

平成21年度「公共建築の日」フォーラム
耐震と公共建築
安心・安全を未来へつなぐ公共建築

北海道開発局営繕部営繕計画課

平成21年11月11日(水)、札幌第1合同庁舎2階講堂において「公共建築の日」を記念し、公共建築の安全と安心について人々の理解を深めていただくため、建物の地震対策についてパネルディスカッションを開催いたしました。

また、パネルディスカッション終了後にフォトコンテストの審査結果発表、ポスターコンテストの審査結果発表・表彰をあわせて行いました。

話題提供 1

日本の耐震技術・規定

日本の耐震技術とは、世界の耐震技術だと思いますが、1880年、19世紀末からスタートしました。残念ながら、地震被害が起きた後に何かしなければいけないという、後追いの状態でした。これは仕方ないかも知れませんが、そういう状態が現在まで続いています。



コーディネーター
石山 祐二 氏
北海道大学名誉教授
工学博士

日本の耐震の歴史で一番大きな変化を起こしたのは、1923年の関東大震災だろうと思います。死者・行方不明者が14万人でした。その翌年の1924年、当時の市街地建築物法に水平震度を0.1以上とするという規定ができました。これが世界で初めての水平震度を決めた規定です。

第2次世界大戦後に建築基準法ができますが、常時荷重に対して安全率をいくら高くしておいても構造物が地震や台風のとくに安全とは限らないということが分かり、長期・短期という考えが取り入れられました。そのとき、短期許容応力度は長期のだいたい2倍になったので、水平震度0.1が0.2になり、これが現在の耐震規定の基本になっています。

一方、地震のたびに被害が起きました。特に問題だったのは、構造計算を行っていた鉄筋コンクリート造の建物でも壊れるということです。1968年の十勝沖地震の際には、北海道でも多くの鉄筋コンクリート造の建

物が壊れました。

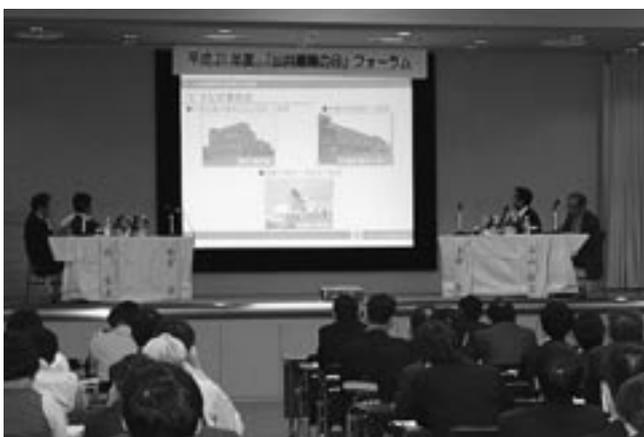
1972から1977年に建設省（当時）で「新耐震設計法の開発」プロジェクトがあり、新耐震設計法（案）を作成しましたが、78年に宮城県沖地震が起きてかなりの被害が生じたため、建築基準法が改正され81年から新耐震設計法が施行されています。新耐震には幾つかの特徴がありますが、特に大地震動と中地震動という二つの地震レベルを考えて設計する2段階設計にしたというのが一番大きな変化ではないかと思えます。それから、標準せん断力係数と振動特性係数が導入され、超高層から低層建築物まで同じ設計法となりました。

95年の阪神・淡路大震災以降は、重要な建物・施設、避難所として用いられる学校などの公共建築の耐震性を高くすることが社会的に受け入れられるようになってきましたが、一方で、木造建物がたくさん崩壊し、亡くなった方々の80%以上は木造住宅の下敷きになったということも忘れていけないと思えます。

阪神・淡路大震災後に、限界耐力計算ができましたが、地震動レベルは新耐震当時と同じですから、限界耐力計算を行ったからといって安全な建物ができるという保証はないので、このようなことも考えてほしいと思えます。

札幌は比較的自然災害が少ない、地震もあまりないと思っている人が多いようですが、札幌には地表からは見えない活断層があり、震度6以上の地震の可能性があるとということです。

本日は、パネルディスカッションを通して建物の耐震性について、公共建築のみならず、一般の住居も考えてほしいと思えます。



話題提供 2

耐震診断の概要と改修事例



パネリスト
関 弘義 氏
（北海道日建設計構造設計室長）

1981年に新耐震設計法が導入され、耐震目標を次の2段階としました。まず、耐用年限中に数度は遭遇するであろう地震に対しては、建物は軽微な損傷を受けるにとどめて、機能は保持するという1次設計です。もう一つ、耐用年限中に一度は遭遇するかもしれない大地震に対しては、建物は倒壊せず人命を守るという2次設計が取り入れられました。新耐震設計法では、石山先生が提案された地震力が上に行くほど大きくなるAi分布が取り入れられ、併せて、粘りの確保、また、平面的・立面的にかたさ（剛性）のバランスを考慮することが求められています。

次に本題の「耐震診断」とは、新耐震設計法が求める耐震性能と同等の性能を有しているか否か確認することであり、エネルギーで評価しようというのが大前提にあります。耐震性能は大まかに強さと変形能力の掛け算で表し評価するというのが基本的な考え方で、強さが強いほど、あるいは変形能力が高いほど耐震性能があるという診断になります。変形能力のない建物については耐力を高めておき、どこまでも変形できる性能を持っている部材から構成される建物であれば、低い耐力でもよろしいということになっているわけです。耐震診断基準としては建築防災協会基準が一般的に用いられており、1次診断、2次診断、3次診断という種類で、下に行くほど詳細な検討になっています。

次に改修する段階ですが、図面照査とか現地調査をし、どこが弱点か、あるいは使用しながらの改修のかななどを考慮して、まずは補強可能かを判断します。補強可能であれば、弱点を改善する補強方法を選定し、機能性とか施工性、経済性のチェックを行い、最終的に補強効果を確認して、補強工事に入ります。

代表的な補強方法として、強度依存型は、例えば壁を増設したり、ブレースを増設する。靱性依存型は、柱・梁の剪断補強^{せんたん}ということ、鋼板や炭素繊維で柱を巻いた補強とか、変形しやすくするために壁と柱の間にスリットを入れるというようなこともやっております。それともう一つ、壁がアンバランスに配置されているものを改善するとか、上下方向のバランスを改善する方法もあります。

耐震診断と改修の例として、北大のクラーク会館を紹介します。改修の方針としては、北大の記念碑的な施設であるので外観の変更を最小限にとどめるということ、使い勝手が損なわれないで、かつ施設を使用しながらの改修ということが制約条件となっており、主に強度を高めるという補強型です。

変形性能の改善としては、極短柱と呼んでいるもの壊れ方をする柱をなくし、耐力補強と剛性バランスの改善。それと非構造部材の補強と軽量化を図るために、屋上に特徴的なRC構造の煙突がありますが、耐震性が不足しているので、撤去して鉄骨造として復元しました。それで、改修前、改修後で、外観はほとんど変わりません。

最後に、杭^{くい}の補強も行った例として、既存の杭が全く耐震性がありませんでしたので、新しい杭を打って、PC工法で新たな基礎を既存基礎と緊結して設けています。

話題提供 3

札幌市における市有建築物の耐震化



パネリスト
高橋 稔 氏
札幌市都市局建築部工事
担当部長

札幌市として何をされていて、これから何をしたいこうとしているのかお話しさせていただきます。

区役所、区民センターなどの市有施設は、水道局とか、下水道、交通といった企業会計を除き、1,460ほどあります。旧基準のもの

のが218あり、築後30年を経ている施設がそろそろ4分の1、25%の状況になってきています。Is値^{※1}0.6を切っている建物について、平成19年1月に耐震化の緊急5カ年計画を作っています。0.3以下のものは早急に取り組み、64施設について22年度中にはおおむね改修工事を終えるという状況です。

実際に終わった事例として、豊平消防署は実際のところIsで0.2幾つですが、建物がそれほど劣化していないということで、もうほとんど骨の状態まで裸にして、耐震改修をやっています。

学校の耐震壁増設の事例として、在来工法、特に内部補強なので、コストが安くて、施工性・耐久性がいいという一方で、開口サイズ、将来のレイアウト変更の制約があり、それと、夏休み、冬休みの作業になります。工期に関してはなるべく早くできる工法選定が望ましい、というご意見をいろんな方面からいただきました。これは旧曙小学校ですが、文化、コミュニティーの集合場所にしようということで、体育館と一部校舎を残した形で、耐震改修と併せてリニューアルしています。

次は、耐震化を進める上での課題です。最初に工期工程管理の制約が出てきます。また、旧市民会館もそうでしたが、劣化度が非常に進んでいるものは費用対効果から見て建て替えもあるでしょう。それから、発注時期の分散です。設計業界の方々、あるいは評定機関の皆さん、構造技術者の方の仕事が非常に大きくなっている状況もありますので、そういう市場性も踏まえて、年度をうまく使いこなしながら分散していく必要があるのではないかとということです。

次は、民間の皆さんにも耐震化に取り組んでいただくため、木造住宅、あるいはそれ以外の施設についての助成措置を紹介します。まず、木造の耐震診断に対して3分の2、上限3万円の補助をさせていただこうということです。今年度から、木造住宅に加えて、長屋共同住宅も対象になっています。それ以外の建物、分譲マンション、それから学校、社会福祉・医療施設

※1 Is値 (Seismic Index of Structure)

構造耐震指標。建築物の耐震性能を数値化したもの。耐震改修促進法では、鉄筋コンクリート造の建物に関しIs値 ≥ 0.6 についての安全性とは「地震の震動及び衝撃に対し倒壊し、または崩壊する危険性が低い」と評価されるものとなっている。

などの公的な色合いの強い施設については、予備調査は12万円、診断は150万円となっています。

話題提供 4

空間の魅力を高める耐震改修

私はふだん、建築設計あるいは意匠設計という立場で、耐震の問題も含めて、構造設計者の皆さんと共同でいろいろ対応させています。

今日のテーマの「耐震と公共建築」は、改修という面で広くとらえると、環境の問題とか建築の計画そのものの問題に広がってくるというも痛感しています。今日は2件の学校の事例についてお話しします。

まず、黒松内中学校のエコ改修の実例で、約30年経過した校舎を総合的に改修して「さらに20年以上使う」というものです。つまり、今よりもっと環境をよくするとか、使い勝手をよくすることを優先して、その中の一つとして耐震性能の向上も位置づけるという意味合いになっています。

改修の目的は、学校を使い易くし、きれいにリニューアルする、消費エネルギーの削減（エコ改修）、耐震性能の向上です。ここでは、三つまとめて一つの手法で、できるだけ簡単にやっていくことができないかということ大きなテーマにしています。

三つのテーマを具体的に見ます。まず、使いやすい学校にすることで、中央部分はただ廊下になっていて狭い光庭がありましたが、これを一続きの大きな空間として、上下に分断しないで、なるべく一体感のあるものにするため、ここを全面的に改修しています。

2番目のエコ改修では、北海道の学校で使われるエネルギーの大半は暖房エネルギーで、70～75%を占めていることから、断熱性能を高めることで通常の目標をクリアできるのですが、実は照明等の部分も下げないか、今の環境時代の建物にはついていけませ



コーディネーター
加藤 誠 氏
(株)アトリエバンク常務取締役

ん。光をたくさん取り入れて照明を使わなくするとか、風を取り入れて換気扇を使わなくするという、総合的なエネルギーの削減を試みています。こういう改修の状況が外へも表出していて、学校がリニューアルされたとのイメージが出てきます。

3番目の今日のテーマである耐震性能の向上では、減築ということで、壁とかスラブ^{※2}を撤去しています。意匠設計では最初、杭への負担を小さくするためやっていたのですが、建物を軽くすることでIs値の向上に結びついていったことは、構造設計者とのコラボレーションの結果と思っています。

一方で、黒松内のような場合では、仮設校舎を使うのが大前提になります。ただ、仮設校舎は数千万円のコストがかかるので、そこにお金をかけてでもいいものを作ろうとする仕組みを作れるかどうか、この手の改修の分かれ目になってくるかと思っています。

公共建築の耐震となると、がっちり作ったり、堅牢な建物になっていく傾向があります。しかし、軽く作るほうが耐震性能にはいいこともあるし、それ以上に、光や風が通り抜ける空間を作っていく、いいきっかけになるのではないかとことを学んだプロジェクトでもありました。

このプロジェクトを応用した新築の物件が、士別市の旧朝日町にある糸魚^{いとこ}小学校です。屋根を全面木にして建物を軽くするという、軽量化がテーマです。屋根を軽くすることで足元の軀体^{くたい}^{※3}の量を減らし、光や風が通り抜ける空間を作っています。所定の耐震性能を取るときに、軽くすると広々とした空間が作れ、また、トップライトなどを作って、風通しのいい空間が作れます。こういったものは、これからもチャレンジし続ける必要があるのではないかと考えています。

耐震性能を高めることは、ほかの分野にどのような影響があるか、これから総合的に考えていくべきテーマではないかと考えています。

※2 スラブ (slab)

橋や建築物などに用いる鉄筋コンクリート製の床板。

※3 軀体 (くたい)

建物の骨組み。

パネルディスカッション

(紙面の都合により、最後のまとめのお話のみ掲載)

関 耐震診断をして、どうしても補強しなくてはいけないのですか、というぐらいの建物も出てくるわけですが、建て替えというものをもうちょっと間口を広げて考えてもいいのではないかという気がいたします。先ほど長寿命と言いましたが、建物自体もかなり劣化しているし、これだったら建て替えた方がいいのではないかと思いきり判断してもいい場合もあるのではないかという気はいたします。

加藤 今日、皆さんの話を聞きまして、改築も新築も同じなのですが、量の問題と質の問題をどう両立させるのがすごく難しいと改めて感じました。黒松内とかは単品生産の作り方なのですが、膨大な時間がかかる。ある程度システムティックな考え方もはっきりしていますし、結局は法則みたいなものを適用することと、でも一品ごとにしっかり見ていくこと、その両方をバランスよくやっていくこと以外にないのではないかと改めて感じました。

高橋 先ほどプロポーザルのお話が出ました。設計業界では入札金額だけということでは当然違うと思います。耐震改修も非常に大きな、いいテーマだと思いますので、少しでもプロポーザル的な間口を広げていくことができればと思っています。

石山 最後に、耐震問題を含め、何十年か経って、次の次の世代の人たちから「先人は良い建物、良い街を残してくれた」と感謝されるようなことをしていきたいと思います。新耐震を施行した時に賛否いろいろな意見がありました。その後、阪神大震災の後で「やっぱり新耐震にして良かった」と言われましたが、そういう効果が表れるのは20年とか、その程度の時間がかかるわけです。このような努力を続けたいと思います。

フォトコンテスト

テーマ「ひと、暮らし、たてもの」

グランプリ作品「五月の午後」(アルテピアッツァ美唄)
長瀬 芳伸 さん(岩見沢市)



ポスターコンテスト

テーマ「11月11日、公共建築の日」

グランプリ作品「みんなの場所」
小野 穂奈美 さん(札幌平岸高等学校)

