

地震対策を考えるセミナー資料 2025-No.1-3

マンションの新しい地震対策

微動診断＋高弾性材料補強＋復旧工事保証契約

2025 年 4 月 28 日

構造品質保証研究所

五十嵐 俊一

はじめに

近年の大地震では、新耐震でも、多くのマンションで、コンクリートにひびが入り、生活に支障をきたす被害が生じています。震災後は、長期に渡って材料、作業員がひっ迫し、復旧工事には、多くの時間と費用を要しています。被災後、数年経っても補修工事に着手できないマンションもあります。旧基準だからということで、高額のコストをかけて、新耐震基準並みの強度があるかを計算で確かめる耐震診断を行い、工事の不便等を我慢して、耐震強度不足をコンクリートの壁や鉄骨で補う耐震補強工事を実施しても、生活に支障をきたす被害を防ぐことにならないのが現実です。東日本大震災、熊本地震等では、新耐震でも、耐震補強済みでも、退去や、大規模修繕を余儀なくされたマンションが多数あります。

新耐震基準は、大地震に際しては、倒壊防止を目的としており、コンクリートにひびが入り、鉄筋等が変形して元に戻らなくなることを前提としていることから、このような被害が生ずることは、専門家から見れば当然です。この上、専門家、行政、報道関係者まで、新耐震基準の耐震理論は、伝統木造から超高層ビル、道路・鉄道施設まで、あらゆる建物、インフラ施設に適用できると誤解していることが、このような現状を招いた根本原因となっています。

近年のマンション被災と耐震診断、耐震補強の現状は、これを打開する新たな対策が必要であることを示しています。本書には、現状分析、新たな対策の要件の抽出、そして、これを満たす方法として、微動診断、高弾性材料補強、復旧工事保証の提案が記載されています。これは、実測に基づいて現状の構造性能を評価し、現実的に被害を想定し、事前に補強で対策すべき被害、できるところは実施し、その他の被害については、復旧工事を速やかに実施する体制を造ることでカバーする方法です。補強には、鉄やコンクリートは使わずに、高弾性材料を用いる新しい補強工法である SRF 工法を用います。また、診断は耐震設計計算をやり直すのではなく、常時の揺れから構造性能を抽出し、大地震による損傷を予測する微動診断を用います。診断と被害想定、及び復旧工事は、構造品質保証研究所が主宰する SRF 研究会の会員設計事務所と建設会社が協力して実施します。

この新しい方法が、大地震の危険性が切迫する中で、安全で快適なマンション、そして、都市と国を造ることのお役に立つことを願っています。

構造品質保証研究所
代表取締役 五十嵐 俊一

目次

1. 近年の大地震におけるマンションの被災実態	1
2. 新たな対策の必要性和要件	1
3. 自然法則に従う地震対策	4
4. 戦後の耐震設計の踏み石となった地震は慣性力を生ずるという誤解	9
文献	11

添付 1 安全で快適な都市と国に向けての提案

1. 近年の大地震におけるマンションの被災実態

2011 年東日本大震災、2016 年熊本地震など、近年の大地震の震度 6 弱以上の地域では、新旧耐震に関わらず、多くのマンションで被害が生じています。

民間調査機関によれば、1995 年兵庫県南部地震、2011 年東日本大震災、及び 2016 年熊本地震での分譲マンション被害調査から、無被害率は、熊本地震の熊本市で、722 棟中 174 棟で、24%、東日本大震災の宮城県で、1460 棟中 738 棟で、50.5%、阪神・淡路大震災の兵庫県で、5271 棟中 2729 棟で、51.9%で、無被害率が小さくなるどころか増加していると指摘しています¹⁾。地震の建物被害率は、調査範囲を広げれば小さくなるので、東日本大震災では仙台市、阪神・淡路大震災では、神戸市で統計をとれば違う数字になったとは考えられますが、新旧耐震に関わらず、多くのマンションで被害が生じていることは明らかなです。熊本地震発生後 5 年時点での調査でも、罹災証明の被災区分（全壊、大規模半壊、半壊、一部損壊、被害軽微）と竣工年の相関は認められないと報告されています²⁾。

構造品質保証研究所は、数次に渡って熊本地震の被害調査を実施しました³⁾。その結果、新旧耐震に関わらず、マンションの被害が確認されています。主な被害は、次のようなものです。

- ①コンクリートひび割れ、剥落、崩落
- ②柱・梁・壁等の鉄筋露出、座屈、破断
- ③タイル落下
- ④高置水槽の損傷、側壁落下
- ⑤受水槽の損傷
- ⑥エキスパンションジョイントの損傷、段差
- ⑦エレベータ損傷
- ⑧層崩壊、建物傾斜、沈下、転倒
- ⑨地盤変状、埋設管破壊、駐車場スラブ破壊
- ⑩機械式駐車場損傷

震災の復旧工事の実態について、アンケート等で調査した専門家は、「公的助成の期限があり、業者優位の状況となっており、見積が高額、質が悪い、工事監理も不十分、完了立ち合いもなく工事終了した」等の様々な問題を報告しています^{4,5)}。また、工事には長期を要しており、熊本地震では、震災後 5 年が経過してようやく工事完了した事例もあります²⁾。

2. 新たな対策の必要性和要件

日本建築学会東北支部は、東日本大震災の被害調査報告書⁶⁾で、「都市部におけるマンションは、旧基準で設計されたものが 20%程度しかなく、80%程度は既に現行基準で設計されたものである。これまで、マンションの耐震化は旧基準で設計されたものを耐震補強することに力を注いできたが、今回の東日本大震災での被害を調べてみると、現行基準で設計さ

れたものでも多くの被害が発生しており、財産管理上でも個戸のオーナーからの苦情も多いと聞く。このようなことから考えるとマンションの耐震化はすでに新時代に入ってきているのではないかと考えている。即ち、旧基準 vs 現行基準のようなものの考え方はもう古くなってきていることが分かる。これからのマンションの耐震化は、非構造部材、設備などの主体構造以外の所にも十分配慮したものでなければならない。もう、マンションの耐震化は新時代に突入していることに気付く必要がある。マンションの個戸のオーナーの意見として無被害化を目指してほしいという希望が多いことを申し添えておく。」と述べています。

また、熊本地震のアンケートの分析から、「元の生活に戻す為の復旧費用の観点から、被災状況を見ると、構造部分の補修費用は全補修費の 10～15%に過ぎず、非構造部分の補修費がほとんどを占めていることから、地震保険、罹災証明の判定は構造分だけについて行われているが、これを、非構造部分の復旧費用も含めたものにする」こと、及び「設計時に非構造部材の損傷が最小限になるようにする」²⁾ ことの必要性が指摘されています。しかし、これらは、実現していません。

マンションも含めて、現行の建築物の地震対策は、新耐震基準であれば、何もせず、旧耐震であれば、耐震診断と耐震補強をすることになっていますが、新旧耐震に関わらず、多くのマンションが被災している実態を見れば、耐震診断等を行ったとしても、被災の危険性を客観的に評価すること、減ずることは難しいことが分ります。さらに、耐震診断を行っても、結果はほとんどがNGとなり、提案される耐震工事は、内容的にも金額的に難しいという現実から、結局、耐震診断も行っていないマンションが多いのが現状です。

NHK によれば、2021 年 12 月時点で、都内の旧耐震マンション約 7000 棟に調査した結果、耐震診断実施済みとの回答は、32%、そのうち、耐震性が不十分と判定された約 1100 棟について、耐震改修実施済みは、約 26%に留まっているとのこと。耐震性が不十分と判定されても、7 割は、工事がなされてなかったことが報道されています⁷⁾。

阪神大震災を契機に既に 30 年間もその必要性が度々指摘され、法整備が為され、助成制度が拡充されてても、新耐震でも多くのマンションが被災しており、対策が遅々として進まないという現状は、これまでの対策が、行き詰っており、新しい対策が必要であることを示しています。これは、専門家と行政は、新耐震基準は、大地震に際しては、倒壊防止を目的としており、耐震強度の計算では、コンクリートにひびが入り、鉄筋等が降伏する、則ち、変形して元に戻らなくなることを前提としている^{8),9)}ことから、仕方がないとしていることにも起因しています。

さらに、新耐震基準、耐震診断基準の構造計算、及び超高層等に用いられてる時刻歴応答解析という計算法は、科学的根拠に基づく汎用的で優れた方法である。見直しや、改定の必要は全くない。地震対策は旧基準の耐震化で十分である。これは、『地震が発生すると建物の各部分にはその質量に比例する慣性力が作用する』という自然の法則を用いているからであるという誤解が、専門家、行政、報道関係者の間に 1950 年代以降、広まり、

阪神淡路大震災を契機に、定着してしまったという現実によるものであると考えられます。

厳しい被災状況と従来の対策を巡る行き詰った現状は、これを打開する新たな対策が必要であることを示しています。次のような対策でなければ、代わり映えがなく、実効性が薄いと考えられます。

- ① 新耐震、旧耐震、耐震診断実施済みに関わらず対策を行う
- ② 耐震基準をクリアすることに拘らずに安全性と使用継続性を確保する補強を行う
- ③ 建物の現状の構造性能、問題点を把握し、対策を現状に即して計画的に行う
- ④ 鉄やコンクリートをできるだけ使わずに補強する
- ⑤ 被災するリスクを考えて対策する
- ⑥ 自然法則に従って、診断と補強を行う

①は、新耐震、旧耐震、耐震診断実施済みに関わらず被害が生じている現状を踏まえたものです。②も、①と同じことを表と裏から見ていることになりますので、①だけでなく、②を行うことが重要なポイントになります。これでない、結局補強工事ができない、工事しても地震で被災する、という現状を繰り返すことになります。

③の現状把握は、地震対策に限らず、対策を合理的に行うには必須の条件です。しかし、従来の耐震診断は、古い図面と構造計算書を基に、現行基準並みの強度があるかを計算し直すというものですので、設計のやり直しになりますので、現状把握にはほとんど役立ちません。

④の材料は、従来の耐震補強工事で大量に使われる材料です。これらは、計算上の耐震強度を増すことには有効ですが、新耐震、旧耐震、耐震診断実施済みに関わらず被害が生じている現状を考えると、同じことの繰り返しになって、結局、被災してしまうことになります。鉄やコンクリートをできるだけ使わないことは、費用と工事の大変さを抑えるだけでなく、被災のリスクを軽減する効果があると期待できます。鉄、コンクリートは、製造、運搬、打設等の過程で大量の CO₂ を排出しますので、これを削減するという国際的要請にも応えることになります。

⑤は、どのような対策でも、考えるべきことです。被災することがなくなるような対策はあり得ないので、万一の場合にはどうするかを考え、これに備える必要があります。

⑥は、対策が現実機能するためには欠くことができないものです。現実の建物の運動と変形、損傷、破壊、そして、倒壊も、自然現象ですので、自然法則に支配されています。これらは、慣性の法則、運動の法則、作用反作用の法則、万有引力の法則、及び弾性の法則に代表される構成則の5つです。構造物の診断も補強もこれに即した方法でないと、現実の地震に対して効果を発揮することはできません。

かつては、日本の木造建築、鉄筋・鉄骨コンクリート造、及び鉄骨造の建築物とインフラ施設には、自然法則に即した地震対策が施されていました。伝統木造は、千年以上の長い時

間の中で多くの震災を経験し、洗練された技術です。戦前までの鉄筋・鉄骨コンクリート造、及び鉄骨造技術は、濃尾地震以降の内外の震災の調査と物理学、数学、材料力学を用いた研究開発の成果です。これらは、自然法則の支配する現実の世界で実験され、実証された技術です。

しかし、1950年代以降に、米国から輸入されたコンピュータと数値計算技術は、自然法則に従わないシミュレーション計算を可能にしました。この結果、現実にはあり得ない『地震は慣性力を生ずる』という耐震理論が作られ、コンピュータの中でこの人工的な法則に従った計算が行われるようになっていきます。このようにして作られたものが、新耐震基準と耐震診断基準であり、時刻歴応答解析による設計法です。細かい数字に拘ることが特徴で、コンピュータなしでは、設計不可能になっています。

新耐震基準の係数や数値は、従来の想定を覆すような大地震が相次いでいるにも拘らず変更される動きもありません。新耐震基準は制定後、既に40年以上経過していますが、『新耐震基準』と呼ばれ続けています。これは、現行の基準書に書かれた係数や数値は、人工的に造られた法則を定めたものであり、新しい現象や事実が発見されても、変更することができないことの現れです。耐震診断や補強工事に巨額の助成金を支出しているので、今更基準を変更し、再診断、再補強になったら大変だという事情もあります。

現実に応じた地震対策は、自然法則に従った理論と実測、実証実験によって、はじめて実現することができます。伝統木造、戦前の耐震基準は、自然法則の中で培われた先人の知恵の結晶であり、年月によって輝きを失うことはありません。これらに共通する基礎と接合部を工夫して過大な地震の作用を避けること、構造物を弾性範囲内に収めるような構造を造ることは、自然法則に従ったものであり、新たな対策にも役立てることができます。なお、新耐震基準で使っている係数、数値の計算式の中には、永年の調査・分析の蓄積によるもの、力学的な背景があるものも含まれています。これらは、自然法則に従って、新たな方法でも計測、計算することができますので、耐震設計や耐震診断で得た係数、数値と比較することは可能です。

3. 自然法則に従う地震対策

前項に掲げた6つの要件を満たす地震対策は、微動診断、高弾性材料補強（SRF工法）、及び、復旧工事保証の3つの方法で組み立てることができます。以下に説明します。

(1) 微動診断

微動診断は、マンションの地震対策において、前項③の現状の構造性能、問題点の把握に用いることができます。次のような概要です。

建物も、これを支えている地盤も、常に振動しています。これを常時微動と呼びます。これは、物には弾性と慣性があり、常に重力が作用しているという自然法則による現象です。数学的な分析から、物には固有の振動形状と周期があることが導かれ、実証されています。常時微動は複数の固有振動を含んでいますが、これを、特に、固有震動と呼んでいます。

微動診断は、建物内に複数の計測装置を置いて、常時微動を計測し、固有震動の形状と周期を捉えて、構造性能を評価する各種の指標を計算し、大地震での揺れ（加速度、変位）、変形、及び損傷の程度を予測する方法です。算出される指標値には、現行の耐震設計や耐震診断に使われている係数、指標も含まれますので、設計計算書の値や、耐震診断報告書の値と比較することができます。類似建物の結果をデータベースとして、構造性能評価の客観性と精度を向上させることができます。実物の実測ですので、地盤条件、設計内容、施工品質、経年劣化等の影響を把握することもできます。一回の計測は 30 分程度、半日から 1 日程度で計測が完了し、結果は、1 週間程度で報告書にまとめることができます。

この技術は、1999 年 12 月から実建物の診断に適用され、2007 年までに、27 件の建物、インフラ施設に適用されました。その後、計測機の高性能化、ワイヤレス化に成功し、2017 年 8 月から実建物への適用を再開し、2025 年 3 月までに、73 件に適用されています。現在、計測器の一層の小型化、分析の自動化に取り組んでおり、診断作業の所要時間の短縮、内容の単純化を計り、実績の急拡大を目指しています。近い将来、全国に約 100 万棟程度存在すると考えられるマンションの大半の診断を行い、データベース化することを計画しております。

(2) 高弾性材料補強

耐震補強は、鉄や炭素繊維などを、構造躯体にアンカーを打ち込んだり、エポキシ樹脂などで貼り付ける方法です。これらの材料は、コンクリートより、硬いので地震で繰り返し揺れるとコンクリートを壊するという課題がありました。しかも、小さな変形で降伏したり、破断するので、想定を超える地震では一気に破壊する危険性があります。

新たな対策に用いる補強は、しなやかで強いポリエステル繊維製の補強材を柱の周囲に巻き付ける、梁、壁等の表面に一液無溶剤のウレタン製の接着剤で貼り付ける方法です。ポリエステルもウレタンも、コンクリートや木材よりも柔らかい材料ですので、これらを傷つけたり、破壊したりすることはありません。さらに、大きく変形させても元に戻る性質を持つので、高弾性材料と呼ばれています。

柔らかい材料でも、適宜の厚さで用いれば、鉄等と同等の強度を発揮する上に、想定を超える大きな地震でも、効果が発揮されること、しなやかな高弾性材料ですので、柱等に巻き立てた場合には、万一、内部が粉碎されても、補強材が切れない限りは、一体性を保持し、軸力を支持するというフェイルセーフ機能も発揮することが、実験と理論で確認され、SRF 工法という名称で、(一財)日本建築防災協会の技術評価を受けています。

SRF 工法は、2002 年に沖縄県の配管橋脚に実験的に施工されたことを端緒に、2003 年 1 月には実建物の補強に使用され、2025 年 3 月までに、2,553 件の非木造建物・施設の補強に使われています。補強した柱は、23,198 本、壁 1,631 枚、梁 615 本、崩落防止 4,640 箇所です。

この内、倒壊防止を目的として、倒壊危険度 (I_f 値) という独自の指標で補強した建物は、

517 棟です。この補強方法は、建物には重力が常に作用しており、地震で建物に変形し、重力を支持できなくなれば倒壊する。従って、地震で建物が大きく変形しても、重力を支持して、震動を続けられるように、主要な柱を補強すれば、倒壊を防止できるとの自然法則に基づく推論によるものです。倒壊危険度は、各柱について、作用する軸力の最大値と支持力を失う軸力（軸耐力）の比を計算してこの最大値をその階の倒壊危険度とし、1.0 を下回ることを評価値としています。なお、軸耐力の計算には3の安全率を用いています。

高弾性材料による補強は、部材や接合部の復元性を向上させるだけでなく、構造物の固有震動形状を整えることにより、揺れを抑え、損傷も抑える収震性向上効果も発揮することが震動台実験、震災事例、補強前後の微動診断で明らかになっています。

収震性とは、地盤の震動を自身の震動に収めて復元する性質で、建築物やインフラ施設など、自重を支えて所定機能を発揮するように造られた構造物には多かれ少なかれ備わっている性質です。これは、高弾性材料で補強することでさらに向上させることができることが理論と実験、実測で検証されています¹⁰⁾。

(3) 復旧工事保証

如何に優れた対策を行っても、被災する危険性をゼロにすることは困難です。また、被害が壊滅的なものでないと見極められれば、被災してから補修することも対処法の一つになります。被災後の速やかな現状把握と復旧工事を保証する方法が、復旧工事保証です。ただし、工事实施は、施工者と施主が工事内容、金額等に合意することが前提となります。

マンション管理組合（甲）、構造品質保証研究所（SQA）が主宰するSRF研究会の会員である建設会社（乙）、及びSQAの3者で契約を締結し、被災時の速やかな復旧を行う体制を整える方法です。契約は、次のような内容になります。

- ① SQA は、マンションが、震度6弱以上の大地震に遭遇した場合の被災調査、復旧工事見積、工事発注された場合の復旧工事をSRF研究会会員建設会社が実施することを保証する。ただし、対象とする復旧工事項目（調査項目及び見積項目）は契約締結時点で、甲に提示されるものとする。
- ② マンションが、震度6弱以上の大地震に遭遇した場合には、乙は、SQAと協力して、被災調査を行い、調査結果と復旧工事項目及び工事金の見積書を提出する。
- ③ 上記の対価として、甲は、SQAに対して、年間1定額を支払う。
- ④ 契約締結後、10年経過して、震度6弱以上の大地震に遭遇しなかった場合には、SQAは、乙と協力して、無償の微動診断（簡易診断）とSRF補強の点検、対象とする復旧工事項目の再提示を行う。
- ⑤ 3者が合意すれば、復旧工事保証契約を更新する。

以上の3つの道具立てを用いた新たな対策は図1のようなフローになります。

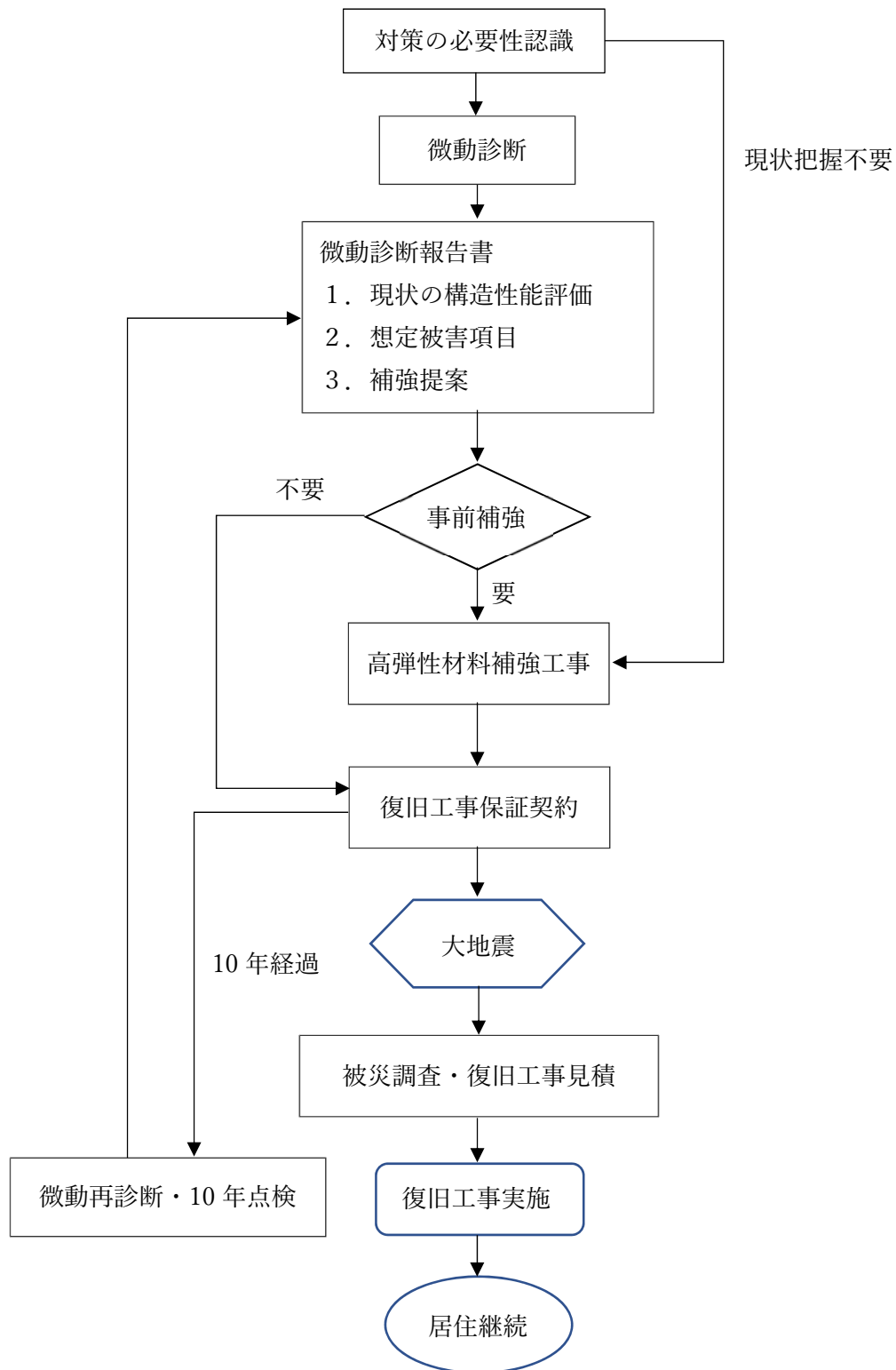


図1 新たな地震対策のフロー

まず、微動診断を行って現状を把握します。なお、明らかに補強が必要だと思われる場合には、診断を省略することもできます。微動診断報告書には、現状の構造性能評価、想定被害項目、及び補強提案が示されますので、想定被害の中から、緊急性の高いものについて、事前補強を高弾性材料補強（SRF工法）で実施します。ピロティの柱、下層階の独立柱は、地震で床と天井がくっ付いてしまうような層崩壊（パンケーキ破壊）を防止するだけでなく、マンションの固有震動形状を整える整震効果が期待できます。

微動診断、あるいは、高弾性材料補強工事を実施後、復旧工事保証契約で、被災調査、復旧工事を迅速に行う体制を整えます。

以上の方法は、収震設計法と呼ばれる新しい設計方法をマンションに適用したものです。収震設計法は、自然法則に従って、構造性能を把握し、地震被害を、構造物の新築時に計算や図面を作成する狭義の設計ではなく、構造物のライフスパン全体に渡り、設計者、施工者、オーナー、関係者が協力して、性能を評価し、維持し、改善することにより実現する方法です。図2にこの概念を示します。この為に、コンピュータ、センサーなどの機械を活用して、測定、調査結果をデータベース上の知識として、個別の診断、設計判断に役立てることを基本としています¹¹⁾。

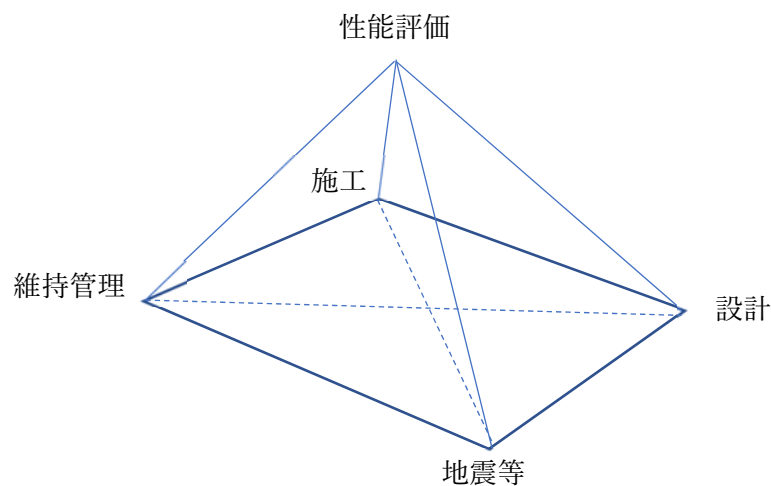


図2 収震設計における性能評価

4. 戦後の耐震設計の踏み石となった地震は慣性力を生ずるという誤解

耐震関係の教科書の最初の部分には、『地震の時に建築物に生じる力、すなわち地震力とは、地面が動くことによって建築物の各部に発生する慣性力である。よって、地震力は物理の教科書のように（質量 $m \times$ 加速度 a ）で表したり、あるいは重力によって生ずる力（重量）にある割合（この割合を震度という）を乗じて（震度 $k \times$ 重量 w ）で表したりする。』¹²⁾ という記述、あるいは、『骨組の振動している部分の質量（mass）には、ニュートンの第2法則により慣性力（inertia force）が生じる。』¹³⁾ というような記述があり、地震の時には慣性力が生ずるとし、これは自然の法則であるかのように説明されています。一般の方から専門家までを対象とした教科書でも、『構造物に作用する外力は地震力とよばれ、構造物が振動することによって生ずる慣性力がその正体である。車を急停止すると前のめりになるが、その外力が慣性力である。慣性力は運動の第2法則により定義され、質量と加速度の積で与えられる。』¹⁴⁾ という説明があります。

専門家向けの教科書では、上記のような説明に続けて、慣性力の性質や、建物の高さなどから慣性力の大きさや分布を計算する方法が詳細に記載され、さらに、慣性力を外力として建物の各部分に掛けて、大地震のときの揺れや内部に発生する力を時々刻々詳細に計算する方法が説明されます。これは、時刻歴応答解析と呼ばれる方法で、現在では、300メートルを超える超高層ビルやスカイツリーなどの大規模な構造物と周りの地盤も含めた計算が行われ、これに基づいて、安全性が判断されています。

物の各部分にその質量に比例する外力を作用させるのは、地震や構造物に関する世界では万有引力だけです。『車を急停止すると前のめりになる』という現象は、その人の前のめりになる部分が、重力以外には、ほとんど外力の作用を受けていないので、運動の第1法則（慣性の法則）により、等速度運動を続けようとし、その人の他の部分は、シートやシートベルトからの外力を受けて乗り物とほぼ一緒に急停止しようとすることによる姿勢の乱れであって、乗り物の減速により生じた『慣性力』の作用ではありません。

物理学で、「慣性力」は明確に定義されています。しかし、上記の教科書にある『慣性力』ではなく、非慣性系、則ち、ニュートンの運動の第1法則が成り立たない座標系で物体の運動を記述するときに現れる見かけの力であり、実在する力ではありません¹⁵⁾。このことを、冒頭に引用した教科書の著者であり、新耐震の制定に関わった石山 祐二氏にメールで説明し、『地震の時に建築物に生じる力、すなわち地震力とは、地面が動くことによって建築物の各部に発生する慣性力である。』という著書の記述は誤りではないかと質問したところ、『運動方程式に現れる（加速度） \times （質量）は力を表わしていると考えられるが、慣性力でなければ何と呼んだらいいのか』と、逆に質問を頂きました¹⁶⁾。これから、運動方程式によって表現されている運動の法則（ニュートンの第2法則）は、力が作用するという原因に対して、物体に加速度が生ずるという結果を示すものである¹⁷⁾ということ、逆様に誤解して、加速度が力を生ずる法則であると考えておられることが、分かりました。

我が国の耐震基準は、濃尾地震後に設立された震災予防調査会の活動によって創られ、関

東大震災後に制度化されたものです。当初から、建物各部分の質量に比例する仮想的な力を横向きに掛けて内部に発生する応力が許容値を超えないかどうかで安全性を評価する方法が用いられていました。この力は、震力と呼ばれていました。この方法の端緒となった佐野利器の報告¹⁸⁾には、震力の物理的背景が明確に説明されており、この方法の適用範囲が、地面と運動を共にする剛な構造で、かつ当時までに観測されていた地震動に限られることを容易に知ることができるものでした。慣性力という用語は用いられていません。当初の耐震規定も、対象とする構造物は、剛なもので、背は低いものか、高いものでも、弾性限界に大きな余裕を持つものに限っていました。この方法で造られた鉄筋・鉄骨コンクリート造、鉄骨造の建物、塔、橋梁は、苛烈な空襲を潜り抜け、避難する人々の命を守り、1950年代までは、日本の大都市の重厚で美しい街並みを形成していました。

1945年の終戦後、朝鮮戦争を経て、高層建築を造ろうという機運が高まります。これに応じて、米国からコンピュータ技術と数値計算技術が輸入され、自然界ではあり得ない物のあらゆる部分に予め決めた力を掛けるという非現実的な計算も自由にできるようになり、『慣性力』を構造物に外力として掛けるコンピュータを使った計算で安全性を評価する新しい設計法が誕生します。これは、従来の「観念的耐震構造法」から科学的根拠に基づく「数量的設計法」へと発展したものである¹⁹⁾とされ、高度経済成長とともに、広まり定着してしまいました。さらに、1995年の阪神・淡路大震災で、『倒壊したのは、旧基準の建物である。新耐震は妥当である。』との見解が示され、地震に対する安全神話が次第に形成され、現在ではほぼ完成しています。これに加えて、『新耐震は震度6強から震度7の地震を想定している。』という誤った認識も定着してしまっています。

時刻歴応答解析、及び新耐震基準の計算法による設計、耐震診断基準による構造性能評価の科学的な根拠に関する説明は、冒頭の教科書の記述のようなものしか見出せません。この度、石山氏を始めとする教科書の著者の方々と一連のやりとり^{16)、20)、21)}から、これらの説明には、『地震は慣性力を生ずるということ、則ち、加速度は力を生ずるということは自然法則であり、運動方程式に示されている』という重大な誤解があることが判明しました。

バブルも崩壊し、長期に渡る経済の低迷期を経た現在もなお、戦前の建物を耐震強度不足であるとして取り壊し、その跡に続々と建設され続けている超高層ビル群の安全性は、運動方程式に対する誤解から生まれた時刻歴応答解析、及び新耐震設計法で評価されたものであり、耐震強度が不足するという評価は、新耐震に準じた方法による計算で下されたものです。因みに、新耐震基準や耐震診断基準に規定されている地震力や建物の抵抗力の計算に用いる係数は、制定後ほとんど変更されていません。

時刻歴応答解析も、新耐震基準、耐震診断基準も、自然法則に従った汎用的なものではなく、自然法則を逆様に誤解したことによる産物である。新耐震の想定は、1960年代に観測された地震動程度のものであり、阪神・淡路大震災、東日本大震災、熊本地震などの震度6強から震度7の地震動を想定してはいない、RC系の中低層建物で倒壊率が小さいの

は、戦前から受け継がれた設計・施工技術の蓄積の成果であるという事実を再認識することが、東京を、そして、我が国の大都市を次の大地震による破局的な被害から救う第一歩であると考えています。これらの問題点の詳しい説明、新しい対策の提案は、添付1をご覧ください。

文献

- 1) (株)東京カンテイ：熊本市の分譲マンション全722棟を調査 無被害は24.1%に留まる、2017年7月、<https://www.kantei.ne.jp/report/92kumamoto-survey.pdf>
- 2) 古賀一八：熊本地震復旧に関するアンケート調査結果（震災5年 マンション管理組合の活動軌跡） 日本建築学会大会学術講演概集（北海道）pp.75-76、2022年9月
- 3) 構造品質保証研究所：平成28年（2016年）熊本地震被害調査報告、2016年5月20日
- 4) 藤本 佳子：東日本大震災におけるマンションの被災実態と復興過程 日本建築学会大会学術講演概集（東海）、pp.265-268、2012年9月
- 5) 中迫由実、藤本 佳子：熊本地震における被災マンションの復旧工事の実態 日本建築学会大会学術講演概集（北陸）pp.321-322、2019年9月
- 6) 日本建築学会東北支部：2011年東北地方太平洋沖地震災害調査、p89、2013年5月
- 7) NHK 首都圏ナビ、[首都直下地震 進まぬマンション耐震化 実情は | NHK](#)
- 8) マンションの耐震性等についてのQ&Aについて、
https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/07/071208_2_.html#10
- 9) 全国官報販売協同組合：2020年版建築物の構造関係技術基準解説書、pp340～352、pp505～560、2020年11月
- 10) 五十嵐 俊一：収震、2022年11月
- 11) 五十嵐 俊一：安全で快適な都市と国に向けての提案と収震設計指針、構造品質保証研究所、2024年9月
- 12) 石山 祐二：耐震規定と構造動力学 pp9～13、三和書籍、2008年3月
- 13) 柴田 明德：最新耐震構造解析第3版 p1、森北出版株式会社、2016年7月25日
- 14) 福和 伸夫 飛田 潤 平井 敬：耐震工学 教養から基礎・応用へ、p15、講談社、2023年1月20日
- 15) 戸田 盛和：物理入門コース 力学、pp190～226、岩波書店、1982年11月～2019年1月
- 16) 耐震規定と構造動力学の著者 石山祐二氏とのメール送受信、2025年3月31日～4月22日
- 17) 15)と同じ、pp18～23.
- 18) 佐野 利器：「家屋耐震構造論」 上編 第1章 第1節、1916年
- 19) 大澤 昭彦：日本における容積率制度の制定経緯に関する考察（その2）、土地総合研究、2011年夏号、pp46～68.

20) 地震に強い木造住宅の著者 坂本 巧氏とのメール送受信、2025 年 4 月 15 日～4 月 28 日

21) 耐震工学 教養から基礎・応用への著者 福和 伸夫 飛田 潤 平井 敬との講談社を通じた問い合わせ回答、2025 年 4 月 21 日～4 月 28 日

第一部 提案

第1 統合防災への転換

今世紀に入り、我々が生活する地球表面の活動は活発化するフェーズに入っている。地震、津波、台風、豪雨は、前世紀の統計を大きく上回るレベルとなり、大災害を繰り返している。ミサイル等による人為的な攻撃を受ける可能性も否定できない。

津波、洪水に対しては、堤防等の構造物を建設、強化して防ぐという対策では、桁違いの高さの津波や雨量には抗しきれないことが明確になり、既に、避難、土地利用方法を含めた総合的な対策への転換がなされた。豪雨、津波等と全く同様に、地震動も、新耐震基準が制定された1980年当時までの記録に比して、桁違いのレベルが相次いで観測されている。ところが、地震対策に関しては、依然として構造物を強化することを中心とする対策が推進され、これまでにない高さの建物が続々と建設され、都心部の密度は年々高まっている。

これには、耐震基準の想定、安全性評価手法とその効果に関する次のような説明、あるいは解釈が深く関わっている。

- (1) 新耐震基準は震度6強から震度7の地震動を想定している
- (2) 新耐震基準は自然の法則に即した汎用的な基準であり、新耐震基準で建設された建物は、高さや構造形式に関わらず安全である
- (3) 人命に危害を及ぼすのはほとんどが旧耐震基準の建物であり、地震対策は旧基準の耐震診断と補強だけで十分である

地震も、地球表面の活動から生まれる自然現象であり、20世紀の知見に基づく想定約10倍に達するレベルとなっている。地震対策は、新耐震基準に従って旧基準構造物を強化すれば十分であるとする解釈、説明を見直し、地震、津波、豪雨、暴風、空襲等から、都市と国民を守る統合防災へと転換することを提案する。

【解説】人類を始め、多様な生命が生活している地球表面は、地球規模のスケールでは、ごく薄い層に過ぎない。しかし、ヒューマンスケールで見れば、大気、海洋、表層地盤及び地殻に分けられる。大気は対流する厚さ10km程度のほぼ気体の層であり、様々な気象現象を生ずる。海洋は深さ10km程度の海水の層であり、潮汐、海流、津波を生ずる。表層地盤は、土砂・岩石、地下水等から成る層であり、その下にある地殻は、厚さ数kmから数十kmの岩石層である。地殻と表層地盤は、地震、地滑り、火山噴火などを生ずる。大気の外側には、成層圏があり、中間層を経て、熱圏、磁気圏・プラズマ層になる。熱圏の温度は数百℃、プラズマ層は数百万℃～1千万℃に達する。地殻の内側には、マントルと呼ばれる岩石があり、高温の為に延性があり対流していると考えられている。地球表面は、

第一部 提案

上下の層、地球自身、及び太陽、月等の他の天体からのエネルギー供給を受けて、数十億年に渡り様々な活動が続けて来た。人類を始めとする生物はその活動の僅かな揺らぎでも、大きな影響を受けている。

18世紀は、1707年に富士山が宝永の大噴火を起こし、東海道沖から南海道沖を震源とする大地震が発生するなどの日本で大災害が相次いだ時期であったが、ヨーロッパでも、1755年にリスボン大震災が発生するなど、地球表面の活動期であった。カントは、同震災の翌年に3編の地震論を発表している。その中で、地震前後、ヨーロッパ全域に渡り、異常気象（暖冬）が発生していて、これが、余りに並はずれなので、その為にあのような大地震が起こったといっても許されるだろうと述べている¹⁾。この地震とその年に相次いで発生した地震は、ポルトガルはもとより、欧州全体の政治・哲学にまで影響を与えた。大航海時代にスペインと覇を競った海洋帝国ポルトガルの国力は衰退し、その後のブルジョアジーの台頭、市民革命に繋がっていく。

20世紀後半は、地球表面の活動が比較的平穏な時期であり、世界各国で、急激な経済成長、爆発的な人口の増加と都市への集中が起こった。今世紀に入り、地球表面は活動期に入っている。大気の実動である台風、豪雨、豪雪、熱波、寒波は20世紀の統計を大きく上回るレベルとなり、特別警報等、従来の警報の上のランクが作られ、毎年、発せられている。地殻と海洋の活動である地震、津波に関しても、規模、様相、頻度において、専門家の説明、予測を覆す事象が相次いで発生し、毎年、大災害を生じている。これらに呼応するかのように、人類の政治活動も激化している。我が国の大都市がミサイル等により、再び空襲を受ける危険性も高まっている。

洪水対策に関しては、ダム、堤防等の構造物を建設、強化することを中心とする対策から、流域における保水・遊水機能の維持、浸水被害を抑える土地利用方法など、河川と流域の両面から水害の軽減と防止をはかる総合治水対策に転換されている。洪水時の避難指示方法と避難経路・避難所の確保、救助体制の整備強化も進められている。津波に関しても、2011年の東日本大震災を受けて、全国各地で、想定高さが大幅に引き上げられ、到達時間の予測も厳しくなっている。大きな所では従来の想定10倍以上となり、避難が対策の中心となっている。ところが、地震対策に関しては、依然として構造物を建設、強化することを中心とする対策が推進されている。専門家は、1995年の阪神・淡路大震災以降、大地震の度毎に、「被害を生じたのは古い建物である。新耐震、耐震補強済みの建物は被害がほとんどなかった」とする見解を繰り返している。2011年の東日本大震災に関しても、建物被害はそれほど大きくなかったとされ、埋め立て地や旧河道などの液状化にともなう被害が指摘されるに留まっている²⁾。

東京都心部では、超高層ビルを中心とする多数の集客を前提とした再開発が続々と竣工し、開業し、多くの人々を集めている。現行基準を満たす建築物は、大地震でも、避難場所として機能するとされているので、郊外から都心に来訪する人々、都内の新耐震や大臣認定のマンションに住む人々には、一時避難する避難場所、及び避難生活を送る避難所は用意されていない。周辺の道路には普段から人と車が溢れ、ビル風が生じている。これらが、地震、攻撃等により、倒壊、あるいは、機能停止に陥

る事態が生じた場合、火災を生じた場合には、避難しようとする人々、見物する人々、消防関係車両などが、道路を閉塞させてしまう。群衆雪崩により、多数が死傷する。ビル風に煽られて、勢いを増した炎が竜巻のようになって、避難しようとする人々や周囲の建物を焼き尽くす火災旋風が発生する危険性もある。前世紀の1923年関東大震災で隅田川に掛かる橋の上、周囲、そして、沿岸の陸軍被服廠跡地で起こった大惨事が、100年余りの年月を経て、桁違いの厳しさを持って繰り返される危険性がある。

このような状況には、本文に掲げた3つの説明、あるいは解釈が深く関わっている。第1は、「新耐震基準は震度6強から震度7の地震動を想定している。」というものである。これは、行政、報道機関が行う一般向けの説明に頻繁に使われ、今では、日本の地震対策の基本となっている。例えば、マンションの耐震性等について、「現行の耐震基準（新耐震基準）は昭和56年6月から適用されていますが、中規模の地震（震度5強程度）に対しては、ほとんど損傷を生じず、極めて稀にしか発生しない大規模の地震（震度6強から震度7程度）に対しても、人命に危害を及ぼすような倒壊等の被害を生じないことを目標としています。」という説明が国交省からインターネットで公開されている³⁾。東京都のホームページにも、同様の説明がある⁴⁾。

東日本大震災を受けて、地震自体の想定は大幅に見直され、地震の揺れを示すハザードマップも大幅に改訂された²⁾。しかし、ハザードマップは震度で表示されており、震度7を超える場所はないので、新耐震ならば大丈夫であると皆が思ってしまう。しかし、新耐震基準の想定は、上記の説明、あるいは解釈のように、現行の震度（気象庁震度階級）と関係づけることはできない。理由は以下の3つである。

1. 震度6強等の現行の震度は1995年に気象庁が定めたもの⁵⁾で、新耐震基準が制定されたのは1981年であり、現行の震度の制定の14年前である。
2. 震度7は震度の最大階級であり、震度7強や震度8などはない⁶⁾。どのように激しい揺れでも震度7止まりである。つまり、震度7の揺れには際限がない。従って、これに耐えるような設計基準を作ることは、建物を空中に浮遊させることを規定するなどしない限り、不可能である。
3. 震度は、震度計で計測された地面の水平2方向と上下方向の3方向の加速度記録から計算される指標⁶⁾である。一方、新耐震基準は、地震力と称する力を外力として建物に加えた計算で安全性を判断する規定である⁷⁾。新耐震基準は、地面の揺れではなく、建物に働く力を想定していることになる。両者の間には、加速度と力の違いだけでなく、場所と方向の違いもあり、両者を結びつけるには、前提条件、仮定が必要になる。直接は結びつかない。

上記1.の年代前後、及び2.の際限の無さだけでも、新耐震基準に限らず、震度6強から震度7の地震動を想定した耐震基準を1981年に作成することはできないことは明らかである。3.に掲げた物理量、場所、及び方向等の違いは、内容に立ち入った理由であるが、本文(2)に掲げた「新耐震基準は自

然の法則に即した汎用的な基準であり、新耐震基準で建設された建物は、高さや構造形式に関わらず安全である」という説明、あるいは解釈の真偽の解明につながるものである。

地震は、震源の破壊が建物の周囲の地盤に伝わって、地面が揺れ、建物はこれに応じて揺らされる自然現象である。最近ではドライブレコーダー、防犯カメラなどの映像で実感することができる。地面の揺れが、建物に対する入力であり、建物の揺れは応答、建物は入力を受けて応答するシステムである。建物の耐震設計は、地面の揺れを想定して、建物の揺れを計算し、これが建物を倒壊させたり、中の人を傷つけたりしないように、建物の諸元や材料を決めるものであると誰もが思う。では、どのくらいの揺れを想定しているのかというのは、当然の疑問である。「新耐震基準は震度6強から震度7の地震動を想定している。」という説明は、これに込めている。

ところが、新耐震基準の技術解説書には、想定する地面の揺れに関する記述はない。地震に対する安全性の確認方法としては、地震力と称する外力の計算方法と、この力を建物に加えたときに生ずる変形等の応答の計算方法が、告示等で詳細に規定されていることが述べられているのみである⁷⁾。新耐震基準の制定に関わった専門家の解説書には、地震力はすなわち慣性力であるとして、地震が建物に地震力を生ずることは自然の法則である。地震力は、質量×加速度で表すことができる。この加速度は、建物の揺れ方に応じて、建物内で、一定になったり、高さ方向に、3角形状になったりして、建物内で変化する。また、建物の固有周期に応じて変化する。新耐震基準の地震力の規定は、様々な研究によって、これらを明らかにして、簡単な計算式で表したものであるというような説明が行われている⁸⁾。これは、ほぼすべての専門家の共通理解であり、教室でも、このように教えられている。地面の揺れではなく、地面の揺れが建物に生ずるとされる地震力に対して設計する方法は、汎用的な方法であるとされ、ISO規格：ISO3010、及びJIS規格：JIS A 3306「構造物への地震作用」となっている。

地震が発生して地面が揺れても、新耐震基準が規定する地震力あるいは、上記専門家の説明にある慣性力というような、建物の各部分に、その質量に比例して作用する外力は発生しない。このような外力は、万有引力による重力以外には存在しない。慣性力は、電車の中などの動いている観測点から周りを見ると、周りの物が、空間に固定した視点から見るとは、違う動きをするという現象を数式的に説明するときに現れる架空の力である。英語では、*fictitious force* と呼ばれる。これは、質量×加速度で表すことができるが、この加速度は、観測点の加速度に負号を付したものに、観測点の回転によるものを加えたものである^{9),10)}。上記専門家の説明のように、建物の揺れ方に応じて、建物内での分布形状を変化させたり、建物の固有周期に応じて変化したりするようなことはない。

上記専門家の解説にあるように建物内で変化する加速度に各部分の質量を乗じたものは、慣性力ではなく、慣性抵抗と呼ばれるものであると考えられる。これは、ニュートンの運動方程式（質量×加速度＝作用力の合力）の左辺を仮想の力に置き換えて、静的なつり合い式と見做す場合に用いられる量である。この加速度は、地震で建物が揺れた場合に生ずる加速度（応答加速度）に負号を付したものであり、慣性抵抗は、地震により建物の各部分に生ずる応力の合力に釣り合うものになる。しかし、

応答加速度は、地震による地面の揺れ（地震動）の性質、建物の構造、材料等によって大きく変化する。建物を設計する前には、構造や材料が確定しておらず、これは計算できない。慣性抵抗を地震力として予め与えて、これに対して設計を行うことは、地面の揺れを具体的に与えた上で、所定の地震力に釣り合う応力が生ずるように諸元を調整するフィードバック計算を繰り返さない限り不可能である。しかし、新耐震基準にはこのような規定はない。

建物の構造や諸元が確定する前に、地震力を与えること、即ち、建物に生ずる応力、慣性抵抗、あるいは、これを質量で除した応答加速度の分布や大きさを決めることはできないはずであるが、新耐震基準は、単純なモデルでこれを行っている。上記専門家の解説書によれば、新耐震基準の地震力算定式の内、建物内での地震力の分布（外力分布）を示す式は、せん断棒と呼ばれる単純な弾性構造モデルにホワイトノイズを入力して得られた応答加速度から作成したとのことである。また、地震力の大きさを規定する算式は、1 質点系と呼ばれる別の単純な弾性構造モデルに、1960 年代までに国内外で観測された地震動を入力して計算された応答加速度（応答スペクトル）から作成されたようである。結局、新耐震基準は、建物の応答から計算した架空の力を外力として与えて、建物の応力、及び変形（応答）を計算するという自己撞着的構造である。さらに、設計対象とする建物に、地震力算定用の単純な弾性構造モデルと、構造計算を行う複雑な非弾性構造モデルの2 種類を当て嵌めて、互いの整合性を取らないという矛盾した2 重構造である。

既存の旧耐震基準建物の耐震診断に用いられている耐震診断基準書には、旧耐震 RC 系建物に対して行われる耐震診断計算も、新耐震基準と同等の指標や係数によって安全性が判断されていると解説されている¹²⁾。このように、矛盾した自己撞着的2 重構造を持つ計算法で算出された数字が、細かく問題にされて、新築の安全性、既存の補強設計、取り壊しの判断が行われている現状である。後述するように、耐震診断結果と、実際の被害の様相の食い違い、耐震補強済みの建物が取り壊される事態が生じていることは、当然であると考えられる。

超高層建築物等に関しては、地震力に対して特別の構造計算を行って安全であることを確かめるように規定されている。この場合の地震力は、構造物と周辺の地盤の各部分の質量に加速度を乗じて計算するものとされ、この加速度の算定方法が詳細に規定されている¹³⁾。この地震力を与える加速度は、前述のものとは異なり、建物の揺れ方によっては変化しないので、慣性力であるとも解釈できる。しかし、どこに観測点が置かれているのかが明示されていない。しかも、慣性抵抗であると考えられる前述の地震力と、超高層の慣性力的な地震力は全く別物であるが、耐震基準は、地震力という用語をこの両義に用いている。

構造物と周辺の地盤の各部分に、予め計算した加速度と質量を乗じた外力を掛けるということは、現実には、万有引力を用いる以外には不可能であるが、コンピュータの中ならば簡単に出来てしまう。これは、時刻歴応答解析と呼ばれる計算法であり、構造物と周辺地盤を多くの接点によって詳細にモデル化し、各接点に上記の外力（地震力）を加えて運動方程式を解いて各部分の変形や応力を計算する方法である。しかし、この方法で計算される変形や応力は架空のものであり、現実にはあり得ない

ものである。この地震力は、計算開始直後から、計算モデル内の全ての部分に、その質量に比例するエネルギーを供給し続ける。モデルは恰も原子炉の中のような状態になり、このエネルギーを捨てないと解が発散してしまう。この問題は、計算式に、減衰項を設けることで解決されている。減衰項は原子炉の冷却水のような役割を演ずる。この為、時刻歴応答解析は、減衰力の大きさを決める減衰定数の操作で結果が左右されるという恣意性を有するものになっている。

現実の構造物も、周辺の地盤から波動として伝搬してくる地面の揺れ（地震動）に応じて揺れる。地震が終わって、しばらくすれば、揺れは収まる。しかし、これは、地盤や構造物内部の弾性力、摩擦力等、現実の力によるものである。地震力や減衰力と呼ばれる実在しない力によるものではない。実在する力には、必ず反作用が存在する。しかし、地震力も減衰力も反作用を持たない。これらが、時刻歴応答解析の計算モデルに供給し、消費するエネルギーは直接モデル外から来て、モデル外へ出て行ってしまう。実在しない地震力や減衰力が描く建物の揺れは架空の世界の映像に過ぎない。これは、計算結果を示すアニメーションで、建物の基礎、地面など、必ず、全く動かないところがあることに現れている。現実の地震で、建物やその周囲に、このようなところはあり得ない。

構造物への地震作用を、慣性力 (*fictitious force*) という架空の外力で表して設計することは、20 世紀初頭から行われていた^{14),15)}。しかし、当初は、この方法の力学的な背景、仮定、及び限界が、明確に認識されており、適用する範囲を小規模な弾性構造物や剛な構造物に限って、設計では、材料や荷重に大きな安全率を用いていた¹⁶⁾。しかし、最近では、地震作用を外力とする現実にはあり得ない架空の計算が、300m を超える超高層、あるいは、地盤と構造物を含めた大規模な空間での非弾性計算にまで適用されている¹⁷⁾。前記専門家の説明、及び技術基準解説書に見られたように、慣性力と慣性抵抗を混同していること、及び、これらの架空の力を、現実存在する力であると誤認していることが、このような事態を招いていると考えられる。

1995 年の阪神・淡路大震災以前には、新耐震基準の建築物は震度幾つまで耐えられるかというように、気象庁の震度と耐震基準の想定を結びつけることは無かった。耐震設計用の震度は、想定地震動の最大加速度を重力加速度で除したものであると定義されており、気象庁の震度とは違うと説明されていた。耐震基準の想定は、関東大震災クラス、あるいは、観測された最大の地震動であるということが専門家から一般の方々までの共通理解であった。

1993 年釧路沖地震では、釧路海洋気象台で水平方向の最大加速度が 0.9G に達する揺れが観測されたとの速報がなされた。「これは、観測史上最大、新耐震の想定を大幅に超える地震動である、一大事だ。」ということで、専門家だけでなく、マスコミも現地に殺到したが、気象台の建物にも周囲にもほとんど被害がなく啞然としたものである。なお、この地震動は、当時の規定により、震度 6（烈震）であると発表されている。この時点では、「新耐震基準の建築物は震度 6 の地震に耐えるように設計されている」と言う専門家はなく、「なぜ、気象台や周囲の古い建物が新耐震の想定を大幅に超える地震動に耐えたか分からない」というのが多くの専門家に共通の率直な反応であった。その後、観測記録と現実の地震動の違い、最大加速度を指標値とすることの問題、建物周辺の地盤の影響等々

から、設計基準の規定、強度計算式等に含まれる余裕などまで、多岐に渡り、様々な理由が指摘されている。しかし、これらを定量的に設計基準に盛り込んで、現実との乖離を埋めようとする動きは起こらなかった。

前記専門家の解説書によれば、新耐震基準の地震力算定式は、水平方向の最大加速度が0.3~0.4Gである地震動が建物で2.5~3倍程度に増幅されると考えて作成されている¹⁷⁾。これを数倍~1桁以上超える地震動は、1993年釧路沖地震以降、全国各地で度々観測されている。しかし、新耐震基準だけでなく、旧基準の建築物であっても、メンテナンスが行き届いた建物の倒壊率は小さいという事態が繰り返されている。1995年阪神・淡路大震災を契機に、「なぜ、周囲の古い建物が新耐震の想定を大幅に超える地震動に耐えたか」という率直な問いは忘れられ、そもそも、「新耐震基準は震度6強から震度7の地震を想定している。」という後付けの説明が広まり、「新耐震基準は自然の法則に即した汎用的な基準であり、新耐震基準で建設された建物は、高さや構造形式に関わらず安全である」と、一般の方々に信じられるようになった。

最近では、「旧耐震基準の建築物は震度5強程度まで耐えるように設計されている。」というように、新旧耐震基準が恰も、同じ方法論であり、新耐震基準は想定レベルを向上させたものであるかのような、誤った解説も見受けられる。大地震の度に速報される震度は、7を超えることはなく、ハザードマップにも震度7までしか記載がないので、一般の方々は、新耐震基準は完璧であり、旧耐震基準はダメな基準であると思い込んでしまう。これらも誤りである。新耐震基準は、自然の法則に即した汎用的な基準ではなく、その適用範囲は、同基準が地震力を介して暗黙に規定している加速度を生ずると見なせるような構造物と地震動とに限られる。新耐震基準で建設された建物は、高さや構造形式に関わらず安全であるとは言えない。新耐震基準の計算法で、旧基準や戦前の構造物の安全性を評価することなどできない。方法論的には戦前の基準、及び旧耐震基準は新耐震基準よりも明快で、遥かに合理性と汎用性がある。これらの基準でしっかり作られた中低層のRC系建物は阪神・淡路大震災の震度7の激震にも耐えている。難を挙げれば、高層建築が難しいというだけである。

ところが、同震災後、建築物に関しては、「倒壊して死傷者を出したのは古い木造住宅など旧基準の建物がほとんどである。新耐震基準の建物の倒壊率は小さく、新耐震基準は妥当であった。」とする見解が示され、歴史書にも掲載されている¹⁹⁾。東日本大震災、熊本地震、能登半島地震などの大地震の度に、「倒壊の原因は旧耐震基準である」とする報道、専門家のコメントが繰り返されている。これらの見解等により、「地震対策は旧基準建物が新耐震基準並みの強度を持つかどうかを計算で確かめる耐震診断と、壁を増やす、柱に鉄板を巻く等で新耐震基準並みの強度を持たせる耐震補強で十分である。」ということが、社会的なコンセンサスとなり、公的な助成制度が拡充されている。これらが、本文に掲げた第3の誤解である。まず、阪神・淡路大震災の被害から、「人命に危害を及ぼす倒壊の原因は旧耐震基準である」と言えるかどうか、被害統計を、もう一度、詳しく調べてみよう。

1995年阪神・淡路大震災の三宮周辺の震度7の帯の地域のマンション等の鉄筋コンクリート系建物3911棟の被害区分と建設年代が建築学会から報告されている²⁰⁾。この内、70%程度が3階建~6階建

第一部 提案

を中心とする共同住宅系である²¹⁾。年代あるいは被災度が不明なものを除外した 3894 棟について、5 種類の建設年代グループについて、被災区分毎に集計して解表 1 に掲げた。ただし、軽微～大破はまとめて表示している。1971 年は、1968 年十勝沖地震の被害を受けて、せん断補強鉄筋の間隔が新耐震基準並みに変更された年である。1981 年は、新耐震基準が制定された年で、③の 1982 年以降が所謂新耐震建物である。建築学会の報告書では、①は第 1 世代、⑤は第 2 世代、③は第 3 世代と呼ばれている。③の新耐震建物は、1859 棟、倒壊は 20 棟で、倒壊率 1.1%、④の旧耐震建物は、2035 棟、倒壊は 104 棟で、倒壊率 5.1%である。しかし、この大半の 1353 棟は、新耐震基準の規定を一部前倒した⑤の 1972 年～1981 年に建設されたもので、6.0%の 81 棟が倒壊している。一方、①の純然たる旧耐震建物は、3.3%の 23 棟しか倒壊していない。

解表 1 阪神淡路大震災震度 7 の帯の RC 系被害統計

建物建設年代グループ	棟数	無被害率 (%)	軽微～大 破率(%)	倒壊		
				比率(%)	棟数	割合(%)
① 1971 年以前 (第 1 世代)	682	51.6	42.0	3.3	23	18.1
② 1972 年以降	3212	55.0	38.9	3.2	101	81.6
総計 (全年代)	3894	54.4	39.4	3.1	124	100
③ 1982 年以降 (第 3 世代)	1859	63.8	33.0	1.1	20	16.5
④ 1981 年以前	2035	45.8	45.2	5.1	104	83.5
⑤ 1972 年～1981 年 (第 2 世代)	1353	42.9	46.9	6.0	81	65.4

この結果は次のことを示している：

1. 年代区分を設けない全年代の倒壊率は、約 3%であり、新耐震基準が一部先取りされた①1971 年以前と②1971 年以降に分けても比率はほとんど変わらない。
2. ⑤1972 年～1981 年のグループの倒壊率が他のグループの 2 倍近くであり、これが、④1981 年以前の旧耐震グループの倒壊率を押し上げている。これと前項の事実から、倒壊しないということに関しては、中低層の RC 系建物であれば、旧基準でもほぼ達成されており、新耐震基準になっても、さほど改善されていないことが判明する。
3. 倒壊率は、⑤1972 年～1981 年のグループを含めた④1981 年以前の旧基準グループでもほぼ 5%程度である。どのグループにとっても、倒壊するという事象は稀に起こるものである。従って、倒壊するかしないかを分けたのは、これらの年代グループに共通する性質である設計基準の新旧ではなく、個別の建物に関する要因であると推定される。
4. 建築年代から、新耐震基準で設計されたと推定できる建物の倒壊率が小さいことは事実であるが、この裏である「設計基準が新耐震基準でなければ倒壊率が大きい」という命題は、必ずしも、真

ではない。ましてや、新耐震基準並みの強度を持たせるように補強すれば倒壊率が小さくなるとは結論できない。

以上より、倒壊による死傷者を減らすには、設計基準の新旧ではなく、個別の建物に関する要因を調査し、個々の建物に応じた対策を講ずることが有効であると結論される。個別の倒壊要因としては、地盤条件、設計・施工の品質、老朽化、コンクリートの塩害等の問題が挙げられる。構造物の被害と地盤条件との相関関係の強さは、木造建物に関する 5 学会の報告書でも具体的に指摘されている²²⁾。

解表 1 の①の 1971 年以前の純然たる旧基準建物では、震度 7 に相当する激震を受けたと考えられる地域にありながら、倒壊率が 3.3% と小さい上に、半数以上 (51%) が無被害である。この地域には地震計は無かったが周辺地域の記録等から、新耐震基準が暗黙に想定していると考えられる最大水平加速度 0.3~0.4G を大幅に上回るレベルの地震動が生じたと考えられている。1993 年釧路沖地震で明らかになった新耐震基準の (暗黙の) 想定を大幅に上回るレベルの地震動が生じたと考えられる地域でも、新・旧耐震基準に関わらず建物の多くは、倒壊しないだけでなく、被害すら免れているという現象が、ここでも、繰り返されている。

本文(3)の「人命に危害を及ぼすのはほとんどが旧耐震基準の建物であり、地震対策は旧基準の耐震診断と補強だけで十分である」という認識が正しくないことは、新耐震基準の目標とする性能からも明らかである。旧耐震基準は、地震に際して構造物が弾性範囲内で振動すること、則ち、損傷を生じないことが目標であった。新耐震基準では、前述のマンションの耐震性の Q&A にあるように、地震を大規模の地震と中規模の地震に分け、大規模の地震に対しては、弾性範囲を超えることを許容し、倒壊等人命に危害を及ぼす被害を生じないという目標に変更されている。大地震では、建物は使用できなくなっても、人命が助かればよいとの基準である。従って、大地震では、新耐震基準、及び新耐震基準並みの強度を持つように耐震補強したマンション、商業施設、庁舎、学校等は設計計算上、使用できなくなるので、これに対する対策が必要となる。

現に、東日本大震災では都庁を始めとする現行基準で設計された多くの高層ビルが長期間使用停止に追い込まれた。火災を発生したものもある。東北大学では、耐震補強済みの RC・SRC 造 3 棟が被災し、これらを取り壊し、6 階建て以下に建て替えている²³⁾。また、栃木県の中学校では、震災の前年に耐震補強工事を終えた RC 造 3 階建て校舎を、取り壊し、プレハブ校舎で授業を行い、自費で 2 階建てに建替えている²⁴⁾。熊本地震では、熊本大学で、RC 造の工学部 1 号館が被災し、本部等は移転を余儀なくされ、取り壊し、建て替えている。益城町では、外付けフレーム等で耐震補強した庁舎は地震後ただちに立ち入り禁止となった。職員の方々は、スマホのメール等だけで災害対応と復旧に当たるという事態に追い込まれている。これも建て替えられた²⁵⁾。

耐震補強工事による仮住まい、騒音、臭気等の不自由を経験した学校、行政の関係者は、想定を全くしていない突然の長期に渡る立ち入り禁止で、貴重な時間、研究資料、行政資料、機材、データなどを失った。この状況で、震災後の各種の対応を迫られている。外部からの調査団等への対応も行

第一部 提案

わなければならない。筆舌に尽くし難い精神的、肉体的労苦を長期間強いられている。上記は象徴的な事例であるが、稀な出来事ではない。

建築学会東北支部は、東日本大震災後に、耐震診断と補強設計に関わった仙台周辺の学校建物 82 棟について Is 値と被害の関係を調査した。Is 値が 0.7 未満で、未改修建物は 7 棟であった。これにはかなりの数で被害が出ていると予想された。しかし、全て被害は軽微であった。また、Is 値が 0.7 以上であるか、耐震改修して 0.7 以上になった建物は 75 棟あった。被災率は小さいと予測されるが、この内、D3（構造体被害）が 3 棟、D2（非構造部材の剥落）が 8 棟であった。この結果を受けて、東北支部は、「使用継続性を言及する新たな耐震性能の評価手法の構築が急務であると思われる。」と述べている²⁶⁾。

熊本大学は、約 210 億円の被害を被った²⁷⁾。施設管理担当者の話によれば、「新しい建物、古い建物関係なく壊れた。取り壊し予定のため無補強だった建物は無被害で、隣接する補強済みの建物は壊れた。」とのことである。熊本市は公共施設の耐震化率 100%であったが、同地震で、避難所となる公共施設、病院の使用停止等による震災関連死が倒壊等での犠牲者の 4 倍となる事態が生じている。以上の事例からも、「人命に危害を及ぼすのはほとんどが旧耐震基準の建物であり、地震対策は旧基準の耐震診断と補強だけで十分である」という認識が誤りであることは明白である。

以上より、1995 年の阪神・淡路大震災を契機に広まった「新耐震基準は震度 6 強から震度 7 の地震動を想定しており、自然の法則に即した汎用的な基準である。同基準で建設された建物は、高さや構造形式に関わらず安全である。人命に危害を及ぼすのはほとんどが旧耐震基準の建物であり、地震対策は旧基準の耐震診断と補強だけで十分である」とする説明、あるいは解釈は、新・旧耐震基準の方法論、及び大震災における構造物の被害状況に照らして是正することが望ましいと結論される。

インフラ施設に関しても同様である。代表格の新幹線は阪神淡路大震災で、多数の高架橋脚が破壊し、線路が沈下、崩落を生じたことを受け、巨額な費用と約 30 年の時間をかけて、柱に鉄板を巻いたり、鉄板を貼り付けたりする耐震補強が行われているが、高架橋脚等の被災、脱線、長期に渡る運航停止が生じている。2022 年 3 月 16 日の福島県沖地震で、やまびこが脱線し 5 人が怪我をする事故が発生した。地震が起きた際に列車は白石蔵王駅での停車に向け減速しており、地震を検知して非常ブレーキがかかる過程、または停車後に脱線したと考えられている。

地震も、津波、豪雨、暴風と同様に、地球表面の活動から生まれる自然現象であり、20 世紀の知見に基づく想定約 10 倍に達するレベルとなっている。2016 年熊本地震、2024 年能登半島地震等、震動による壊滅的な被害の復旧途上で、豪雨による大洪水、土砂災害に見舞われる事態が相次いでいる。地震対策は、新耐震基準に従って旧基準構造物を強化すれば十分であるとする解釈、説明を見直し、地震、津波、豪雨、暴風、空襲等から、都市と国民を守る統合防災へと転換することを提案する。

【文献】

- 1) 大橋 容一郎、松山 壽一：カント全集 1、pp275～337、岩波書店、2000 年

- 2) 中央防災会議：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門委員会 報告、2011年9月
- 3) マンションの耐震性等についてのQ&Aについて、
https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/07/071208_2_.html#10
- 4) 建物の耐震性能とは？、https://www.taishin.metro.tokyo.lg.jp/proceed/topic04_01.html
- 5) 気象庁：震度の活用と震度階級の変遷等に関する参考資料、平成21年3月
- 6) 気象庁：震度について、<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/shindo/index.html>
- 7) 全国官報販売協同組合：2020年版建築物の構造関係技術基準解説書、pp296～307、2020年11月
- 8) 石山祐二：耐震規定と構造動力学 pp9～25、三和書籍、2008年3月
- 9) 戸田 盛和：物理入門コース 力学、pp190～226、岩波書店、1982年11月～2019年1月
- 10) A.P.フレンチ著、橘高知義訳：MIT 物理 力学、pp218～248、培風館、1983年9月～1995年10月
- 11) 7)と同じ、pp340～348
- 12) (一財)日本建築防災協会：2017年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準 同解説、pp229～230、2017年9月
- 13) 7)と同じ、pp487～490
- 14) 佐野 利器：「家屋耐震構造論」 上編 第1章 第1節、1916年
- 15) 真島健三郎：地震と建築、pp33～34、p108、丸善株式会社、1930年6月
- 16) 大橋雄二：建築基準法の構造計算規定及びその荷重組み合わせと長期・短期概念の成立過程、日本建築学会構造系論文報告集 第424号 pp1-10、1991年6月
- 17) (一財)日本建築センター：性能評価を踏まえた超高層建築物の構造設計実務、pp7～21、2019年7月
- 18) 8)と同じ、pp37～48
- 19) 宇佐美龍夫：最新版 日本被害地震総覧 p524、2003年4月、東京大学出版会
- 20) 日本建築学会：阪神・淡路大震災と今後のRC構造設計 p4～6、1998.10
- 21) 日本建築学会近畿支部：1995年兵庫県南部地震コンクリート系建物被害調査報告 p12-13、1996年7月
- 22) 日本建築学会、地盤工学会、土木学会、日本機械学会、日本地震学会：阪神・淡路大震災調査報告 建築編-4 木造建物 建築基礎構造、pp20～23、日本建築学会、1998年3月
- 23) 日経アーキテクチュア 10月25日号、pp.34～35、日経BP社
- 24) 市貝町ホームページ、9月1日更新版
- 25) 毎日新聞：益城町、役場庁舎建替えへ 基礎くい全損の可能性高く、2016年10月13日、毎日新聞地方電子版
- 26) 日本建築学会東北支部：2011年東北地方太平洋沖地震災害調査、pp74～78、2013年
- 27) 熊本大学：平成28年(2016年)熊本地震 被害状況と復旧に向けた対応状況、2016年12月3日、ホームページより

第2 大地震等への新たな対策の実施

日本においては大地震、あるいは空襲等により、大都市の機能が大きく損なわれ、様々な波及被害を生じ、国家の存立を脅かす大災害に至る危険性が日々増大している。構造物を強化する対策では、厳しさを増す地球環境において安全を確保することはできない。次の対策を新たに実施することを提案する。

- (1) 設計基準の新旧、大臣認定等の有無等に関わらず、建築物、インフラ施設が、機能停止に陥った場合の避難経路、避難場所、避難所を確保できる規模に建築物の床面積を規制する。特に、鉄道駅、主要幹線道路沿道、及びこの交差点付近には原則として、床面積の増加を認めない。
- (2) 既存、新設を問わず、都市を構成する構造物、及び都市内、都市間を連絡する構造物の大地震等に対する機能の維持回復能力を、現実 に即して評価し、向上させる。これには、収震設計が有効である。
- (3) 大都市と衛星都市の間に、災害時でも稼働する複数の直通高速避難・補給路を確保する。これには、大深度地下を利用することが有効である。

【解説】地震危険地帯では、近い将来、大地震等により、都市機能が損なわれ、様々な波及被害を生じ、国家の存立を脅かす大災害に至る危険性が存在する。これらは世界的問題であるが、最も厳しく直面しているのが、欧亚地震帯と環太平洋地震帯の交点にあり、地球表面が活動期に入らる中で、人口の減少と経済活動の停滞期を迎えた 21 世紀の日本であり、東京である。豪雨、津波等と同様に、大地震等に対しても、構造物を強化する対策では、厳しさを増す地球環境において安全を確保することはできない。災害全般、及び人為的攻撃に対する統合防災の一環として、新たな対策を実施することが急務である。

現代都市の活動には膨大な人工的エネルギーを要している。我が国では、長大な送電網が設置され、上越、東北等から、東京圏への電力供給が行われている。水、食料を始めとする物資も、日本国内だけでなく、世界中からの供給で毎日の都市活動が維持されている現状である。都市施設、特に都市間、都市内にあって、日々のエネルギー、水、食料等、多種多様な物資を供給するインフラ施設の更新には、多大な資源、労力が必要であり、その負担は国民に重くのしかかっている。日本では、トラック輸送、建設業に従事する人々の絶対数が不足し始めており、今後、状況は益々厳しくなると予測されている。

以上の現実を踏まえ、大地震等による破局的な被害を防止するため、次のような対策を新たに実施することを提案する。

第1に、設計基準の新旧、大臣認定等の有無に関わらず、建築物、インフラ施設が、機能停止に陥った場合の避難経路、避難場所、避難所を確保できる規模に建築物の床面積を規制することが必要である。これは、新耐震基準、大臣認定建物であれば、避難の必要はない。避難者は発生しないという誤った認識の結果、避難経路、避難場所、避難所が大幅に不足している大都市の現状を踏まえ、これ以上の危険の蓄積を避ける為の措置である。特に、鉄道駅、主要幹線道路沿道、及びこの交差点付近は、交通の要衝であり、構造物の倒壊・機能停止は、都市全体の避難、救助・救援に障害をきたすので、厳しく規制する必要がある。

第2に、現状では、1981年以前の旧耐震基準建物のみを対象として、現行基準並みの強度があるかどうかを計算で確かめる耐震診断と、RC系構造物に関しては、鉄板、鉄骨ブレース、コンクリート壁等を挿入する方法、鉄骨造、木造に関しては、筋交いを増設する方法などで、現行基準並みの強度を付与する耐震補強が行われている。これらの効果は、目標性能的にも、方法論的にも、地震被害実績から見ても限られている。特に、大都市においては、8割近くに達していると推定される新耐震基準建築物については、診断も補強も行わなくてよいとするものである。

この現状に対して、既存、新設を問わず、都市を構成する構造物、及び都市内、都市間を連絡する構造物の大地震等の災害に対する機能の維持回復能力を、現実に応じて評価し、向上させる新たな対策を講ずる必要がある。これには、収震設計が有効である。

収震設計は、収震性と名付けた弾性と慣性、そして重力による構造物の基本的な性質に注目し、弾性計算、微動計測、そして高弾性材料を用いる方法であり、既存、新設・新築、構造形式、規模を問わずに適用可能である。実測と計算で得られる多数の指標を用いて設計する方法で、既往の設計・施工実績、被害・無被害事例と設計対象の類似性、特殊性の分析結果を、設計判断に役立てることができる。現状では、現行基準で設計、あるいは施工された後に収震設計・補強を行うことで、地震後も機能する構造物と都市を造り、壊滅的被害の危険性を減ずることを計る。現行の耐震関係の技術基準に代えて用いることができるような制度になれば、新築及び耐震補強工事における鉄、コンクリートの使用量を削減し、建物の解体を減らすことによる省資源、省コスト、省力化、CO₂削減等の効果を発揮する。第二部に、統合的指針を掲載している。

第3に、大都市と衛星都市の間に、災害時でも稼働する複数の直通高速避難・補給路を確保する必要がある。これは、超過密な都心部の現状から、都心だけで、避難場所、避難所を確保することができないことに対して、衛星都市への避難経路、これからの救助・救援経路、物資とエネルギーの供給経路を確保するねらいがある。さらに、常時には、衛星都市と都心を短時間で行き来できるインフラとして、衛星都市も含めた新たな都市圏を形成する効果も持つ。第1の対策により、都心の床面積増加を伴う再開発による都心への一方的な人口吸引は抑制されるが、このインフラの新設によって、都心と衛星都市の双方向の人々と物資の往来が活発化し、均衡ある発展が実現する。過密な都心の再開発よりも、都市圏、国家にとっての経済的効果は大きい。

第一部 提案

これには、大深度地下を利用した高速鉄道、物資・エネルギー幹線を建設することが有効である。用地取得費用がほとんど掛らないこと、地震、空襲による破壊、機能停止に対する危険性も地上を通るルートよりも小さいことなどのメリットが大きい。

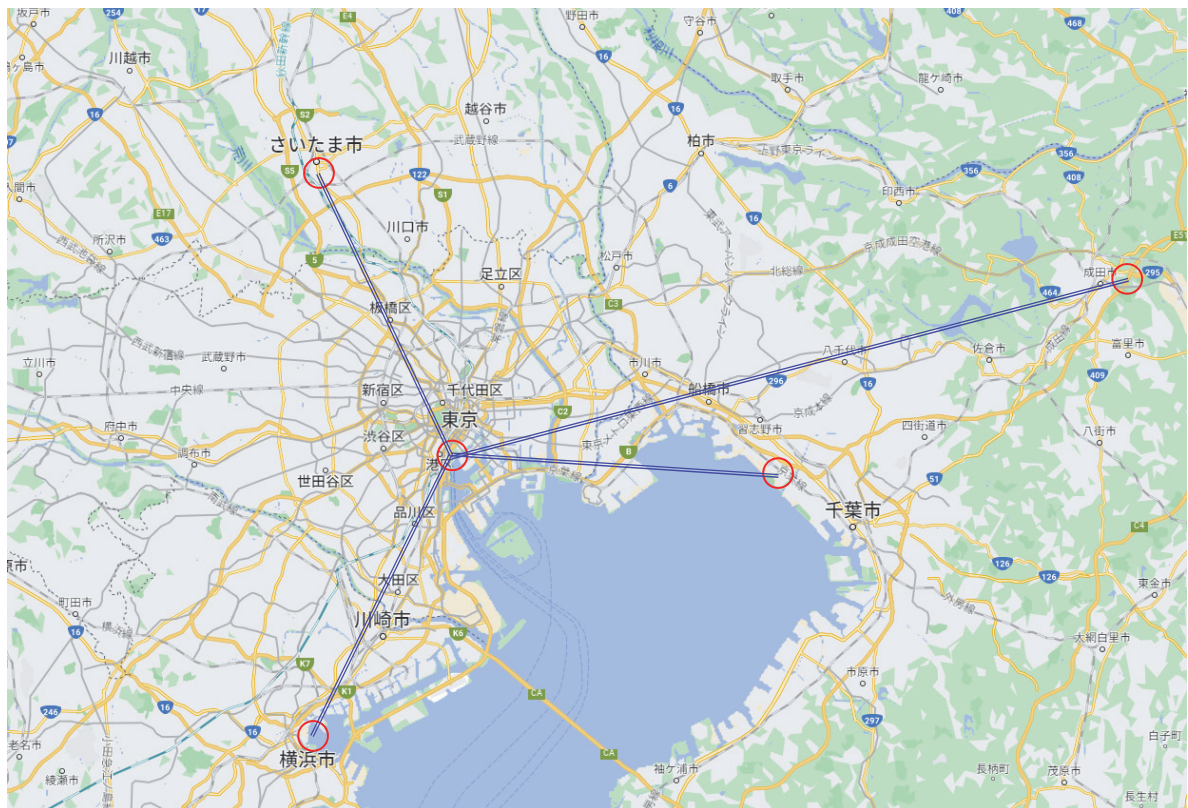
第3 都市間直通高速幹線の建設

都心への人口と機能の集中を抑え、時間・空間的にゆとりのある生活を実現し、人口減少に歯止めをかけ、都市圏全体に均衡ある発展を齎すことを目指して、主要都市の都心と、衛星都市、空港等に設けた地下新駅の間を結ぶ都市間直通地下高速幹線を建設することを提案する。

地下新駅には、災害時の避難場所、発電所、備蓄庫、救護、救援、及び補給の拠点としての機能を付与する。常時は、高速交通機能を担う駅施設とし、直通する各衛星都市拠点及びこの周辺に存在する既存の商業、就業スペースの活用と拡大を図る。

【解説】東京、大阪等の主要都市の都心部では各所で再開発が実施され、都心への人口と機能の集中は増々加速している。これに伴い、衛星都市機能の衰退、ベッドタウン化、駅前のシャッター通り化を招いている。若年人口は、主要都市に集中し、日本の人口減少と高齢化に歯止めが掛からない。

都心部は幾重にも構造物群で囲まれており、地震等でこれらの構造物が倒壊し機能停止となり火災が生じた場合には、人々が都心から周辺へ避難すること、及び周辺から都心部への救助・救援に向かうことも困難となる。



出展:Google マップ に加筆

図1 東京圏における都心衛星都市間直通高速幹線計画

第一部 提案

以上の課題に向け、主要都市の都心部に地下新駅を設け、これと衛星都市の間を地下高速直通幹線で結ぶことを提案する。

図1に、東京圏を例にとり、さいたま新都心、横浜MM21、幕張メッセ、及び成田空港に設けた各衛星都心新駅と都心新駅を丸印で、これを結ぶ直通ルートを描いている。都心と衛星都市の新駅間は、約20km、成田空港新駅間都心間は、約50kmである。平均時速300kmで運行すれば、それぞれ、4分、10分程度の所用時間となる。また、都心駅を中心として各衛星都心駅を周回する無限ループ状の軌道として、中間駅は設けず、各衛星都心駅間も乗り換えなしで、10分程度で行き来できるようにする。

直通幹線は、大深度地下トンネルとし、リニアモーターなどを用いた複線の鉄道トンネルと水と電気を送るトンネルを併設する。

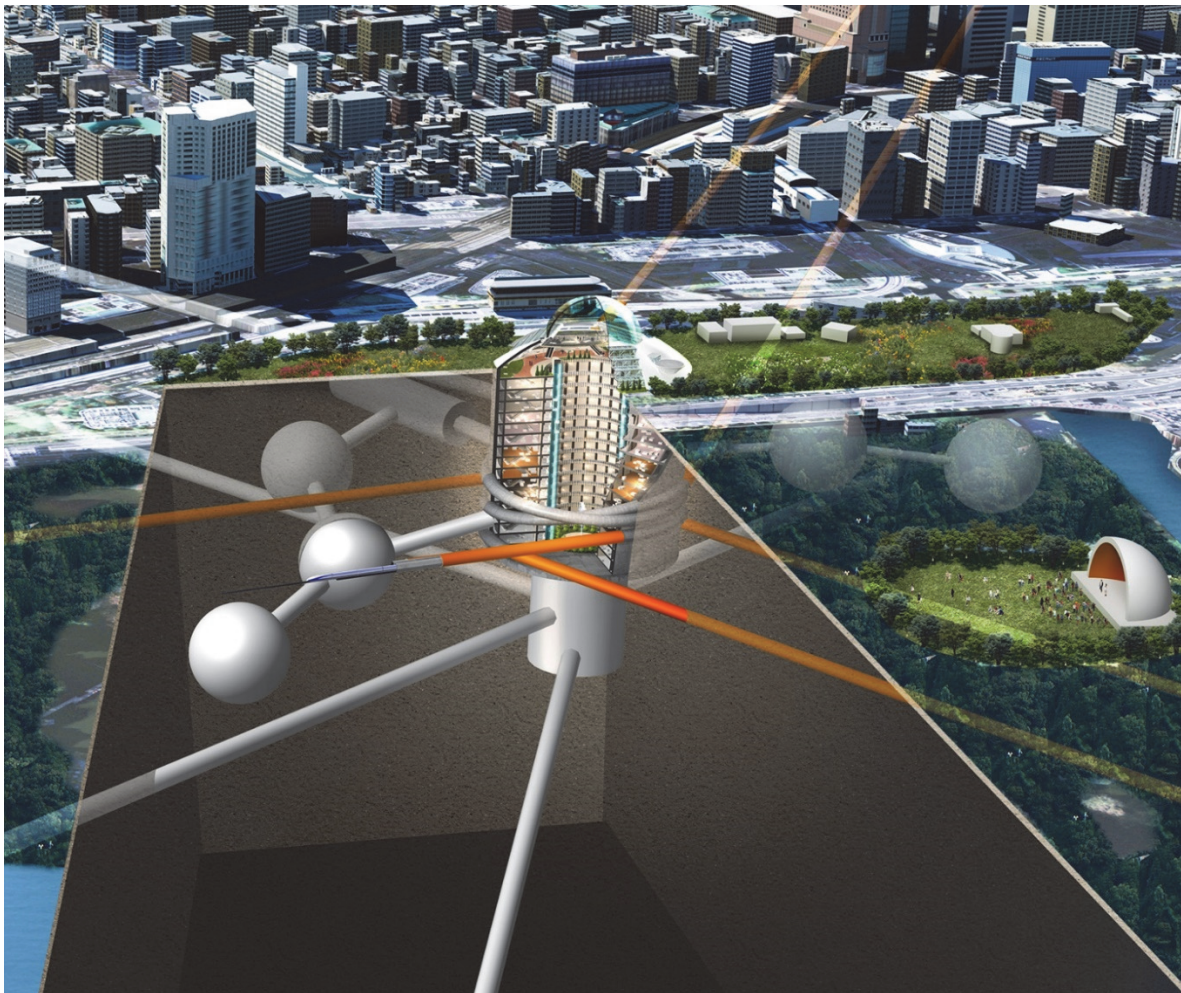


図2 主要都市の都心及び衛星都市拠点に建設する地下新駅

図2には、都心及び衛星都市拠点に建設する地下新駅のイメージを描いている。災害時には、周辺からの人々の避難場所としての機能を満たすようなスペースを設け、直通幹線への乗降、救護、救援、及び補給の拠点としての機能を有する施設と設備を配置する。発電所、海水淡水化・浄化装置、救助・

救命装備の備蓄倉庫等を併設する。通常は、衛星都市拠点との都心間の直通乗降駅として営業する。併設する商業施設等は最低限とし、駅と避難場所等の機能を主とする。

第2の提案に掲げた新たな地震等への対策により、都心での新たな商業、就業スペースの拡大は極めて抑制されるが、本提案により、直通する各衛星都市拠点に存在する商業、就業スペースの活用と拡大を無理なく図ることで、主要都市圏の均衡ある発展を実現する。

本プロジェクトは、大都市中心部への人口と機能の過度の集中を抑制し、災害時の危険を分散し、都心部の避難・救助救命、復旧機能を高めるだけでなく、各衛星都市の衰退を食い止め、発展を促し、生活者の経済負担を軽減し、職住近接、時間・空間、経済的にゆとりのある生活を実現し、主要都市圏全体の活性化を実現する。ひいては、日本の少子化を食い止め、人口減少を緩やかにし、歯止めをかけ、増加に転ずる効果を持つ。安全で快適な日本を実現する国家的プロジェクトである。

第4 防衛・救助・救命・復旧専門組織と研究開発機関の創設

人を殺す軍隊ではなく、国民を守り、被災した人を助け、命を救い、構造物を復旧することを専門とする組織を作ること、及びこれに必要な装備、技術を研究開発する機関を造ることを提案する。

【解説】日本は、世界で最も大地震、洪水等の自然災害の危険性の高い地域にあり、これまで、多くの人々の命と財産が失われている。さらに、太平洋戦争により、多数の都市が空襲で焼き払われた。広島、長崎では原爆により、沖縄では地上戦により、多くの人々が惨い死を遂げている。日本国民は、国際紛争において武力を行使することを放棄し、日本国には軍隊を持たせず、交戦権を認めないことを国是としている。国と国との戦争は、両国の国民を殺し、傷つけ、苦しめ、永年に渡り、深い悲しみと憎しみを残すだけで、何も解決しない。国民がこれに気づき、戦争に向けて動かなければ、国は戦争を継続することはできない。

自国が他国に戦争を仕掛けなくとも、他国から侵略される危険性はある。自然災害だけでなく、他国の侵略から国民を守ることは必要である。しかし、この為に他国の軍隊や国民をせん滅する武器を蓄えても、他国の武器がこれを上回れば太刀打ちできない。日本が殲滅される危険性が高まるだけである。他国の国民を殺し、他国を攻め滅ぼす兵器を持たないことは、他国に脅威を与えないことである。四方を海に囲まれた日本であれば、他国から攻撃を受ける危険性を減ずることになる。

科学技術を総合し、市民はもとより、兵士をも殺さないということを、第1の条件として、国民を守る方法を求めよう。これが、世界で最も悲惨な戦争の歴史を持つ日本国の使命である。まず、被災した人を助け、命を救い、インフラ・建物・施設、街の復旧を専門とする組織を造ろう。被災した地域での陸海空での移動・輸送手段、野営、設営、救助・救命等の専用装備を整え、訓練を行い、国内だけでなく、近隣諸国、諸外国へ派遣する体制を整えよう。

次に、人を殺さない防衛・救助・救命・復旧に必要な装備、技術を研究開発する機関を造ろう。ミサイル、戦闘機、潜水艦、戦車等の軍事兵器、及びこれを格納する軍事施設は、多種多様な機械で構成されているが、ほぼ全てがコンピュータで制御され、互いに通信している。これを無力化することができれば、人を殺さない防衛が実現する。救助の為に瓦礫や土砂の撤去は、現状では、人手、あるいは、建設機械を用いて行い、救助した人を平時の救急車等で病院に搬送しているが、人と機械の良さを生かした救助用のロボット、救命ユニットを開発しよう。各種のセンサーからの情報と過去の救助救命経験から最適な行動・処置を選択・実行する人工知能を搭載し、人が監督し、最終的には操縦・操作する各種の機械が考えられる。復旧工事についても、現状では、地元の人々とボランティアの方々の人手で片付け、清掃等が行われ、建設機械と作業員の手で復旧工事が行われている。一連の復旧作業を、人と機械、機械と機械が協力して実行する多様なロボットを開発しよう。

日本国民の英知と力を結集し、世界各地の災害、戦争で傷ついた人を助け、命を救い、構造物を復旧しよう。近隣諸国の国民と力を合わせ、最先端のコンピュータ・通信・ロボット技術を用いて、人を殺さない防衛を実現しよう。これこそが、世界各国の国民と日本の国民とのコミュニケーションを深め、互いの憎しみと悲しみを和らげ、戦争をする国の無い世界を築き、日本を含む世界各国の国民と国土を守る力になる。

海に囲まれ、豊かな森林と河川を擁し、水力、地熱等の自然エネルギーに恵まれたわが国の自然、そして、数千年に渡り、ここに生まれ、ここに育てられ、ここに移り住んだ多くの人々の経験と伝統技術を生かし、今を生きる我々が力を合わせ、コンピュータに代表される機械と機械、そして、機械と人が協力する体制と制度を築けば、必ず、人を傷ける危険性が小さく、これから、生まれ、育つ人々が安全で快適に暮らすことができる構造物、都市、国、そして世界が実現する。