

「ゼリー免震」都市構想

水都・大阪を免震都市モデルに
構想:大林組プロジェクトチーム

地震は、私たちのまわりにある振動のなかでも最大のものだ。とりわけ近代以降、都市の拡大が進むにつれ、巨大地震による被害は想像を超える規模に及んでいる。私たち大林組プロジェクトチームは今回、未来へとつながる安全な都市のあり方を求めて、ゼリー免震という新しい考え方を提案した。それは「都市を免震化する」という、未知の地平への挑戦でもある。

一、「ゼリー免震」の概要

1 構想の背景

地震大国の日本にあって、地震に強い建物をつくることは古代からの一大テーマだった。歴史的建造物のなかには、現代の先端技術に匹敵するような工夫もいくつみられる。

たとえば一三〇〇年前に建てられた法隆寺の五重塔は、巨大地震に幾度も遭遇しながら現在も往時の姿を保っている。法隆寺（奈良）にかぎらず、羽黒山（山形）、日光東照宮（栃木）、池上本門寺（東京）、醍醐寺（京都）、善通寺（香川）、瑠璃光寺（山口）など日本各地の歴史的な五重塔が、いずれも巨大地震に耐えてきた。その技術についてはいまも不明な部分が多いが、各層が交互に蛇のようにくねくねと揺れることや、緻密に構成された木造の組物の変形や摩擦が、地震のエネルギーを巧みに打ち消している…とする説が有力だ。かりにそうだとすれば、現代の柔構造あるいは制震構造を連想させる。

また鎌倉期に建設された京都の三十三間堂（蓮華王院）では、基盤部分に砂と粘土を交互につき固めた版築という工法が

みられる。砂と粘土の層が異なる動きをすることで地震の揺れを減衰し、建物への影響を軽減する意図をもっている。その手法は、現代における免震構造に近いものと推測される。

こうした技術の開発は、その後も現代の超高層ビルに至るまで続いてきたが、その対象は主として「建物」であった。

ところが近年、世界各地で頻発する巨大地震が、建物のみならず「都市」という広いエリア全体に壊滅的な被害を及ぼしている点が注目されはじめている。地震から都市機能をいかに守るかが、もう一つの、そしてきわめて大きなテーマとなりつつある。

都市には建物だけでなく、鉄道や道路、橋、河川、エネルギー・上下水道施設など多様かつ複雑な構成要素がある。そうした都市をまるごと、地震に強い構造に変えることはできないだろうか。

今回、私たちが提案する「ゼリー免震」は、そんな壮大な想いから出発した。ゼリー免震を活用すれば、都市のイメージは一変するだろう。かつて鉄道や自動車の発展が、世界の都市のあり方を変えたように、地

「もしも、地面がお菓子だったらいいのね。お父さん」

「ん、お菓子だって。どんな？」

「うん…クッキーとかケーキ」

「へんゼルとグレーテルのお話みたいに？」

「ちがうよ、地面がお菓子なんだ。道も、公園もグラウンドも、みんな…そうだ、ゼリーがいいな。オオサカはストロベリーゼリーで、トウキョウはメロンゼリー、それからニューヨークはオレンジゼリー。地面は広いでしょ。旅行にいくといろんなゼリーが食べ放題だよ」

「地面がゼリーか。なんだか楽しいけど、もし地震がきたらどうする？ ゼリーはプルプル揺れるぞ」

「平気だよ、ぜんぜん。スプーンですくうとプルプル揺れるけど、すぐに元にもどるから」

「そうか、ゼリーだったら揺れても大丈夫か」

「うん。ゼリーの地面で、まちをつくってみてよ、お父さん」



震対応を基軸とした新しい都市の概念が誕生する可能性がある。

そこで私たちは大阪を舞台に、ゼリー免震による新しい都市モデルを描いてみることにした。ゼリー免震都市は、後述するように水に囲まれた環濠都市でもある。かつて水の都とうたわれ、現在も日本の都市のなかで都心の水域比率が際立って高い大阪から、新しい都市像を提案したい。

2 「ゼリー免震」とは何か

ゼリー免震の話をする前に、まず免震技術について少しふれておきたい。

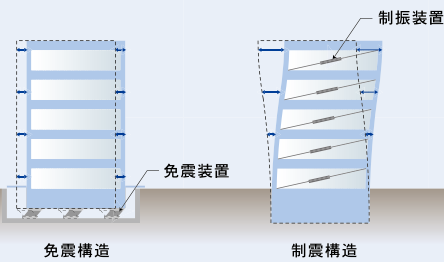
建物などを地震から守る技術には、大別すると耐震、制震（制振）、免震の三つの手法がある（下図参照）。このうちの免震は、簡潔にいえば建物と地盤のあいだを絶縁させ、地震のエネルギーが建物に伝わりにくくする方法だ。

現代の一般的な免震構造では、ビルなどの基盤部分に複数の積層ゴムアイソレータ（ゴム板と鋼板を何層にも重ねた免震装置）を配置し、その上に建物を建設する。地震が発生したとき、地盤の固有周期（卓越周期）と建物の固有周期が一致すると、共振によって揺れが数倍に増幅される。免震装置は、水平方向に変形することで建



積層ゴムアイソレータ

建物を地震から守る技術

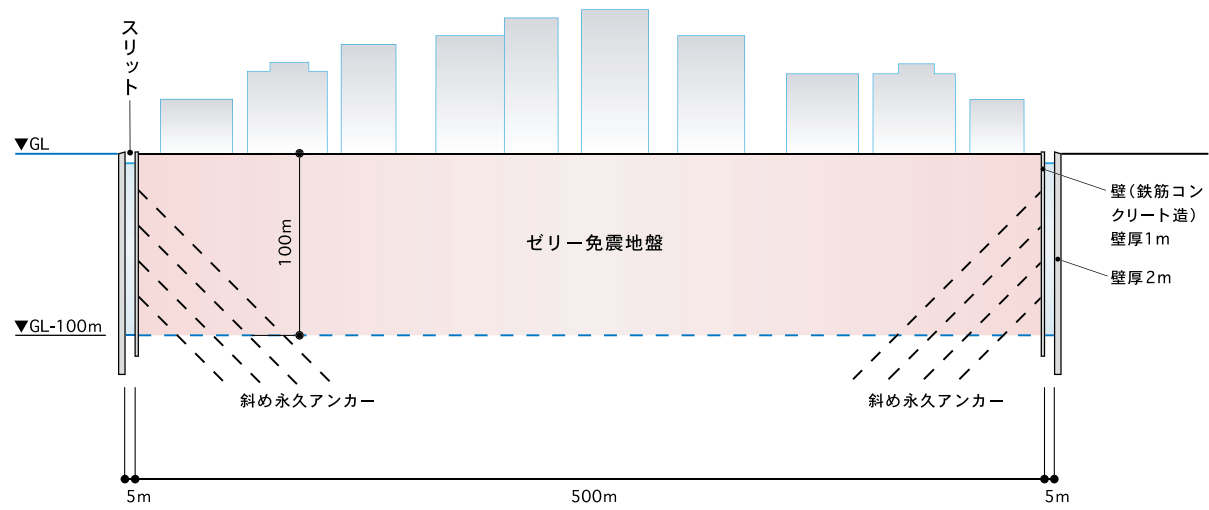


耐震：建物の剛性を高め、地震のエネルギーに対抗する手法。鉄筋コンクリート造や鉄骨造にしたり、建物の壁面に筋交いを入れるなどの方法で剛性を高める。

制震（制振）：建物の内部（壁面や柱梁など）にある部材や制振装置により、地震のエネルギーを減衰し、建物への影響を抑制する方法。人工的に地震の揺れと反対方向の揺れを起こす装置を使う場合、アクティブ制震と呼ぶ。

免震：建物の一部に免震装置を施し、建物に伝わる地震のエネルギーを軽減する手法。代表的なものに、地盤と建物のあいだに建物の周期を伸ばす積層ゴムアイソレータを配置する方法がある。

ゼリー免震の基本形断面図



一方、地表面のスケールは、深さとの比から一辺五〇〇メートルの正方形とした。つまり広さが五〇〇メートル×五〇〇メートル(二五万平方メートル)、深さ一〇〇メートルの規模が、ゼリー免震地盤の基本形となる(以下、このスケールと形状を「基本形」という)。

スリットの幅は地盤の変形を考慮して五メートルとし、スリットをはさむ両側の壁面は鉄筋コンクリートで覆う。これによって土砂の崩落を防ぎ、地盤がゼリーのようにならば、水平に安定して変形することが可能となる。

スリットの両側の壁面のうち、ゼリー免震地盤側の壁面は、免震効果を考慮するだけで薄いほうが望ましい。理想的には平面を円形にすると、地盤の壁自体がリングテンション効果(円周に沿って全体を緊結する力が働く)により、壁厚を非常に薄くすることができる。

しかし実際の都市では、円形ではなく矩形(正方形や長方形)のほうが区切りやすい。今回の構想では基本形を正方形としたので、内側の地盤は斜め永久アンカーなどで補強することを前提に、壁厚を一メートルとした。一方、外側の壁厚は補強できない場合を想定して二メートルとした。深さ一〇〇メートルに及ぶスリットの掘

削と鉄筋コンクリート壁の建設は、現代の先進技術(地中連続壁工法)で実現可能である(P53参照)。

スリット部分には水を満たし、水圧によって土圧と均衡させる。これによってスリットは水路(堀割)となり、この水路を軸に広大な水辺のネットワークが都心に誕生する。

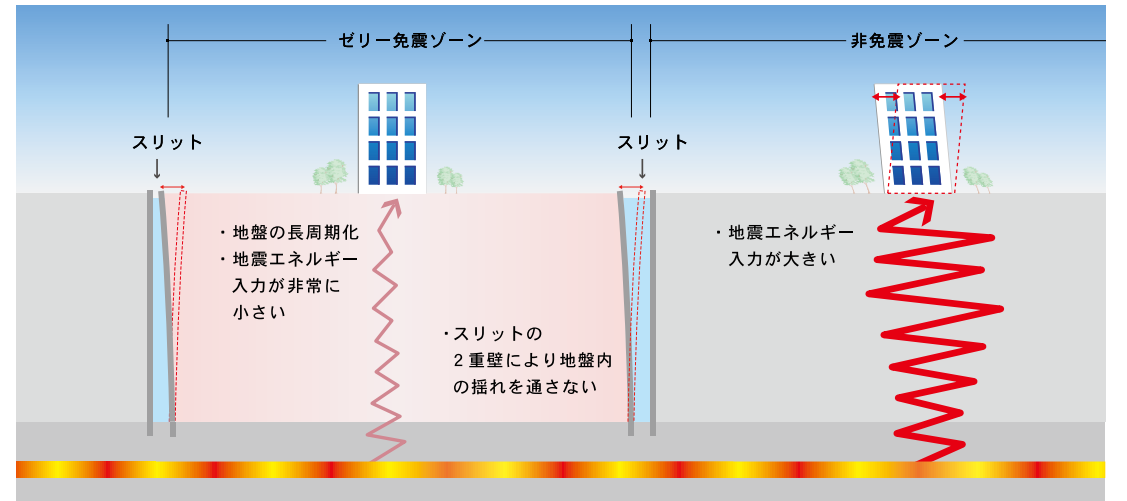
ゼリー免震は、安全な都市を創出すると同時に、都市環境の向上にも寄与できる技術だといえる。

以上のプロポジションと構造に基づき、大阪都心の地盤を参考に試算した結果、エリア内の地盤の固有周期を二〇秒に伸ばすことが可能だとわかった。

一般に地震の固有周期は〇・二秒〜一秒程度が多い。それに対して建物の固有周期は、比較的長い超高層ビルでも四秒程度なので、二〇秒に伸びれば都市全体に十分な免震効果が期待できる。阪神淡路大震災級の地震の場合、揺れを三分の一〜四分の一に軽減できるものと判断した。

ちなみに断層の存在や長周期地震動についても検討をおこなった。断層は存在する場所の条件や規模が多様であり、また長周期地震動も地形などによって周期の違いがある。しかし、基本的にゼリー免震による対応は十分可能だと判断した。

ゼリー免震概念図



・水平方向に適度に柔らかい。
 ・鉛直方向は建物を支持する能力がある。
 ・水平方向の揺れを減衰できる。
 ・地盤自体がこれらの条件を満たすには、どうすればいいのか。地盤はどこまでもつながっているが、これをスリット(隙間、溝)で区切り、一定のエリアを地盤の連続性から切り離したらどうだろうか。

既存の施設でいうなら、四方を堀に囲まれた城郭や、水路に囲まれた水郷地区などをイメージするとわかりやすいかもしれない。しかし、堀に囲まれた城郭などは、実際には地震によって崩壊した例は数多い。

私たちは、スリットで区切った一定のエリアが免震効果をもつ方法について検討を重ねた。その結果、エリアの固有周期を伸ばす必要かつ十分な深さと幅をもつスリットで区切り、変形しろ(地震時に変形できる余裕部分)をもたせることで、ほかの地盤から切り離れた免震地盤を設計することができた。

スリットが周辺からの地震波の伝播をくい止め、エリア内の地盤が変形することで固有周期を伸ばす。その上にある都市には地震の揺れが伝わりにくいので、安全が保たれる。

その様子は、「都市をのせてゆっくり揺

れる巨大なゼリー」にも似ている。「ゼリー免震」の名称は、そこから生まれた。

3 「ゼリー免震」の基本構成

ゼリーを皿にのせて横にゆっくり揺らすと、ゼリーは水平方向に揺れる。しかし、ゼリーの形が縦方向に細長いと倒れてしまおうし、扁平だとほとんど揺れない。

それと同様にゼリー免震の地盤にも、固有周期を伸ばし、かつ崩壊せずに水平方向の変形ができるプロポジション(スリットの深さと幅、地表面の広さ)が求められる。

ゼリー免震の地盤が、地震時に理想的な水平変形モードを維持するには、高さとの比が二対五〜一対一〇程度が妥当と考えられる。たとえば現在のビルなどに敷設される免震装置(積層ゴムアイソレータ)の場合、高さとの直径(もしくは外径)の比は二対五程度が一般的である。

ゼリー免震の地盤でも、これらの数値をもとにプロポジションを検討した。

大阪や東京の都心の地盤は一般に軟弱地盤とされるが、深さ七〇〜八〇メートル程度まで掘削すると固い支持地盤に出合う。ゼリー免震の地盤では、深さを支持地盤に達する一〇〇メートルと想定した。

二、大阪「ゼリー免震」都市構想

ゼリー免震によって、都市はどのように変わる可能性があるのだろうか。私たちは、ゼリー免震の特徴を踏まえつつ、大阪を舞台に安全都市モデルを構想した。

1 大阪と巨大地震

大阪はかつて「水の都」と呼ばれ、都心には水路（堀割）が縦横に張り巡らされていた。現在でも日本の大都市のなかでは、市域に占める河川比率が一〇%前後ときわめて高い（東京区部などは5%前後）。

また大阪の都心は、江戸時代から今日に至るまで四方を水に囲まれている（堂島川、東横堀川、道頓堀川、木津川）。大阪ではそれを「水の回廊」とも呼んでいる。世界の大都市のなかで、これほど見事な環濠都市は少ないだろう。

その端緒は、豊臣秀吉による東横堀川の開削だった（二五八五年）。さらに大坂城の三の丸の造成時に、秀吉は敷地内の商工業者約一万七〇〇〇戸を東横堀川の外側へ移転させた。これが商都・大阪の基盤となる船場である。

豊臣政権の時代には、現在都心のメイン

ストリートとなつている御堂筋あたりまで市街化が進んだ。その開発手法は湿地に治水と利水を兼ねた水路を掘り、その土を盛りながら街を造成した。秀吉は同時に、開架の下水網を建設した。それがいまも都心の地下に現役として残る太閤下水だ。

徳川政権に変わつてからも水路の開削は継続された。道頓堀川や長堀川など総計一五に及ぶ水路が次々に開削され、水都そして商都としての大阪の繁栄を支えたのである。

この歴史を、地震との関連で見直してみると興味深い点がある。大阪人の地震時の対応と、水路との密接な結びつきだ。

江戸時代、大阪は宝永地震（二七〇七年）や安政南海地震（二八五四年）など、幾度か巨大地震に見舞われている。そのとき大阪の人々は家財道具を船に乗せ、水上（堀割）に避難した。それは火災時も同様で、大阪では緊急時の水上への避難が徹底していた。大阪の水路には、人や荷物を運ぶ小型の川舟が日常的に数多く係留されていて、人々はそれを利用したのである（西山昭仁「宝永地震における大坂での震災

対応」などより）。

地震後に津波により、橋の崩落や舟運の混乱をまねくこともあった。しかし、橋の修復や再建は町人たちの手で即座におこなわれた（江戸の橋の多くが幕府の経費による公儀橋であったのに対し、大阪では大半が民間による町橋であった）。また舟運の回復も、町人たちが率先しておこなった。地震時の避難方法にもみられる水辺との深いつながりの背景には、町人たちの自治意識の高さがあつたのである。

私たちは、大阪がもつ「町人力」ともいふべき民間の潜在的な力に注目した。近代以降も、市民たちの寄付で再建された大坂城天守閣や、市民の寄贈による中央公会堂、中之島図書館、官民が協力してつくり上げた御堂筋など、市民の尽力を示す象徴的な事業は数多い。堂島川沿いでは、かつての三十石船の発着場であつた八軒家浜の再生事業も官民連携で進められている。

私たちはこうした大阪の歴史的特徴（都市形成、水辺との結びつき、町人力）を活かし、未来へとつながるゼリー免震都市を創出したいと考えた。



大正期のパノラマ図からも、大阪の都心は多くの堀割がめぐる水都であつたことがわかる
大阪市パノラマ地図(1923) 提供:国際日本文化研究センター



江戸期の大阪の堀割は、荷船などにぎわった。大地震などの緊急時、多くの町人たちはその船に避難した
菱垣新綿番船川口出帆之図 含粋亭芳豊画 大阪城天守閣蔵

大阪ゼリー免震都市拠点とネットワーク

◎中枢業務・歴史建築物エリア

大阪の文化・行政の中心エリアで、歴史文化的にも機能的にも重要な施設が集まっている。堂島川と土佐堀川にはさまれた、都心の象徴的な水辺空間としての価値も高い。二つの河川を利用して中之島全体をゼリー免震化する。

中枢業務・歴史建築物エリア

公園緑地エリア

◎公園緑地エリア

大阪都心にある大規模な緑地、鞆公園を中心としたエリア。広大な公園があることから、避難場所として機能できるので、地下には備蓄倉庫、エネルギー関連施設などを設置する。

都心居住エリア

都心居住エリア

都心居住エリア

◎都心居住エリア

都心において住宅や学校、商店街などを中心に構成されるエリア。

◎中枢業務エリア

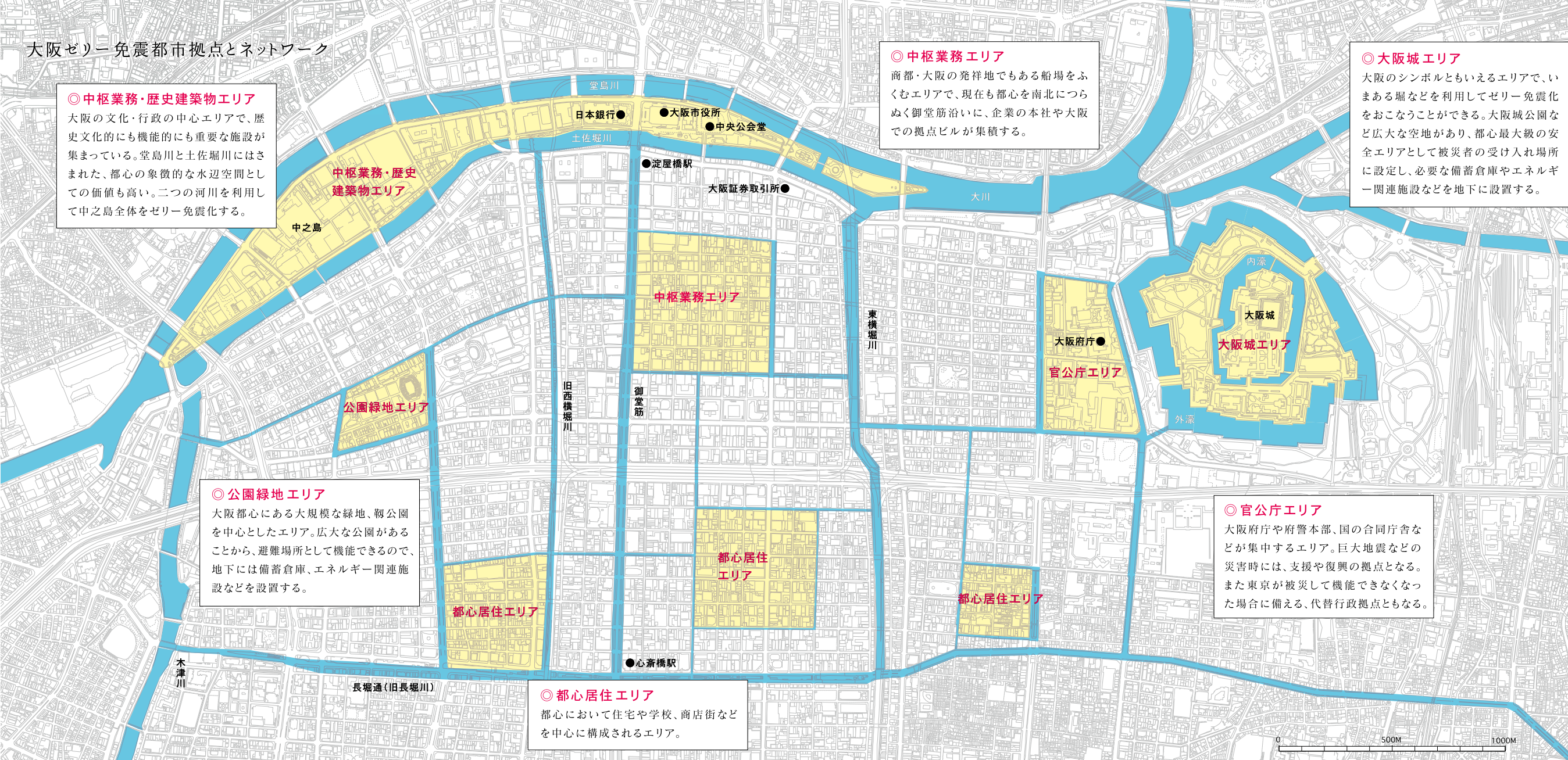
商都・大阪の発祥地でもある船場をふくむエリアで、現在も都心を南北につらぬく御堂筋沿いに、企業の本社や大阪での拠点ビルが集積する。

◎大阪城エリア

大阪のシンボルともいえるエリアで、いまある堀などを利用してゼリー免震化をおこなうことができる。大阪城公園など広大な空地があり、都心最大級の安全エリアとして被災者の受け入れ場所に設定し、必要な備蓄倉庫やエネルギー関連施設などを地下に設置する。

◎官公庁エリア

大阪府庁や府警本部、国の合同庁舎などが集中するエリア。巨大地震などの災害時には、支援や復興の拠点となる。また東京が被災して機能できなくなった場合に備える、代替行政拠点ともなる。



◎建設コスト比較（基本形エリア）

都心にある建物をすべて免震構造に建て替えた場合と、ゼリー免震によって地盤のみを免震化した場合のコストを比較した。

- ・建物すべてを免震構造にする建設費（建設可能面積を敷地の五〇％とし、容積率六〇％、建設単価三〇万円/㎡と仮定）
- ……………約二二五〇億円
- ・地盤をゼリー免震構造にする躯体建設費（敷地の周囲に、厚さ一メートルおよび二メートルの厚さで深さ一〇メートルの連続地中壁を構築。単価二〇万円/㎡と仮定）
- ……………約一二〇〇億円

約半分の建設費で、免震化が可能と見積もった（大阪都心で試算したが、日本の大都市ではほぼ同様となる）。

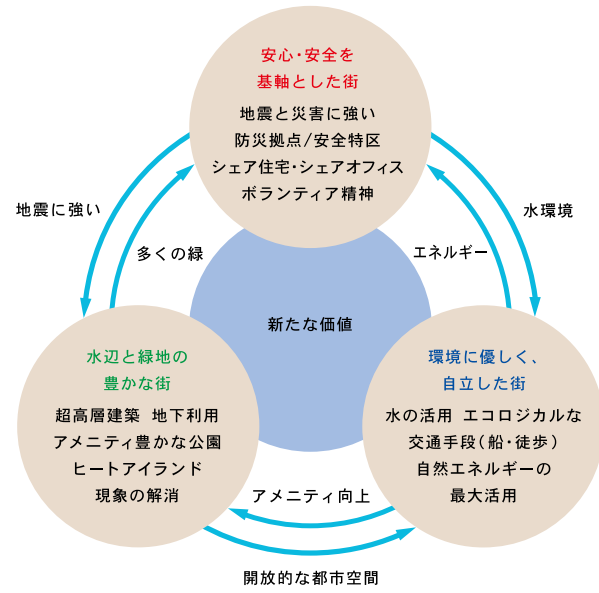
ゼリー免震は、既存の都市をエリアとして免震化することができる。

たとえば日本の多くの都市には歴史地区があり、寺院や城郭に代表される伝統的建造物が残っている。近年、建物の基盤や壁面に免震装置を施し、現状の姿のまま免震化する手法（免震レトロフィット）が進められている。しかし、建物をとりまく良好な環境（庭園・緑地、街並み、堀割など）までをふくめて免震化することは難しい。

ゼリー免震では、道路の一部を水路に転換することにより免震エリアを創出することができるので、歴史地区をはじめとした特徴ある既存の街区を保存しつつ、広い範囲で免震化することが可能だ。またゼリー免震は、実際の街区のように不整形のエリアでも免震機能を果たすことができる。

そこで私たちは構想の一つとして、いまの大阪都心を対象に、「大阪らしい特徴」と「緊急時の対応性」を重視し、八つのエリアを選定した。その範囲は江戸時代に堀割が多く造られ、現在でも水路が多い地域とした。これら八つのエリアは、それぞれ都市としての機能が異なるので、都心全体の安全性を高めるにはネットワーク化が必要となる。ゼリー免震の場合、各エリアは水路で

2「ゼリー免震ネットワーク」の構成



3「ゼリー免震モデルエリア」の建設

ゼリー免震は、都市に新たな価値を生み出す。その一つは「高度な安全」であり、もう一つは「豊かな自然環境」である。どちらも現代の大都市、それも都心にもっとも求められるものだ。

またゼリー免震は水路によって周辺地域と区切ることから、エリアとしての自立性が高い。この点を利用し、緊急時にも人が安心して生活できる自立型の機能をもつ場所とすることがふさわしいだろう。

そこで私たちは、「安全、環境、自立」を

コンセプトに、理想的な都市像を描くことをめざした。そして生まれたのが、「ゼリー免震モデルエリア」の構想だ。

ここでは大阪都心の環境などを考慮しつつ検討したが、同時にこれは日本の多くの大都市に適用できる安全都市モデルでもある。

● 建築計画

◎「安全」を基軸としたコミュニティ

私たちはまず、「ゼリー免震モデルエリアをどのような街にしたいか」について検討をおこなった。

モデルエリアでは、巨大地震のときにも高度な安全性を享受できる。と同時に、このエリアは周辺の被災者たちの受け入れ場所ともなる。さらに被災した周辺地域への、支援・復興拠点としての役割も担うことになる。

そのためにはモデルエリアに暮らす人々は、都市や生活の安全に対する高い意識をもち、ボランティア精神が豊かな人たちであってほしい。

そこでモデルエリアは「安全」を基軸としたコミュニティとし、かつて大阪の人々が自ら進んで街の復興に取り組んだような精神風土を醸成する街をめざした。都市には政治や経済、交通、文化など多様な拠点エリアがあるが、「安全」を基軸としたエリア

はおそらく世界でも初めてだろう。

コミュニティの基本構成

コミュニティづくりの基本として、モデルエリア内に暮らす住民数と、災害時に受け入れる被災者数を検討した。その結果、平常時の住民数を五〇〇〇人、災害時の受け入れ被災者数も五〇〇〇人と想定した。

エリア内には、五〇〇〇人の被災者が一週間暮らすことができる食糧や医療・生活用品を用意しておく。そのための備蓄倉庫を地下に設置し、災害時に迅速な対応ができるように運営管理は住民自身がおこなう。

備蓄倉庫などの地下施設は、ゼリー免震地盤のスリットの両壁を鉄筋コンクリートで建設するさい、同時におこなうことで効率化を図るものとした。

かりにゼリー免震モデルエリアを都心に一〇カ所建設すると、災害時に五万人規模の被災者の受け入れが可能となる。

シェア住宅 シェアオフィス

モデルエリアは、巨大地震やその後の余震などに対しても、安心して暮らすことができる地域だ。ここでは緊急時に避難してきた人々に、できるだけ通常に近い生活を提供したいと考えた。

そのため住宅は高層化して広いスペース

を確保し、シェア住宅の考え方を導入した。シェア住宅には、二つの方向が考えられる。

一つは、高層住宅の随所に共用スペースを設け、緊急時には被災者がすぐに生活できる住まいとして提供する方法だ。平常時の共用スペースは、住民のコミュニケーション空間や保育スペースなどに活用することで、豊かな住宅環境をつくる。

もう一つは、平常時から住民には広めの生活スペース（一五〇平方メートル程度）を提供し、これを半分に仕切れるようにしておく、緊急時に被災者に提供する方法だ。いずれの場合も、被災して精神的にも肉体的にも痛みを負った人たちに、季節や気候にかかわらず一定の快適さを備えた住宅を提供することを前提とした。

またモデルエリア内の高層オフィスについても、同様にシェアする方法で震災時の対応をおこなう。

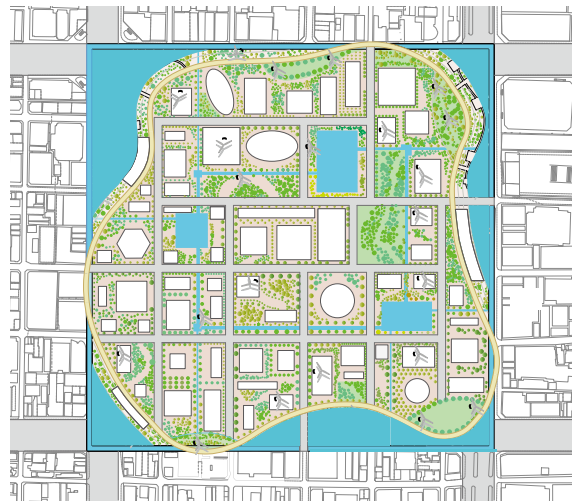
たとえば他都市が被災し、行政機関などが拠点を失った場合、あるいは近隣地域の企業や商店が事業拠点を失った場合などには、すぐにスペースを提供できるオフィスを想定した。この場合も平常時の共用スペースは会議、講演などに活用する。

「安全特区」について

こうした共用スペースなどを確保する



モデルエリアでは、水路の水量を調節することで、水景を変化させることができる。



平面図(水量調節時)

日本の大都市に不足しているものといえ、だれもがまず「水辺と緑地」といった自然環境を指摘するだろう。都市の緑被率を一人当たりの公園面積と比較すると、大阪や東京はニューヨークやロンドンの五分の程度にすぎない。

ゼリー免震の場合、基本形を例にすると四方を水路に囲まれているので、その部分だけで約一万平方米の水路の水域が誕生する。今回のモデルでは、さらに水路を利用してエリア内にも豊かな水辺空間を数多く造成するものとした。水域の拡大は、かつての大阪でみられたような、人と水辺との結び付きの復活にもつながるだろう。

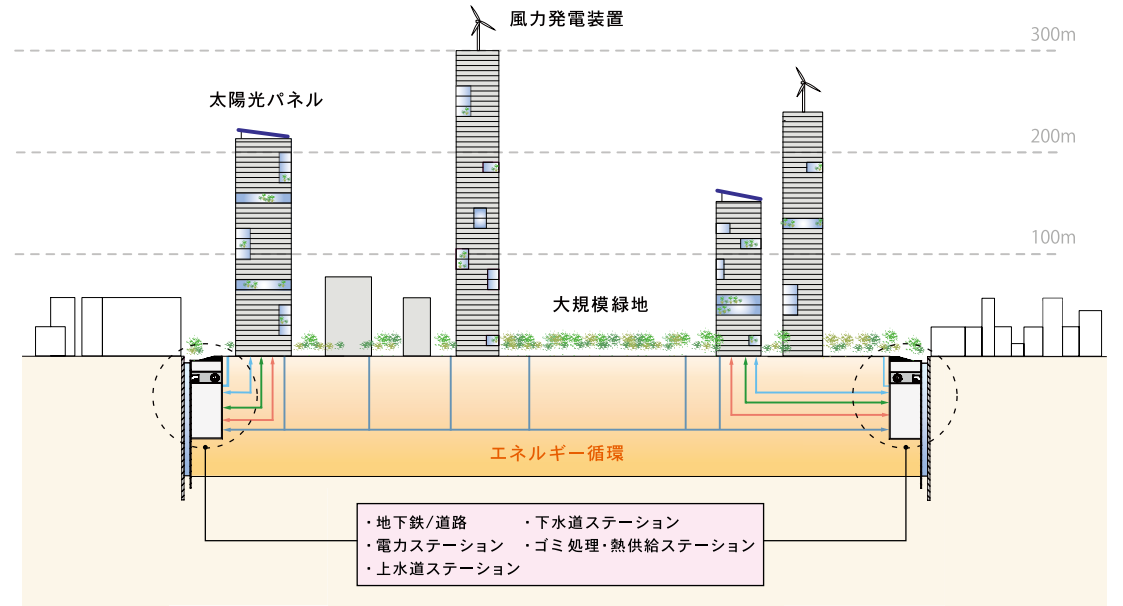
一方、ゼリー免震によってエリア内の安全性が高まるので、建物の高層化が容易になる。住宅やオフィスの高層化によって生

またれた空地を公園などの緑地にすることで、都心の緑被率も大幅に向上する。今回のモデルでは、前述した安全特区の恩恵なども活用し、エリアの建蔽率を四〇%以下(第一種住居専用地域と同等)と設定した。また鉄道や道路などの交通関連施設やエネルギー関連施設などは、できるだけ地下化する。これらの方法によって、モデルエリアでは豊かな自然環境が生み出される。また緑地の一部は、緊急時の救援施設やヘリポート用地としても活用する。

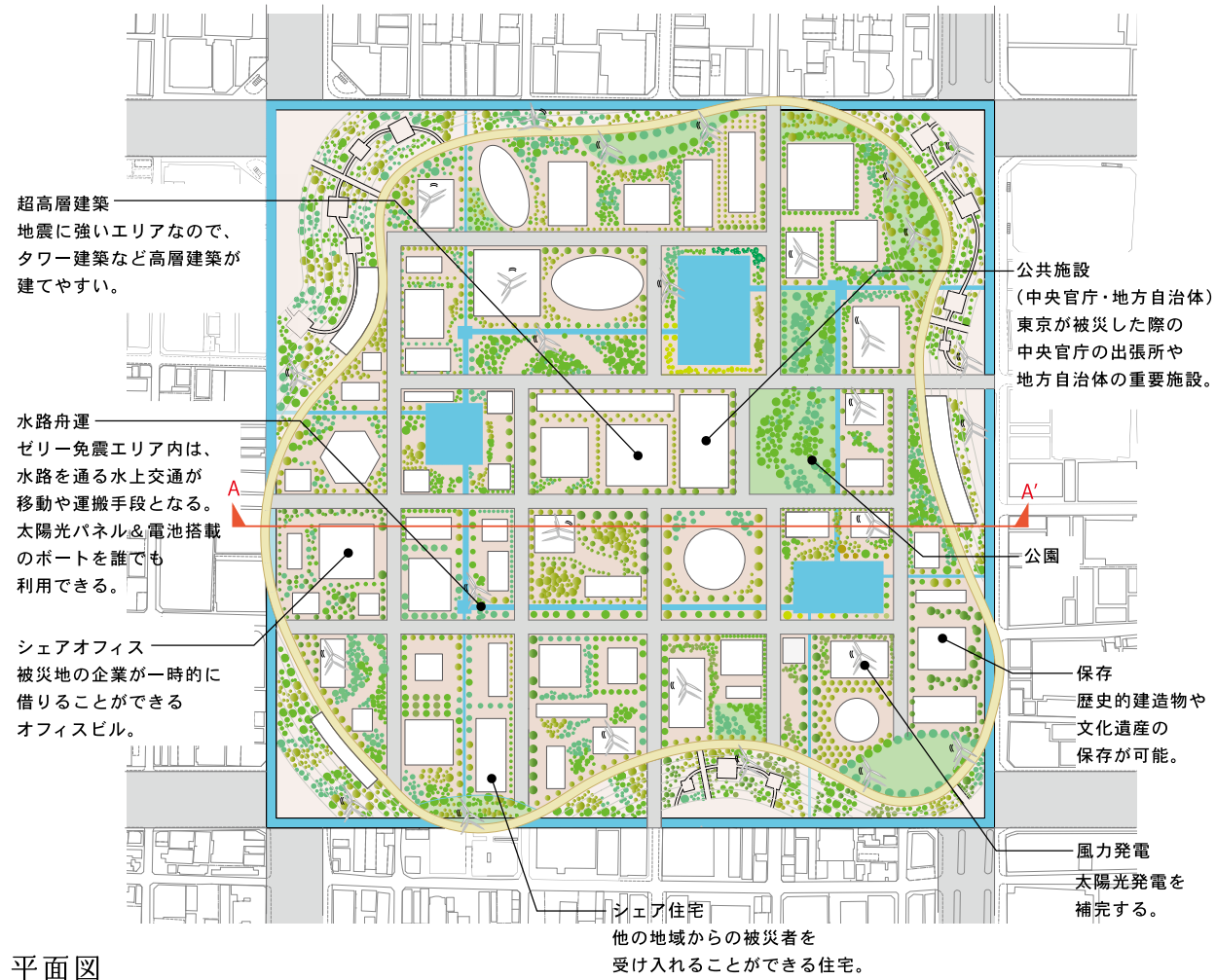
水辺と緑地の増加は、ヒートアイランド現象のような都市気候の改善にも効果がある。ヒートアイランド現象の緩和には、地表面の人工化を抑制し、水辺や緑地を増やすことが有効であると指摘されている(東京都環境研究所ほか)。モデルエリアでは、水辺と緑地の拡大、建物や道路による被覆面積の縮小などによる相乗効果で、ヒートアイランド現象の解消を図るものとした。

また水路には膨大な量の水があるので、これをさまざまな水資源として活用する。たとえば、緊急時に火災が発生した場合の消火、建物の屋上や壁面の緑化、打ち水やミスト撒布による涼しさの演出など…。あるいは人工的に水路からエリア内に水があふれる場所をつくっておき、水辺の景観に変化を与えることもできるだろう。

ゼリー免震モデルエリア

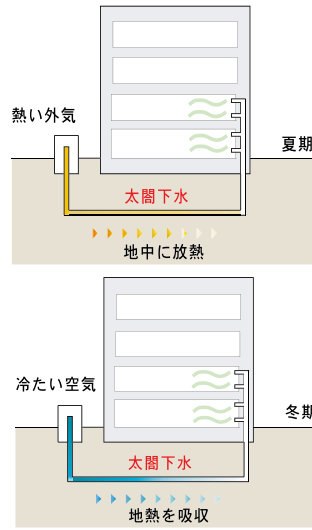


立断面図 A-A'



平面図

クールヒートトレンチ 概念図

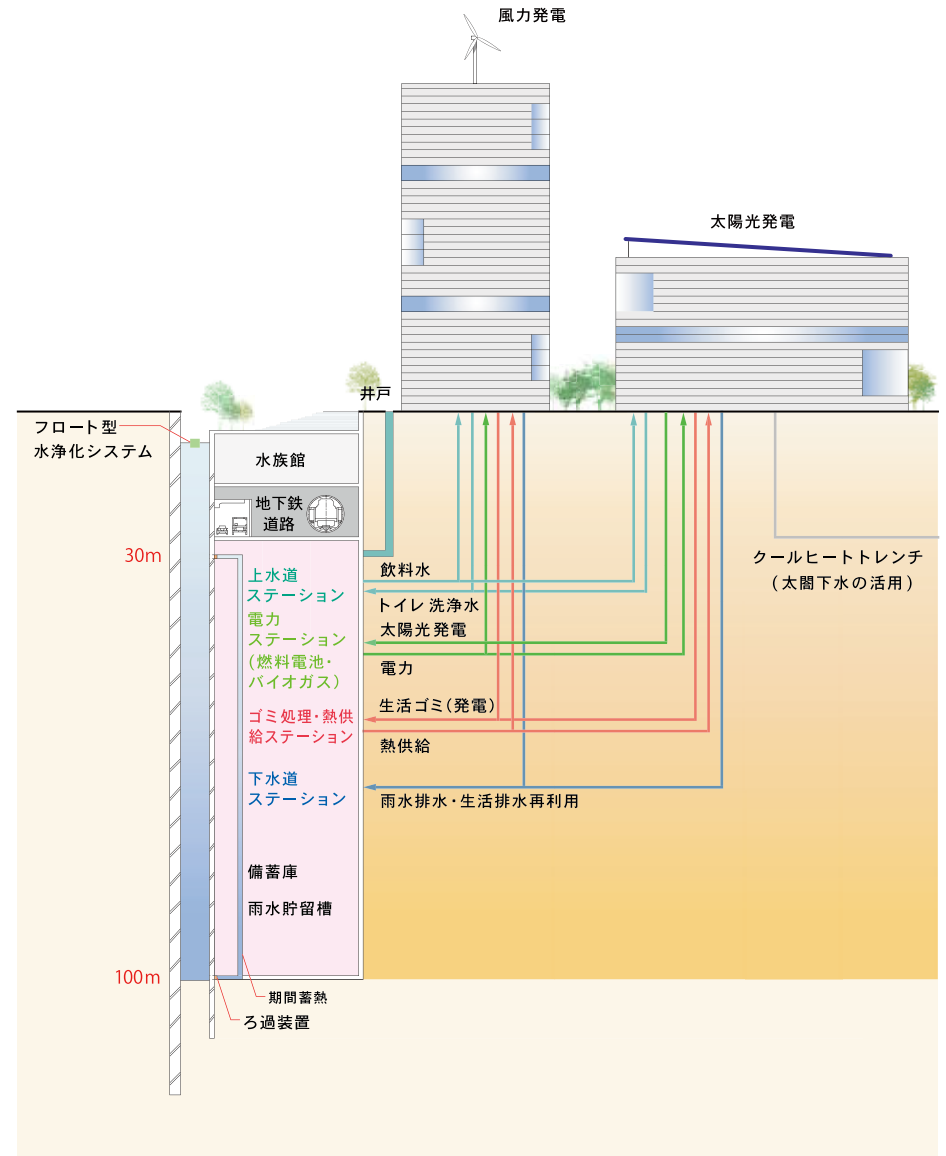


太閤下水：豊臣秀吉が最初に造った太閤下水は開架式だったが、その後閉架式となり、現在でもかなりの部分が使用されている。「千年都市大阪 まちづくり物語」財団法人大阪市都市工学情報センター発行より 提供：大阪市建設局

る。その内部空間は外気にくらべて夏は涼しく、冬は暖かい。これを空調などに利用する「クールヒートトレンチ」方式を導入し、建物の外気負荷を軽減する。

◎水供給・ゴミ処理など
飲料水・生活用水の供給は、地下水・雨水（トイレ用）の貯留利用のほか、排水浄化シ

設備計画 概念図



●設備計画
設備の一部はすでに建築計画で紹介したが、ここではモデルエリアにおける基本的な考え方と概要を示しておきたい。設備計画は、「自立型」を基本とした。な

ぜなら巨大地震のときにこのエリアが完全に機能し、さらに被災者の受け入れなどの支援活動を円滑におこなうためには、エネルギー供給をはじめとした諸設備が自立して機能する必要があるからだ。またモデルエリアは、水辺と緑地を多く

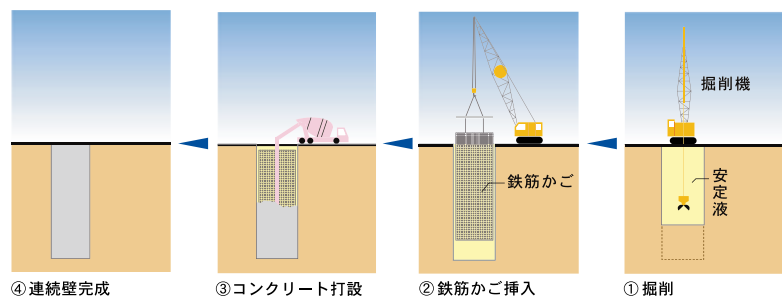
●施工計画

ゼリー免震地盤の躯体工事は、水路となる深さ一〇〇メートルのスリットの掘削と、その両側に鉄筋コンクリート壁を建設することに集約される。

◎関係施設の地下化
設備関係の施設（上水道ステーション、電力ステーション、ゴミ処理・熱供給ステーション、下水道ステーションなど）は、すべて地下化する。

◎施工手順（地中連続壁工法）
①大型の掘削機で壁厚の溝を掘り進める（両側の壁を別々に施工）。同時に壁の崩落を防ぐため濃度の高い安定液を充填していく。

施工手順



②掘削深度が所定の深さ（今回は一〇〇メートル）に達したら、鉄筋かご（鉄筋をかご状に組んだもの）を入れる。

③コンクリートを打設して壁をつくる。

④両側のコンクリート壁ができた後、あいだの土砂を除去し、スリットとする。

なお工期については、ゼリー免震地盤（基本形）を一つ建設するのに、重機二〇台を投入して一八カ月と想定した。

もつ未来の都市でもある。そうした環境にふさわしい、環境負荷の少ない自然エネルギーをできるだけ使用することを心がけた。

◎エネルギー関連
モデルエリア内の平常時（居住人口五〇〇〇人）のエネルギー供給は、基本的に「太陽光パネル」による発電でまかなう。夜間や曇天時には地下に設置した電力ステーションのバイオガス発電、ゴミ処理・熱供給ステーションの発電などでフォローする。将来的には太陽光パネルによる発電電力を高性能電池に蓄積する方法で、完全に自立できる可能性もある。また燃料電池の研究が進めば、二酸化炭素を排出しない究極の循環型都市をつくることも可能だ。太陽光パネルは、高層住宅やオフィスの屋上、壁面を利用して設置する。

震災時には被災者が最大で五〇〇〇人増えるが、オフィスなどの消費電力量が減少すると想定し、平常時と同じシステムで対応できるものとした。

また、環境負荷削減に配慮し、水路下部（約一〇〇メートル）を水蓄熱槽として利用する期間蓄熱（冬季に冷水を貯め、夏季に冷房利用）により、夏季のエネルギー使用量の削減をおこなう。

一方、大阪都心の地下には、豊臣秀吉にはじまる太閤下水の一部が現在も機能してい



ゼリー免震・御堂筋計画

私たちは、ゼリー免震を活かして提案してみたい一つの夢がある。それは御堂筋の未来像だ。

キタ(梅田)とミナミ(難波)の両繁华街をつなぐ大阪のメインストリート、御堂筋。元は幅五メートル、長さ一・三キロほどのありふれた道路だったが、一九三七年に幅四四メートル、長さ四キロに及ぶ大幹線に改修されて開通した。電線の地中化や四列の銀杏並木など、当時としては先進的

かつ画期的な道路であり、その後長く大阪のシンボルの一つとなってきた。

御堂筋は現在でも日本を代表する美しい幹線道路だが、隣接する船場地区の活性化をふくめ、大幅な見直しが官民あげて検討されている。そこで私たちは、七〇年以上も前に最先端の技術と発想を大胆に取り込んだ先人たちの想いを継承すべく、ゼリー免震によって御堂筋の未来像を描いてみた。



現在の御堂筋

概要はモデルエリアに準じるが、ここでは水路とその周辺を中心に計画した。車道はすべて地下化し、地上は水辺と緑地で構成する歩行者空間とした。

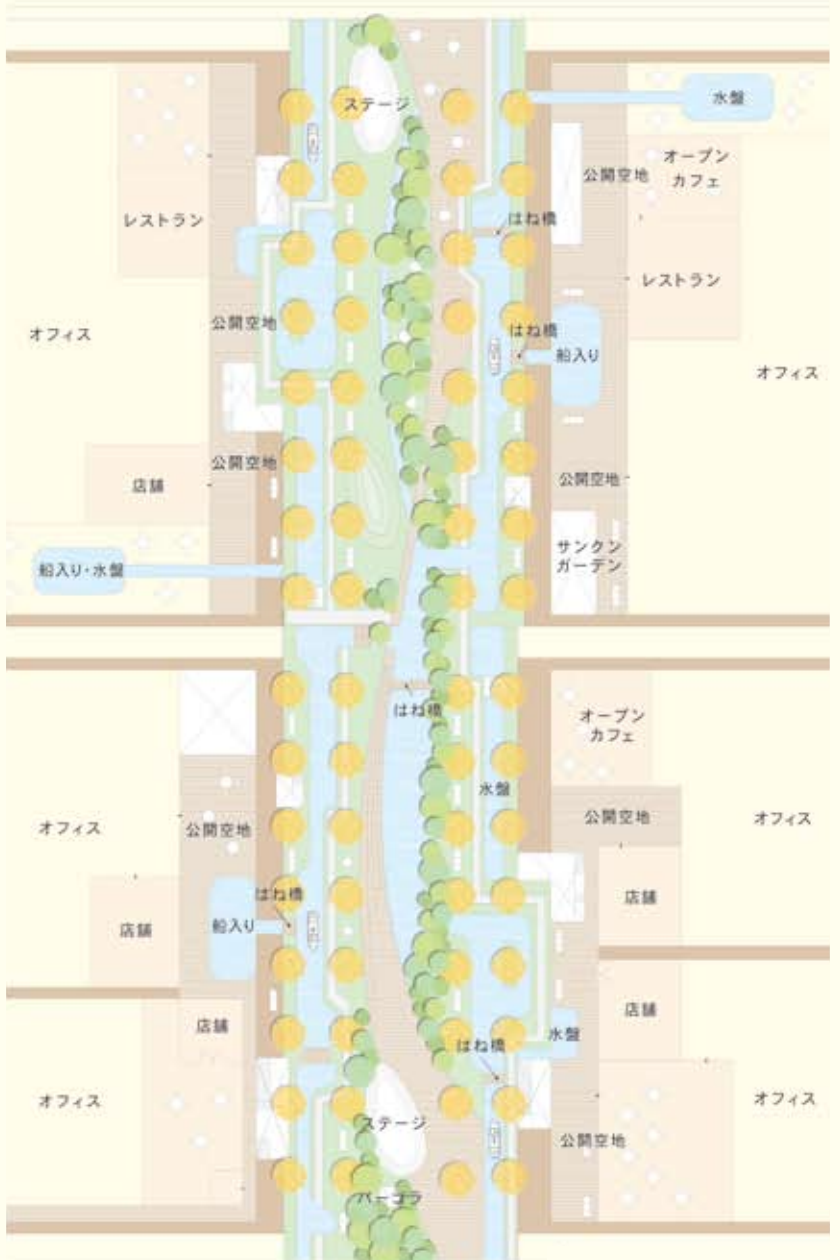
が都心に誕生する。面積は東京の日比谷公園を少し上回る規模だが、非常に細長く、歩くと水辺の景観が次々と変化する個人的な都心の公園となるだろう。

の散策道となり、森となる。水路の一部をオフィスや商店の近くまで引き込み、かつて大阪にあった「船入り」を再現してみよう。船入りは江戸時代、堂島にあつた各藩の蔵屋敷が、水路を自邸の庭園内まで引き込み、船を直接乗り入れて

御堂筋計画 断面模式図



御堂筋計画 平面模式図



水を利用したアクティビティ豊かな水都の夜景



ゼリー免震の水路を併用した船入り

ゼリー免震の水路を併用して、小型のボート(太陽光発電パネル+電池)を浮かべ、循環型の交通システムをつくる。ボートはだれでも乗り降り自由にし、水辺の景観や商店での買い物などを楽しみながらの水上散策ができるようにする。緊急時には、船入りと水路は避難経路としても機能できる。

あるいはゼリー免震の安全性をアピールして、低剛性の素材(土、細い木、わらなど)をあえて使った建築や巨大アートを展開する場とするのも面白い。一方、地下の通路は、天井部分を水族館にして、眺めながら歩く空間にする。水をおとして日差しを感じながら魚影を見上げる「天井水族館」は、世界にも類がないだろう。

御堂筋の水路沿いには随所に広い空地をとり、野外ステージやマーケット広場などを設置する。豊富な水を利用したウォータースクリーンによる映像空間や、巨大な噴水によるドーム型の清涼空間など、多彩なアクティビティも水の都らしさの演出となる。人々が集まりやすく、夜間のライトアップなどにも映える水辺のスポットが数多く生まれるだろう。

そして最後に商都らしく、御堂筋のゼリー免震を新しい「水ビジネス」として世界に紹介したい。都市免震と膨大な水の貯留を兼ねたシステムは、御堂筋の景観とあいまって注目のエリアとなる。

人や物資の積み下ろしをおこなった場所(浜)だ。藩の「浜」を、ここでは市民の「浜」に変える。歴史的景観の再生でもある船入りと、

爽快で柔軟な技術というべきかもしれない。地盤を免震装置にするとどう発想は、私たち建設技術者にとっても斬新で、興味深いテーマだった。そこからどんな都市が生まれ、どんな明日がみえてくるのか：私たちは大阪を舞台にして一つのイメージを創出したが、読者の方々にもそれぞれ思いがあるだろう。

御堂筋は、世界初のゼリー免震エリアとして、また未来の都市環境のモデルとしても、世界から多くの人々が訪れるだろう。

●作業を終えて

二〇〇四年に発生したスマトラ沖地震では、その後一カ月以上にわたって地球上で揺れが観測された。巨大地震のエネルギーのすさまじさは、私たちの想像を超えるものがある。

今回私たちが提案したゼリー免震は、ゼリーというかわいらしい名前が付いているが、巨大地震に立ち向かう壮大な技術だ。いや、免震なので、巨大地震を「柳に風」と受け流す、

現代の西日本は秀吉の時代と同じような地震の活動期に入っている、としている。

爽快で柔軟な技術というべきかもしれない。地盤を免震装置にするとどう発想は、私たち建設技術者にとっても斬新で、興味深いテーマだった。そこからどんな都市が生まれ、どんな明日がみえてくるのか：私たちは大阪を舞台にして一つのイメージを創出したが、読者の方々にもそれぞれ思いがあるだろう。

未来は遠いようで近い。今回の提案がきっかけで、都市の免震化への関心が高まることを願っている。

現代の西日本は秀吉の時代と同じような地震の活動期に入っている、としている。

- 大林組プロジェクトチーム
- 設計本部
- 建築設計 東井嘉信 水上栄
- 構造設計 富澤健 徳山純一郎
- 設備設計 大石晶彦
- 開発事業本部
- 開発計画 中善昭