

P.06
耐震化補強

ポストヘッドバー工法

大成建設株式会社

免震レトロフィット工法

鉄建建設株式会社

シミズハイブリッド集中制御システム

清水建設株式会社

非構造部材の耐震対策

鹿島建設株式会社

P.10
耐震化補強
液状化対策

中間階免震改修工法

コンパクト・ジオラティス工法

株式会社竹中工務店

P.11
液状化対策

Geo-KONG工法

株式会社鴻池組

DEPP工法

五洋建設株式会社

マルチジェット工法

前田建設工業株式会社

P.14
調査

建物構造損傷度警報システム

戸田建設株式会社

P.15
材料

海水練り・海砂コンクリート

株式会社大林組

震災への対応 防災への取り組み

【第3回】

守

未来への
ACTION!
防災・減災

国土の脆弱さを思い知った2011年3月11日。その日を境に、世の中での考え方は大きく変わった。

万が一に備え、耐震化やBCPを充実させることはもちろん、

常時の備えとなる防災・減災対策の重要性が強く再認識された。

発災から今日まで、総合建設業各社はその社会ニーズに確実に応えるべく、

「経済性」「事業継続性」「即効性」を兼ね備えた技術開発に着手し、実用化を進めている。

今号では、防災・減災の視点から、総合建設業の最新技術・事例を紹介する。

免震

免震レトロフィット工法

既存施設を利用しながら
構造を“免震化”する

鉄建建設株式会社

免震レトロフィット工法とは？

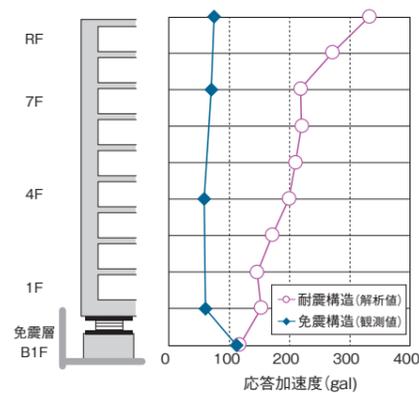
免震レトロフィット工法は、建物の下層の構造物を切断したのち免震装置を挿入し復旧するという一連の工程を、建物を利用しながら免震化する工法である。平成11年に鉄建建設が、“本社ビル”へ導入したのが最初の事例。容易に建替えが出来ない大型施設や重要文化財などの安心・安全を守る技術である。

「ポストヘッドバー工法」は、地中鉄筋コンクリート構造物など、背面の地盤の存在により、従来技術では地震時のせん断補強を行うことが難しかった構造物に対する効果的な耐震補強工法である。本工法を適用することにより、従来の鋼板巻き立て工法やコンクリート増打工法とは異なり、曲げ耐力はそのままに、せん断耐力を向上させることができ、また、補強により壁や柱の厚さが増大することもない。ポストヘッドバー工法により補強した構造物は、せん断破壊を防止できるようになり、大地震に対しても粘り強い構造物とすることができる。その結果、補強対象構造物が一九九五年阪神・淡路大震災や二〇一一年東日本大震災を起こしたような大きな地震動を受けても、構造物にとって重大な被害となる崩壊を防ぐことが可能となる。

震度七の地震のゆれを
震度五まで軽減させる都市を守る技術

東日本大震災で多くの建物が被害にあったが、鉄建本社ビルはゆっくりと揺れはするものの書棚やパソコンが転倒することもなかったため、冷静に状況を判断することができた。そのためすぐ対策本部を立ち上げ、情報収集と被災した建物や鉄道の応急復旧工事に着手することができた。これも鉄建本社ビルを免震レトロフィット化することで、安全が確保されていたためとれた行動である。

三月十一日の地震観測記録を基に、本社ビルを耐震構造とした場合の解析結果と、免震構造観測結果を比較すると、免震装置は地震の加速度を三分の一、四分の一に低減する結果が得られ優れた免震効果が確認された。今後も安心してユーザーに提供できる技術とノウハウを蓄積し、都市を守り続けていく。



本社ビル各階の応答加速度の比較



免震装置設置後建物パース



設置された免震装置

地下構造物

ポストヘッドバー工法

地中RC構造物のせん断補強
効果的に耐震力アップさせる

大成建設株式会社

ポストヘッドバー工法とは？

「ポストヘッドバー工法」とは、既存鉄筋コンクリート構造物に削孔を行い、この孔内に、鉄筋の両側に定着プレートを摩擦圧接した後施工プレート定着型せん断補強鉄筋“ポストヘッドバー”を定着する工法で、部材のせん断耐力を向上させることにより耐震補強を行う工法である。

土木構造物に対して
大地震によるせん断破壊を防ぐ

「ポストヘッドバー工法」は、地中鉄筋コンクリート構造物など、背面の地盤の存在により、従来技術では地震時のせん断補強を行うことが難しかった構造物に対する効果的な耐震補強工法である。本工法を適用することにより、従来の鋼板巻き立て工法やコンクリート増打工法とは異なり、曲げ耐力はそのままに、せん断耐力を向上させることができ、また、補強により壁や柱の厚さが増大することもない。ポストヘッドバー工法により補強した構造物は、せん断破壊を防止できるようになり、大地震に対しても粘り強い構造物とすることができる。その結果、補強対象構造物が一九九五年阪神・淡路大震災や二〇一一年東日本大震災を起こしたような大きな地震動を受けても、構造物にとって重大な被害となる崩壊を防ぐことが可能となる。



ポストヘッドバー定着状況



専用ドリルによる削孔状況

二次部材

非構造部材の耐震対策

実証実験により検証された
安全な設計仕様や施工要領

鹿島建設株式会社

非構造部材の耐震対策とは？

東日本大震災では天井や設備機器などの非構造部材の落下による被害が多発した。鹿島では、天井や設備機器落下を実物大で再現する実験を行い、そのメカニズムを究明し、得られた知見から安全性の向上とともに企業の事業継続いわゆるBCP対策に向けた非構造部材の耐震性向上の留意点をまとめた。

補強部分の設計を明確化

鹿島は、保有する高性能三次元振動台 (W-DECKER) を用いて、東日本大震災の観測記録に基づく実在波から低層鉄骨建造物の最上階の応答波を求め、通常の天井と耐震対策を施した天井を加振し、落下のメカニズム究明や耐震対策の効果などを確認した。実験から、天井段差や吊長さの差異によりその周辺の下地金物の破損、それにより他部位への負担増から脱落、また一部脱落により残存天井の揺れの増幅、壁への衝撃などのメカニズムを究明。またブレーキなどで補強した耐震対策の天井も、その効果確認とともに問題点を究明し、これまで曖昧であった補強部分の設計や施工要領を明確にし、安全性についてより確証を得た内容を顧客に提案できるようにした。



高性能三次元振動台 (W-DECKER) による実証実験



設備機器吊りボルト破断の様子

制震

シミズハイブリッド集中制震システム

錘の回転運動で揺れを吸収する
新しい制震ダンパー

清水建設株式会社

超高層ビルの揺れを四四%低減

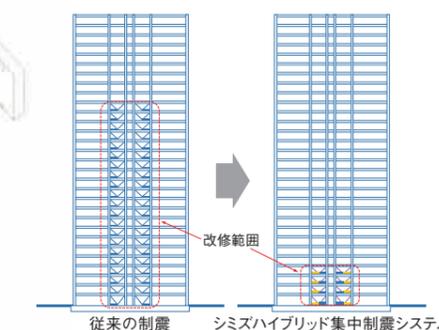
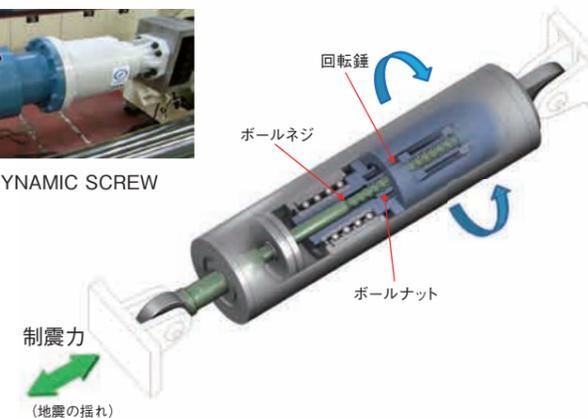
本システムの核となる回転式制震ダンパー・DYNAMIC SCREWは、ビルの水平方向の揺れを錘の回転運動に変換することで、質量効果により自重の数千倍の錘を採用した装置と同等の制震効果を発揮する。高さ二〇〇メートル程度の鉄骨造超高層ビルに、従来型の制震改修（建物の過半階に制震装置を五〇〇台程度配置）と本システム (DYNAMIC SCREWを一五〇台程度配置) による制震改修を施した場合の比較では、建物頂部の揺れ幅の低減効果が従来型では制震改修前の一五%程度に留まったのに対し、本システムでは四四%に達した。また、超高層ビル特有の長く続く後揺れの継続時間は、本システムでは制震改修前の八分の一、従来型改修の二分の一となった。本システムは制震装置の必要台数が少ないことから、改修コストと工期を削減できるうえ、新築建物の長周期地震動対策としても威力を発揮する。

超高層ビルの制震改修構法とは？

発生が懸念される巨大地震に対応できる超高層ビルの制震改修構法として、シミズハイブリッド集中制震システムを開発。地震による建物の揺れを回転運動に変換して吸収する新しい回転式制震ダンパー DYNAMIC SCREWにより、従来の1/3程度の制震装置の台数で同等以上の制震効果を発揮する。



回転式制震ダンパー DYNAMIC SCREW



従来の制震装置に比べ1/3～1/2の台数で同等以上の耐震性能を確保 (左：従来の制震、右：シミズハイブリッド集中制震システム)

リサイクル材

Geo-KONG工法

経済的に液状化対策できる
環境に優しい静的締固め工法

株式会社鴻池組

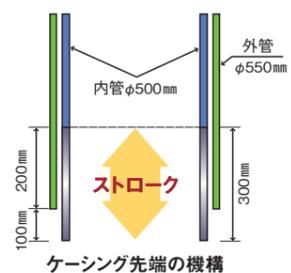
Geo-KONG工法とは?

Geo-KONG工法（静的締固め工法）は、碎石、再生碎石、砂などを静的に圧入して地盤の密度を増大させ、液状化を防止する工法である。振動・騒音が小さく、市街地で経済的に液状化対策に適用でき、東日本大震災では、浦安市などでも効果を実証した。

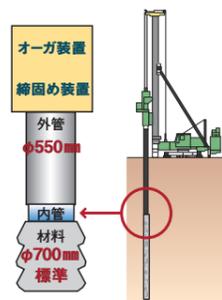
また、圧入材料としてコンクリート廃材、スラグ等のリサイクル材を用いても、砂等の天然材と同等の改良効果を確認しており、環境にも優しい工法である。東日本大震災では、浦安市などの施工エリアでも液状化は発生せず、その効果が実証されている。

リサイクル材でも同じ効果

従来の地盤締固め工法は、起振機を用いて地盤中に砂杭（または碎石杭）を強制的に造成することにより、軟弱地盤の強度増加を図るが、施工時の振動や騒音が大きいたことが課題だった。鴻池組は、市街地や既設構造物の近傍における液状化対策工法として、静的締固め工法（Geo-KONG工法）を開発している。本工法は、二重管ケーシングを用い、内管を上下動させることで材料を突き固めながら地中に圧入し、地盤を締固める地盤改良工法である。



Geo-KONG工法の締固めメカニズム



Geo-KONG工法 近接施工事例



Geo-KONG工法 機械全景

同時施工

耐震化補強 中間階免震改修工法

液状化対策 コンパクト・ジオラティス工法

居ながらにして免震改修と
液状化対策を同時に実施

株式会社竹中工務店

中間階免震改修工法、コンパクト・ジオラティス工法とは?

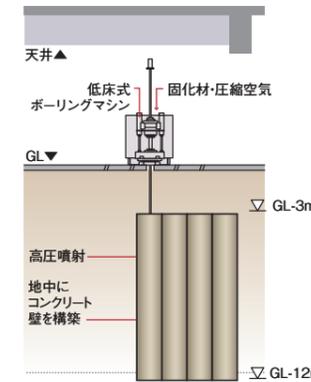
「江東区庁舎耐震補強工事」において、工事中でも通常通りの業務を行うことが可能な「中間階免震改修工法」と、液状化対策「コンパクト・ジオラティス工法」を同時に実施することによって、合理性を追求した改修を実現。

既存建物の地震対策に有効

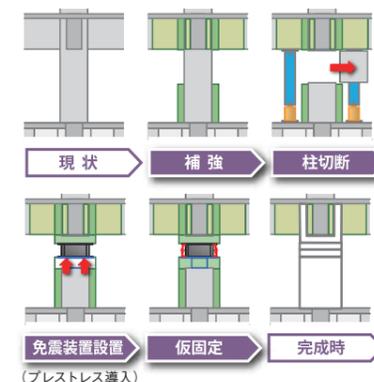
本工事では、主に駐車場になっている一階部分の柱上部に免震装置を設置することで、地震時の建物の揺れを大幅に低減する。免震工事では、免震装置にプレストレスを与えて強固に固定し、装置の設置を個々に完了できる工法とした。工区を分けて順次施工できるため、通常は大部分が使用できなくなる免震階でも建物機能を残しながらの施工が可能となっている。さらに軟弱地盤に対応するため、免震化工事と同時に建物直下の地中に格子状の壁を構築することで地盤を改良する液状化対策工事も実施している。この技術では高さ二層程度の小型掘削機を採用し、既存建物内からの施工が可能となっている。改良体の配置では、多数の実績がある「TOFT工法」のノウハウを活用した。



江東区庁舎耐震改修



建物内での液状化対策イメージ



免震化工事の流れ

高圧噴射攪拌

マルチジェット工法

自由形状と大口径改良による
高圧噴射攪拌工法で液状化対策

前田建設工業株式会社

マルチジェット工法とは？

マルチジェット工法は自由形状と大口径改良を特徴とする新しい高圧噴射攪拌工法である。2つの特徴を生かした合理的な改良で従来工法に比べてコストダウンを実現した。これまで沿岸施設の液状化対策を中心に多数の施工実績を挙げており、東日本大震災においても地盤の改良効果が実証されている。

既設宅地の液状化対策に適用へ

東日本大震災では、沿岸地域の埋立地盤を中心に大規模な液状化現象が発生し、現在、特に既設宅地の液状化対策が社会問題となっている。地盤の液状化対策工法のひとつとしては、狭隘な箇所でも施工可能な高圧噴射攪拌工法による格子状改良が挙げられるが、従来の技術ではコスト面や改良効果などにおいて多くの課題を残している。

これに対し、自由形状・大口径改良が可能なマルチジェット工法は、これらの課題を解決できる工法として着目されており、本工法を用いて既設宅地の液状化対策工事に適用する研究を進めている。同研究は『平成二十三年建設技術開発助成制度（国土交通省）』及び『平成二十四年度浦安市実証実験』に採択されており、既設宅地の液状化対策工事に於いて平成二十五年からの実用化を目指している。



大口径改良の様子



多様な形状に適応



マルチジェット施工マシンによる気中水噴射状況

プラスチック製ドレーン材

DEPP工法

ドレーンによる最も安価で確実な
既存岸壁の液状化対策

五洋建設株式会社

DEPP工法とは？

DEPP工法は、地盤中にプラスチック製ドレーン材を配置し、地震時に液状化の原因となる過剰間隙水圧を効果的に消散させ液状化を防ぐ工法である。港湾施設を中心に重要な施設の耐震機能の強化のため、広く採用されている。

東日本大震災時に改良効果発揮

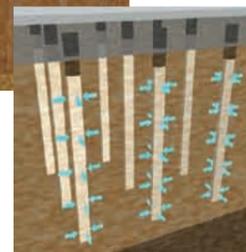
DEPP工法は静的圧入方式の打設機を用いてドレーンを地盤に挿入するため振動・騒音・地盤変位が少なく既設構造物周辺での施工に適している。二〇一一年三月十一日の東北地方太平洋沖地震では、東京や千葉などの埋立地で液状化による被害が生じたが、本工法が施工された東京港一五号地木材埠頭では液状化被害を免れている。

写真は、地震後の状況である。中央のグレーチングは改良と未改良の境界であるが、未改良地域では液状化被害を受けているのに対し改良地域では無被害であり変形を生じていない。

これまで八〇件を超える施設で施工され、ドレーンの総延長が三〇〇万メートルを超えるDEPP工法は、過去の地震において重要施設の液状化被害を未然に防いできており、東北地方太平洋沖地震でも、その効果が実証されたといえる。



地震時に、過剰間隙水圧を消散させることによって液状化を防止



地震後の木材埠頭の状況（左：未改良域、右：DEPP工法による改良域）

材料

海水練り・海砂コンクリート

常識覆したコンクリートで
強度、緻密度を向上

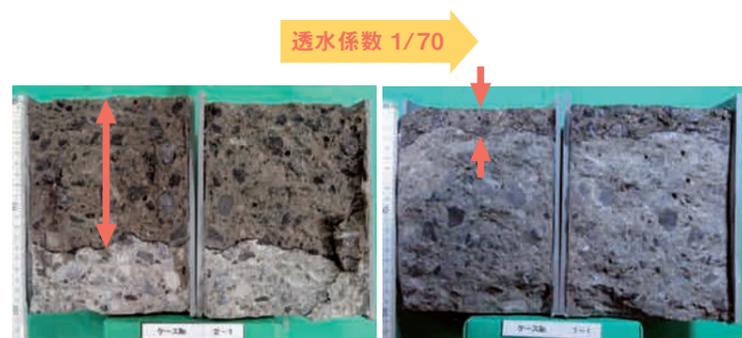
株式会社大林組

海水練り・海砂コンクリートとは？

コンクリートの使用材料として、これまで使用されなかった「海水」や「未洗浄の海砂」を用い、強度や緻密度が向上したコンクリートを開発した。品質向上の他に、資源の有効利用と地産地消の材料使用により、環境負荷低減、建設コスト低減に大きく寄与できる。

高い耐久性により、防災・減災効果を発揮

東日本大震災によって発生した膨大ながれきには、大量のコンクリート塊が含まれている。通常のコンクリート塊は、破碎して再生骨材として利用できるが、津波で海水を被ったコンクリート塊には多量の塩分が付着しており、鉄筋腐食による劣化が問題となる。海水練り・海砂コンクリートは、特殊な混和剤や防食鉄筋を使用することによって、塩分が付着したコンクリート塊を骨材として使用しても、高い耐久性を確保することができる。また、通常の粗骨材を用いた場合、海水や未洗浄の海砂を用いることにより、透水係数が七〇分の一に低減し、初期の強度が二倍程度増大するなどの効果があるため、緻密で高品質な構造物の建設が可能になるとともに、急速施工も実現できる。



透水試験による水の浸透深さ
(左：普通のコンクリート(真水使用)、右：海水練り・海砂コンクリート)



海水練り・海砂コンクリートを用いたモデル試験体

調査

建物構造損傷度警報システム

建物の健全性を監視し、
安全・安心を利用者へ提供

戸田建設株式会社

自動で評価、素早く情報提供

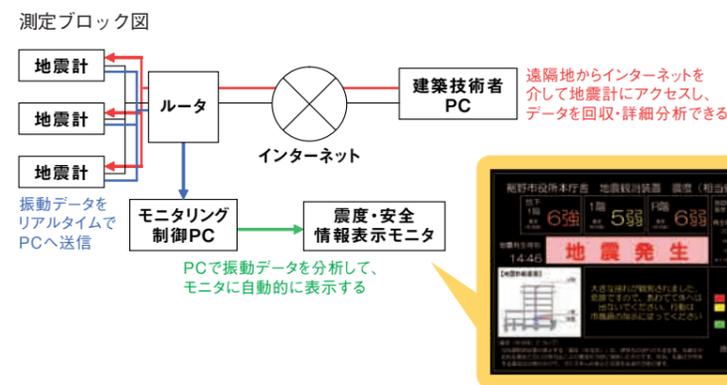
建物が大きな揺れを受けた際、その建物の躯体が損傷しているかどうかを判断することは難しい。状況がわからないまま被災した建物を使い続けることは危険である。

従来、大地震の際には建築技術者が建物の状態を確認し、その建物が健全かどうかを判定していた。地震観測によるモニタリングでは、建物の健全性を自動で評価し、いち早く利用者に情報を提供することで、建物を継続して使用できるかどうかを即時に判断できるとともに、建物利用者に安全であるのか、または避難をすべきかどうかの情報メッセージを適切に出すことにより、安全・安心を与えることができる。

今回紹介した事例は、裾野市役所本庁舎に適用したもので、平成二十四年一月から運用を開始している。現在までに数度の地震が観測され、建物構造損傷度警報システムが有効に機能していることが確認された。

建物構造損傷度警報システムとは？

地震計によって地震時の応答を監視し、そのデータをコンピュータが自動分析及び解析することで、地震によって建物が損傷していないかどうかを判定して表示する。大地震時に建物を継続して使用できるかどうかの即時判断に役立つ。



裾野市役所本庁舎

やるべきことを着実に

ACe建設業界では3号に渡り、

現在もなお現場で対応を続けている総合建設業各社の取り組みを時間軸で追ってきた。

4月号では、「すぐのACTION!」と題し、震災直後の応急復旧が、多くの困難のなかで果たされた状況を聞いた。

深刻な被害を受けたライフラインや、海上輸送路の一日も早い復旧に向けて、

現地も応援部隊の人々も大きな使命感をもって立ち向かっていた。後方支援の重要性も浮かび上がった。

5月号では、「その後のACTION!」と題し、復旧から本格的な復興を目指す活動を追った。

市民を勇気づける空港の復活、一方、かつてない規模のがれき処理に、

ものづくりの建設業が強い想いで臨んでいる。

その締めくくりとして6月号では、「未来へのACTION!」と題し、

この国で災害と向き合い暮らすために日々進化を続ける各社の技術を取り上げた。



あの日から1年と3ヵ月——。復興への歩みはまだ端緒についたばかりである。

日建連・総合建設業各社はこれからも、より効果の高い技術提案や効率的な設計・施工を行うことで、社会の要請に着実に応えていく——。

電力対策特別委員会の方針

3.11の東日本大震災発生以降、日建連が会員各社の力を結集して、応急復旧活動をはじめ、様々な活動を展開してきたことは本誌でも紹介してきたところであるが、東日本大震災で被災した地域の復旧・復興への取り組みは、重要性がさらに増している。

日建連では、一層の活動強化を図るべく、復旧・復興と電力対策の2つの特別委員会を3月の理事会

で設置しており、前号では、復旧・復興対策特別委員会に設置された復旧・復興部会の茅野部会長と災害廃棄物部会の井手部会長に部会の役割や今後の活動方針を明らかにして頂いた。今号では、電力対策特別委員会に設置された除染部会と電力部会について、台部会長、水口部会長にこれからの両部会の活動内容を中心にお話を伺った。

除染部会



部会長
台 和彦
大成建設株式会社
専務執行役員
土木営業本部長

福島第一原発事故に伴う除染事業は、除染モデル実証事業、先行除染から広域にわたる本格除染への段階に移行しつつあります。被災された方々が一日も早く元の生活に戻れるように、官民一体となりスピード感を持って対応することが必要であると思っています。このような事業はわが国においてはもちろん初めてのことで、今後除染事業を進めるに当たり、適切な除染技術とは何か、事業費をどう積算するのか、入札制度はどうあるべきなのか、発注者と請負者との責務はどうあるべきなのか、また作業員の確保や健康管理の問題など課題は山積しています。我々にとってもまさに手探りの状態であるなか、除染事業を一刻も早く軌道に乗せるべく、環境省をはじめとする関係機関との連携には特に意を配していきたいと考えております。特に所管官庁である環境省とは随時意見交換等を行いながら、諸課題等について、お互いが共通の認識を持つようにはしていきたいと考えています。いずれにせよ、会員各社がこの諸課題を共有し、対応策を検討しながら、必要に応じて国や地方自治体などの関係機関に要請・提言等を行っていききたいと考えております。

電力部会



部会長
水口 宇市
西松建設株式会社
取締役
専務執行役員
土木事業本部長

日本のエネルギーの約三割は原子力に依存しています。そのような中、先日、日本の発電用原子炉がすべて停止しました。このままでは日本の産業は空洞化してしまいます。特に製造業は安定的な電力の供給がないところでの生産活動はありえません。これは、大げさかもしれませんが、いずれは国力の低下を招く事態だと認識しています。原子力を使用するのか、化石燃料による発電を行うのか、さらには自然エネルギーを活用するのか、これらは国としてのエネルギー政策の問題ですが、建設業界は様々な電力施設の建設に関する実績、知見、技術等を蓄積しています。例えば、ダムによる大規模な水力発電だけでなく、小河川を利用した小規模な発電もあります。今後、エネルギー政策が具体化されていく中で建設業界が貢献できる範囲は広いと思います。建設業界の叡智を結集して、電力の安定確保に向けた調査・研究に取り組むこととしていきます。当面は、国の動向を見ながら、電力確保に関して会員が抱える課題を共有するとともに対応策を検討し、必要に応じて国や地方自治体などの関係機関に対し要請や提言活動を行っていききたいと考えております。