資金調達手法や投資優遇策を適用させて、民間活力の積極的導入を図る。

### 視点7: 復旧・復興段階に応じた着実で機動的な取組み

[プロセス・プランニング/PDCAサイクル/ワンストップ組織によるスピード感ある事業遂行]

英知の結集と連携により、被災地毎に異なる被災状況や復興に活かすべきポテンシャルを的確に取り込んだ復興計画の立案、復旧・復興段階に応じて必要となる取り組みをタイムリーに、かつ着実に実行できる合意形成、実行体制の構築を図る。

#### キーワード | Key Words

**スマートシティ:** スマートグリッド、エネルギーの自立化・分散化、自然エネルギーや未利用エネルギーの活用等

**シルバー・ニューディール:** 新シルバー産業と雇用の創造、高齢者等の社会進出を支援・促進するインフラの整備等

**防災性と利便性に配慮した土地利用システム:** 非居住エリア、公共施設配置のパッケージ化/庁舎・公園・学校・高齢者施設等が一体的に配置された防災拠点等

**トラスト制度:** 土地の記憶や生活文化の継承・保全、観光資源開発への適用  
**産業構造転換:** TPP(環太平洋経済協定)への参画をチャンスに変える農林水産業の大規模化・企業化

**P.P.P. (Public Private Partnership)による社会インフラマネジメント:** 各種行政サービスへの民間参入、複数自治体での行政サービスの統合等

**ワンストップ型の迅速・機動的合意形成システム:** 広域連携協議会による戦略策定・実行組織、既存の政府系機関・特殊法人等を活用した復興都市整備公社の時的な設立等

**(仮称)復興特区の創設:** 財政出動の選択と集中、民間投資等を促す各種インセンティブの統合

**多様な資金調達:** 特別債の発行、税制優遇など、民間資金・個人資産の誘導  
**コミュニティに配慮した応急仮設住宅:** 入居後のコミュニティ形成、助け合いなど安心して暮らせる配置計画の工夫

Smart city (smart grid, clean green energy, etc.), Silver "new deal" (new silver industries and employment for seniors), Disaster preventative and convenient land use system, Institutional trust (succession and preservation), Industrial structure adjustment (trans-pacific partnership, etc.), P.P.P. (public private partnership), One Stop Organization, Special reconstruction district, Diversified financing, Community-sensitive emergency temporary housing