

■第4回エコ改修検討会 講義録-2

○福本先生の講座:「耐震特性と耐震改修技術」

福本構造設計の福本でございます。最近話題になっている構造設計をやっているものです。

耐震診断だけでは物足りないと思い、エコ改修検討会ということで、少しお話しさせて頂こうと思います。「なんとか建物の寿命を延ばす」ということで、少しでもゴミを減らすことにつながれば、「エコ」に役立つのかなあと考えています。

【1. 耐震診断に関する法令】

最初に、耐震に関する法律がどうなっていたかという解説です。(資料参考)

—昭和55年告示第1793号

耐震診断に関する法令ということで、昭和55年に告示が出ています。これで「高さ方向の地震力の強化」ということで初めてAi分布ということができました。Ai分布というのは、今年北大を退官された石山先生が建研時代に作ったものです。高さ方向に係数が増していきますので、これ以前の建物よりも、係数が強化されたと言うことです。これによって(施行が56年4月1日ですので)56年4月1日以前の建物は全て既存不適格となっております。そのときに「保有水平耐力計算」というのも出されております。

—平成7年12月25日 耐震改修促進法施行

次に平成7年12月に「耐震改修促進法」が施行されています。これは阪神淡路大震災で、かなり建物が壊れました。これによって56年以前の建物は耐震補強しようという法律です。(対象については資料参考)これは「学校」と「病院」に関しては強制的になっていたのですが、事務所等はオーナーの方でやってほしいということで、それほど厳しい法律ではありませんでした。

—平成12年6月1日建築基準法施行令改正

次に平成12年の6月に建築基準法施行令の改正ということで、ここで積雪が変わり

ました。標高の高いところの積雪をもっと多くみようということです。ということで、積雪の基準・風圧の基準・撓みの制限がこの法律でできました。スパンの1/250にしなければという法律がありますので、これ以下に撓ませた場合は法律違反になりますので気をつけて頂きたいと思います。このときに撓みの変形増大係数というのが出ています。構造計算した撓みに対して、これは弾性撓みですので、クリープ現象というのが起きてさらに撓みが進みます。その時の木造の計算した係数よりも2倍して頂きたいということです(係数の詳細は資料参照)。これもあんまり撓ませますと違反で訴えられることがありますので、気をつけて頂きたいと思います。

—平成12年11月21日 北海道条例で積雪量の改正

平成12年の11月に、北海道条例で積雪量が改訂になりました。黒松内町は130cmから180cmに改訂になっています。ということで、平成12年の11月21日以前に建てた建築物は既存不適格建築物となっております。

で、学校も同じなのですが、その横にくっつけて増築する場合、既存の屋根も、構造計算ではこの180cmを採用して、構造計算をして確かめるということになっておりますので、くっつけて建てた場合は既存の補強が必要になります。ただ、札幌市ではこの計算書を出すことになっていますが、支庁では、まだ確認しておりません。ただ、法律上は、既存も新しい積雪量で計算することになっています。黒松内町は、50cm積雪が深くなりましたので、たいていの場合鉄骨ですと、構造計算し直すと「持たない」ということになってきますので、雪下ろしをすとかの手法で、管理して頂ければと思います。

—平成17年6月1日 既存不適格建築物に関する規制

次に平成17年6月に「既存不適格建築物に関する規制」ができています。(詳細は資料参考) 既存の建物があれば、その1/2までの床面積は増築できますというものです。かつ、既存の建物を耐震補強してください、という法律です。先日も中学校で横に増築したのですが、後で支庁の方から「既存も耐震診断して、耐震補強してください」という指導課からのお言葉があったようです。これも計画の段階から気をつけていただければと思います。ただ、既存の建物の床面積の1/20、かつ50㎡以下の場合には増築可能です。これは身障者用のエレベーターを意識して作った法律です。また罰則の強化もこの日から強化されております。1億円以下の罰金というのが付きましたので厳しい状態になっております。特に5階建て以上、1,000㎡を超える建物については行政庁から指導が入ると思いますので、やはり耐震診断をしなければいけないのかなという感じです。

【2. 鉄筋コンクリートの建物の長寿命化対策】

(資料参照)

1) コンクリートの建物のひび割れ防止

①の補足

・収縮目地をとったところは横筋を一本ずつ切っておくとか、割れが出やすいようにしてやることも大事。またそこに、しっかりコーキングをしておくこと。

②の補足

・建物が横に長い場合は横に収縮するので縦割れが生じやすい。コンクリートの長手方向に直角に亀裂が入る。ですから、横筋をたくさん入れておくとその収縮が分散される。トータル的には変わらないのだが、亀裂を分散することができる。

・学校等のの出隅部分で床のスラブに亀裂が入る。これはひび割れと直交方向に斜め筋を入れるとある程度止まる。

③の補足

・水の多いコンクリートは乾燥した時水が少なくなると、ひび割れが起こるので、な

るべく水の量を少なくした方がよい。「水セメント比」を55%以下にする。営繕の仕様書はこれが60%以下というようになっているので、仕様書を書くときにきちんとチェックする。

④の補足

・色々種類がある。ほっておくと普通の「AE剤」だけになるので、良いコンクリートにしたいときには「高性能AE減水剤」と指定する。

⑤⑥の補足

・ひび割れが起きたらすぐ塗装すること。ひび割れは0.2mmまでは雨が入らないということがわかっているので、逆に0.3mm以上のひび割れは早急に補修した方がよい。

2) 鉄筋のかぶりが大切

①の補足

・鉄筋が錆びると膨張して、膨張した分、鉄筋を外に押し出すという現象が「爆裂」

④の補足

・ひび割れをほっておかない。黒松内中学校は最大で16mmの中性化が起きている。大体年に0.5mm～0.6mmの中性化が起きている。それから言うと鉄筋のかぶりは4cmはほしいと言うところです。耐用年数60年でほしい3cmと考えられていたのだが、中性化がちょっと早いようなので、4cmあれば良いと思う。

⑤の補足

・中性化は炭酸ガスによって起きるので外部より内部の方が中性化が進みやすい。内部の方を打ち放しとかではなく塗装する等何か仕上げをした方がよい。

【3. 鉄骨の建物の長寿命化対策】

(資料参照)

単純に言えばペンキを塗れば長持ちするということだが、その前に工場から運ばれてきた鉄骨には油が付いているし、錆がすぐ発生する。その錆は取らないとさらに錆びるので、すぐ落とす。その錆取りを「下地処理・素地ごしらえ」という。

方法は資料のとおり①から③まで3つあ

る。お金がだんだん高くなるので、ほっておくと①しかやってくれない。外部に使用する鉄骨の場合は②か③の処理をすること。最近では塗装でも良い材料が出ているので塗装でも30年位は大丈夫。

【4. 環境に優しい構造の順番】

これは明治大学の松尾陽先生が書かれています。一番二酸化炭素を出さないのが「木造」だそうです。たぶん、自然に育つものということで、酸素を出して二酸化炭素を吸収してくれるということが環境にやさしい理由だと思います。その次に「鉄骨造」、「鉄筋コンクリート造」、「鉄骨鉄筋コンクリート造」の順番になっています。鉄骨と鉄筋の場合、セメントをつくるのにかなりエネルギーが使われるので、鉄骨の方が環境に優しいといえるのでしょうか。また、鉄骨の場合再生できるので、その意味もあると思います。

【5. 構造レビュー】

最近、偽造構造計算書も話題になっているので、日本構造技術者協会の北海道支部で構造レビュー委員会を立ち上げました。詳しくはホームページに載っているので興味のある方はそちらをご覧ください。

これは北大工学部の耐震補強した例です。左側はパイプです。ここの一階部分を拡大したものです。このパイプは中東で石油を掘る時の太いパイプなどをこれに使っています。これは正面側です。正面側にだけパイプが使われているのはコスト的な意味だと思います。これはコンクリートの柱に鉄骨の柱をしょわせて、さらに梁をしょわせて、鉄骨のVの字型にブレースを入れています。

【黒松内中学校耐震診断】

これが黒松内中学校の校舎と体育館です。これは今回耐震診断した中間報告です。

■ コア抜き

まず、コンクリートのコア抜きをしています。100Φの厚さでコア抜きをしています。赤いところが中性化してない方で、白いところが中性化しているところです。これは最大の16mmの所で、表面から赤いところまで16mmでした。4本コア抜きしましたが、1本は表面がちょっと中性化していますがあとの2本は中性化していませんでした。

■ ひび割れ

これはひび割れの調査をしています。先程のかぶりが少ないときの「爆裂」というのはこういう現象を言います。これはひび割れの幅を測っているところです。やはり窓下あたりが後でモルタルを詰める関係上、劣化してくるのが早いということです。このように鉄筋があるとそこへ水が廻って、鉄筋が錆びて爆裂を起こすということです。

それらをひび割れが多いとか少ないとかの指標がありまして、計数化して、各々の計算にあたります。

■ 校舎棟1階

これは校舎棟の1階の平面図です。柱の断面は55cm角、鉄筋がD22が10本入っていました。フープは100間です。これは構造図がありまして、調べたものです。フープも10cmということなので、新しい基準のフープで、フープとしては良いと思います。主筋を束ねている帯筋のことです。構造的にはどうしても窓側が壁の量が少なく縦方向に、W12とか書いてあるような壁が耐震壁になっています。

■ 校舎棟2階

これが2階の平面図です。2階の柱も55cm角ですね。鉄筋も1階と同じ位で8本から10本入っていました。帯筋も同じよう

なっています。廊下側もコンクリートの壁になっているので、これも雑壁として効いてきます。縦方向には12cmの厚さの耐震壁になっています。

■ 校舎棟の構造耐震指標

ここに、構造耐震指標0.675と書いてあります。これが目標値です。診断の結果これより右側にあれば安全だということで、X方向、Y方向両方とも安全ということになっています。ただ、この1階のX方向のこれをどうするかと言うことはあります。まだ0.73なので余裕はありますが、経過年数によって、あと何年かするとちょっと落ちてくるかもしれません。ということで、校舎棟の方は震度6強でもおそらく大丈夫だろうということです。

■ 体育館

次に体育館ですが、これが体育館の屋根伏せ図です。(資料参照)

水平ブレースと書いてありますが、これは水平力を壁側に伝える役目をします。このブレースがないとバラバラになってしまいますから、こちらから地震力をかけて、このブレースが安全だということを確かめます。今回この水平ブレースがちょっと不足という答えがでています。これが下屋の方の屋根で、こちらがステージです。

ここに鉄骨の壁ブレースが合計4カ所入っています。こちらの下屋の方にも壁ブレースが4カ所入っています。1階はここに180の厚さの耐震壁が入っています。この階は桁行方向は補強しなくていいということになります。2階のブレースなんですけど、ブレースの場合建築基準法で1.5倍しなさいと建てた後で途中から言われたもので、1.5倍すると、現在は持たないということになります。これは道立高校全てでも共通のことです。

次に体育館の屋根ブレースと書いてありますが、体育館の耐震安全性の判定ということで、体育館は文部科学省で屋内体育館

の安全性だけは決めてあります。その I_s が0.7というのが目標値になっています。要するに I_s を0.7以上にしなさいということです。

もうひとつ、保有耐力を計算しなさいということです。ここで保有耐力に係る係数を $q=1.0$ にしなさいということになっております。ここを1.0以上にしなさいということです。1.0というのは、この水平保有耐力比です。目標値とそこで持っている耐力の比です。ですから分母が必要保有耐力、分子がそこが持っている耐力です。この場合、これが88%しかないですよということです。あとは1以上になっています。2階のX方向以外は持っているということです。この2階のX方向というのは先程申しましたブレースの意味です。鉄骨のブレースは入力値を1.5倍にしなさいということになりましたので、(法律が変わったので持たないということになったのです。)昔はこれで持っていました。これをグラフにするとこのようになります。梁間方向は1階建てになりますのでひとつしかありません。桁行き方向はギャラリーがついているので2階建てで評価します。

■ 補強方法Case 1

1階は壁がついているので丈夫になっていて、2階はブレースの取り替えが必要ということです。

■ 補強方法Case 2

これは補強方法です。先程のは一応「取り替える」補強案です。これは既存を残して、追加して補強する補強案になります。ブレースではなくて、鉄骨でラーメンをはめ込むという形の方法もあります。

これは自己圧着ブレース工法といってバネが入っています。このバネを最初にのばしておくところにプレストレスが入ります。このプレキャストのコンクリートをぐっと押しつけると圧縮力に変わります。これで周辺部材に圧着させる方法です。これは松村組さんの特許になっております。たまたま酪農学園大学ではこれを採用してい

ます。この例は、単純に鉄骨をはめ込んで、周囲にアンカーを打って、コンクリートを流し込んだものです。これに比べて先程の方が性能が良いということですが、これは特許ですので我々が設計するときには使えません。また、巴コーポレーションが開発した例等色々あります。

〈以下、資料参照〉

最後になりますが、黒松内町に断層が走っている話があるそうです。どうも太平洋と日本海に渡って断層がはしっているということです。耐震補強するときはもっと余計に補強した方が良いのではないかという心配もちょっとあります。この前の南西沖地震の時も震度5位のがきています。その時には240人くらい、また今から260年位前に奥尻島の南側の島で大島というのがあるのですが、それが大爆発を起こして1,400名位の方が亡くなったということが江差町の法華寺というところに記録として残っております。

ではこれでご報告とさせていただきます。