

会 議 録

会議の名称	第4回富士見市立市民総合体育館屋根崩落事故調査委員会
開催日時	平成26年5月27日(火) 10時02分～11時35分
開催場所	全員協議会室
出席者	高梨晃一委員長、榎子喬副委員長、岡田健良委員、神田廣行委員、岩田善裕委員、大森享委員
欠席者	なし
事務局	奥村副市長、森元教育長、丸山総務部長、島田総合政策部長事務代理、山岸教育部長事務代理、柴崎総合政策部副部長兼管財課長、友光教育委員会副部長兼生涯学習課長、清水秘書広報課長、水口政策企画課長
会議次第	<ol style="list-style-type: none"> 1 開会 2 委員長あいさつ 3 議事 <ol style="list-style-type: none"> (1)事故調査業務委託の報告について《資料1》 (2)事故の要因について (3)市民総合体育館災害復旧事業について《資料2》 (4)次回委員会について 4 閉会
会議資料	資料1 市立市民総合体育館屋根崩落事故調査業務委託報告書 資料2 市民総合体育館災害復旧事業について
公開・非公開	公開（傍聴人24人）

【会議内容】

1 開会（島田総合政策部長事務代理）

本日の委員会は、委員6名中6名の出席であり、条例第6条第2項の規定により成立することを報告。

2 委員長あいさつ（高梨委員長）

本日の委員会は、委託先の埼玉建築設計監理協会による報告を受けた後、設計業者及び施工業者による調査をあわせた3つの報告をもとに事故の要因を議論していきたい。

（事務局からの報告）

議事に入る前に、類設計の報告書について、第3回委員会で表現方法や分かり易く工夫を、との指摘を受けての修正があったことを報告。内容については、ホームページで情報提供させていただく。

3 議事（進行 高梨委員長）

（1）事故調査業務委託の報告について

（2）事故の要因について

【（調査委託先）一般社団法人埼玉建築設計監理協会による説明】

（資料1 市立市民総合体育館屋根崩落事故調査業務委託報告書）

- ・前回委員会で、小梁の損傷状況はどうであったかという指摘があったので追加した。
- ・類設計室から提出された構造計算書について確認し、設計条件や荷重・外力、二次部材の設計は妥当と判断している。また鉄骨トラスについては、設計監理協会が行ったプログラムによる応力解析結果から概ね妥当と思われる。
- ・積雪荷重について、雪荷重の第一人者である千葉大学大学院工学研究科の高橋徹教授に崩落時の屋根の積雪荷重と再現期間を推定していただいた。それをもとに、積雪荷重については1.0キロニュートン/㎡とし、以降の応力解析を行っている。
- ・想定積雪荷重時の解析結果として、上弦材の圧縮力が128.01、下弦材の引っ張り力が126.03、126.42、上弦材の位置で21.669cmたわんでいることになる。
- ・トラス梁の上弦材の圧縮耐力について、4つの部材終局耐力算定式を用いて検討した。その結果、想定積雪荷重時には上弦材圧縮耐力が、4つの算定された値よりも崩落時の積雪を想定した時の再現応力の方が上回っている。以上のことから、崩落の一因として大梁上弦材の横座屈あるいは局部座屈が考えられる。
- ・トラスの上弦材がS字状に横座屈したと考えると、数字を追うと梁の長さが600ミリほど短くなる状況が考えられた。

【質疑・意見等】

委員長：P46の表の2の上の文書で、「地上積雪があったと推定するのが妥当」と記載されているが、ここは地上積雪ではなく地上積雪荷重でないとおかしい。

設監協：確認する。

委員長：類設計室も、積雪荷重を103.6kg、ニュートンに直すと1.0キロニュートン/㎡と推計していることから荷重は結果として概ね一致している。

千葉大学の高橋徹教授は、先日の大雪を受けて設置された国の検討組織にもおられる方で、積雪荷重の専門家であることから今回提供頂いた資料は信頼性のあるデータと言える。難しい推計ではあるが、極値統計学の式を使用すると、今回の大雪の現象を考えると約300年に1回あるかないかの事象で、統計的にみれば非常にまれな事象であったとのことである。雪荷重の推計に関することは一つの大きな話題であるが、これについて質問があれば。

委員：今回の崩落の原因に、雪の後に雨が降ったという事があると思う。屋根の状況について詳しく教えてほしい。雪が積もり、排水管が詰まっていたりすると、水がプールのように溜まり、必要以上に重くなった可能性があると思うが、その辺りは調査されたのか。

設監協：雨については前夜から雪が相当降り積もっており、その雪の上に雨が降ったという状況であるので、むしろ雨が雪に吸い込まれて流れていく状態ではなかったと考えている。雪プラス雨の重さがそのまま屋根にかかっている状況を想定している。

委員：降った雨がすべて雪に吸収された計算の仕方になっているので、かなり単位重量が多くなっていると感じた。

委員長：建築基準法では積雪に対する単位重量というのは、温暖な地方では 2 kg/m^2 、積雪地方では 3 kg/m^2 として計算することになっている。雪荷重の専門家によると、積雪深から重量を出すというのは密度の問題からばらつきが出てくるので、アメダスの雪を水に溶かして換算している数値の方で推計したほうがよいだろうという事である。類設計室は非常に苦労して密度計算をしており、結果として同じような値が出ているが、専門家はアメダスの方がよいという見解である。

積雪荷重はそのような類推がされており、基準法の限界でいうと 0.6 キロニュートン/ m^2 を大きく上回っていたという結論である。

委員長：類設計室で再現した構造計算書のチェックでは、特に設計条件、モデル化、計算過程に瑕疵はなかったという結論である。被害の状況から見て、P65にあるとおり、中央付近でトラスの上弦材に、積雪のために大きな圧縮を受け、設計荷重以上の軸力を受け座屈した。

座屈とは、細い部材に圧縮力がかかると、ある荷重以上になると急に変形が大きくなる現象である。弾性状態における座屈と、部材が塑性状態に入ってから座屈では様相が違うが、座屈が始まると復元力がほとんどなく、変形がますます大きくなる。これを実験してみると、部材の形や製作の精度によりばらつきが大きい現象になる。P59の図C2.2において実験データが示されている。

設計基準では説明があったとおり、古い基準では③式を使用するが、そのまま使用するのではなく、その下の点線で同じように書いてあるとおり、ある安全率をもって設計している。また、終局強度設計（強度の最大値）、これをターゲットにして設計する場合は①式のような形になっている。設計式といいながらこれが実験値を上回る場合もあるし下回る場合もあるので、どうするのかという話であるが、終局強度設計の方では荷重の方に安全率をかけており、結果的にはこの実験値の下限を設計の対象としている。想定された荷重のもとで座屈設計していれば、座屈することはないだろうということで設計が成り立っている。このように座屈というのはばらつきの大きい現象であるので、これを考慮して安全率を見ながら設計しているのが普通である。

委員：P21の小梁を調査した図面について、詳しい説明をお願いしたい。三角形に

なっているところで、プレート又はボルトが破損しており、支点ローラー側に多い。推計として、落下したことによって切れることはないと思うが、どのような状況で想定されているのか。

設監協：小梁の損傷の話であるが、M通り側が外れて、G通り側はよりかっているような状態であり、M通り側というのが落下による力がかかり入ったと考えられる。G通りからI通りの中央部分についてはあまり損傷がないという状況であり、縦の方向で見ると11通りと10通り、この部分は11通りの大梁がねじれて、10通りの上に乗っている状況である。

委員：ちょうどJ通りというのが中心（センター）になるが、これがP65に図があるような壊れ方をしたのか。

設監協：P21の図というのは大梁をまっすぐな直線で書いているが、実際の現地の状況は、中央部分の上弦材がS字型に折れ曲がっている。現地確認の結果からP65のように想定した。P30に大梁の中段に上弦材の平面図もあるが、大きくS字型に折れ曲がった状況である。

委員：小梁の構造計算のチェックで、検定値に余裕はあったのか。調査されてみて、小梁が先に壊れて座屈長さが変わっているといった現象はなかったか。

設監協：小梁の検定値はわりと余裕があった。小梁の調査を見ても分かるが、小梁自体が横に倒れていたり端部がちぎれていたりして、小梁自体に損傷がないわけではないが、大梁の状況を見ると、小梁と小梁間で折れ曲がっている状況が見て取れたので、座屈止めとしては効いていたのではないかとということで考えている。

委員：P65の図であるが、これは普通に解析すると、支点の回転角度が1.2度位というのがP57に出ている。このP65の図は、7度位回転した図になっていて、その結果、D点が600ミリ移動しているような図になっているが、この図についてもう一度教えてもらいたい。

設監協：P65の図の下に書いてあるのが、上弦材を上から見た図である。横座屈によって変形が進み、EF間の距離が7,000ミリから6,538ミリに縮んだという形を想定している。解析の方の回転角の数字というのはすべて弾性の応力の変形の結果であり、このような変形量というのは考えていないという形になる。このような部材が折れ曲がった後では変形が進み、これ位の変形をすると部材の長さが600ミリ短くなり、M通りの支点のRC躯体の上から落ちてしまうということを作図したものである。

委員：座屈が先行すると、支点の方の変形がこのくらい大きく出ることもあると、そういう意味か。

設監協：そのとおり。

委員長：この状態であると、M通り側の滑り支承の方が外れるということか。

設監協：正確な崩落の順序は把握できていない。現地の大梁の状況を見て、おそらくM通り側が外れて落ちたと考えたので、この図を描かせていただいた。

委員長：要するにM通り側で600ミリと書いてあるが、これを超えると落ちるという事か。

設監協：P36の端部の拡大図があるが、端部が600ミリ程ずれるとRCの躯体から落ちると考えた。

委員長：類設計作成の参考資料⑥で、ピン支承側の脱落要因について31度傾斜すると

外れるとあった。今の設計監理協会の見解のように600ミリ位で滑って、ローラー支承の方が脱落して、その後、傾斜が大きくなって31度を超えるとG通り側の支点が外れてしまうというストーリーでよいか。

誰も見ていないので本当のことは分からないが、計算の結果から、雪荷重の推計として1㎡当たり0.8から1.0キロニュートンあり、この位の荷重がかかると上弦材が座屈する。そして座屈変形が大きくなると、まずM通り側の滑り支承が下に落ちて、折れ曲がりさがさらにひどくなってG通りのピン支承が外れ、あのような状態になってしまったと、こういうストーリーが出来上がる訳だが、そういうことでよろしいかどうか。ほかに見解があれば伺いたい。

委員：P59の実験のグラフについて、座屈が生じる要因として真ん中の図で説明されているが、①式や③式というのが、P60からP62までの結果を使って赤線で示されたと思う。縦軸が比になっていて1.0のところは座屈をしない状態で鋼材が降伏する状態で、それよりも下がるという事は、降伏する前に座屈が起きるというグラフだと思う。P60などに N_c や N_y が出ているので、分数で N_y 分の N_c という値を出していただくと、このグラフの縦軸の線と一致すると思うので、例えばP60であると N_y というのが中ほどにあって1,342キロニュートンですか、一番下に N_c というのがあって、これは、 $N_c \div N_y$ を計算すると0.68になる。これがP59になると細い線の①式があるが、横軸の80の上をたどっていくと細線とぶつかるところが0.68になると、そういう説明をされたかと思うが、その辺を加えていただくと、今、下限を示しているとか実験値の下限とかという内容が分かる。この中で気になっていたのが、P61の一番下に局部座屈耐力というのがあって、この値が示されていないが、この値が一番低そうだと読み取れる。先ほどの座屈現象というのは、弦材の局部座屈が引き金になったような結果に見えるが、いかがか。

設監協：現地の状況であるが、大梁に局部座屈ではないかという状況がいくつか見られた。P61の計算は、T型鋼の脚の部分をもH型鋼のフランジ相当とみなして計算しているので、多少小さめの数字が出てきているのかということ考えている。同等の数字であるが、実際にはどちらが起こってもおかしくはないが、現地の状況から見ると横座屈の方が多少支配的ではないかと考えた。

委員：構造計算書のチェックについて、荷重外力のところ、設備荷重を新たに算定しているとあるが、ダクトやスピーカー、照明など大きいものがついていたと思う。類設計室が想定された荷重と今回新たに算定された設備荷重は整合していたのか。

設監協：拾っている人が違うので、重さの数字は違っているが、概略はほぼ同じ程度の数字である。

委員：検定値は、かなり厳しい0.9いくつという数字が出ていたが、新たに計算されて最大値はどれくらいか。

設監協：基本的には類設計室の構造計算書をチェックしているのみで、こちらとしては新たに短期許容応力度の値は出していない。

委員：それでは短期許容応力度の検定というのは確認されなかったということか。

設監協：設計監理協会としては、終局耐力を想定した時の応力断面を考えており、実際の構造計算書をこちら側でやり直すという事はない。

委員：了解した。

委員長：荷重の推定と、残っている部材から逆算して終局強度を出していただいたが、

300年に1回程度の大雪に不幸にして見舞われ、現行の設計方法で考えると崩壊せざるをえなかった、そういう結論になると思う。こういう見解でよろしいかどうか。

この委員会で大きな使命としてあったのが、もとの設計でつくられたものに重大な欠陥があって、そういう事態になったということがあるのかないのかということを見なければならなかったが、通常的设计でやられていた。特に大きな瑕疵はなかったようであるので、やはり300年に1回あるかないかの大雪に見舞われて屋根が崩壊したということになろうかと思う。

委員会として、事故の要因についての報告書を作らなければならないが、その表現の仕方などについては、委員の中で相談したいと思う。おおまかな結論としてはこれでよろしいか。

委員：(異議なし)

委員長：それでは資料1の説明並びに事故の要因については、今日時点の結論とさせていただきます。最後の報告書の段階でさらに委員の間で詳しく議論したいと思う。

(3) 市民総合体育館災害復旧事業について《資料2》

【資料2に基づき、事務局より説明】

- ・復旧委託調査及び屋根撤去工事を資料2のとおり実施していきたい。特に屋根撤去工事について、事故調査委員会として確認や調査する必要があるのかどうか、また支障があるのかどうか、改めてお伺いしたい。
- ・資料2のうち、施設復旧方策の検討の時期については、11月を予定しているので、⇨(矢印)の位置の訂正をお願いしたい。

【質疑・意見等】

委員長：市民要望も多く、市としてはなるべく早く復旧したいという考えである。前回話のあったとおり、今の崩落した鉄骨を撤去したいということであったので、調査に支障がなければよいということであったが、今回さらに復旧に向けてどのような事をしたらよいのかということで、市は業務委託を考えている。屋根の撤去搬出は仕方ないが、壁や柱の鉄筋コンクリートで作られたところは、比較的大きな損傷なく残っているの、一つはそれを活用できないかということが考えられるが、屋根が大きく落ちたので下の鉄筋コンクリートにどういう支障があるのかということも見なければならぬ。そうしたことも調査項目にあるので、業務委託されるということである。調査にあたり、委員の方から要望があれば伺いたい。

委員長：①で構造計算の検証と書いてあるが、新たに屋根を作った時に、改めて構造計算して安全性を確認しなければならないということになる。これをみると躯体は再利用して、床や屋根を新しく作り早く使用を再開したいと感じるが。

事務局：現時点は白紙である。残された建物の安全性の検証をし、復旧の方法を考えていきたい。

委員長：今回の屋根崩落は、かなり危険な壊れ方をした。約300年に1回の出来事という事だが、確率としてまた近年起きるかもしれない。国としても積雪荷重の考え方を検討されているようであるが、このような事故が大雪の時に再び起こっては困るので、このような事も含めてどのようなことを考えて設計したらよいかなど、ご意見を伺いたい。

委員長：先ほど、建築基準法の荷重の設計に対して0.9いくつというギリギリの設計だったということがあったが、建築基準法の値は最低の荷重を示しているということで、経済情勢を考えると、最低を大幅に超えてできない状況であるので、この辺が難しいところである。

委員：今回、富士見市の体育館のほかにも、大スパン構造の建物にいくつか被害が生じている。荷重としては、非常に大きな値であったのではないかと推測されており、基準法として荷重を引き上げる必要があるのかどうか検討中である。一律に荷重だけ上げると他の建物にも影響してくるので、そのようなことも踏まえて考えていかなければならない。このような建物では、事故が起これば大惨事になりかねない。設計では何センチまで積雪に耐えられるといった想定をしているので、それを超えるような時には使用を禁止するという事をまずやらなければならないと考える。構造、荷重の両面から改善していく必要があり、本事例も踏まえ国でも対策を検討していくことになる。

委員長：基準法の改正は時間がかかると聞いているが、それを待ってられない側面もある。施設復旧方策の検討委託の受託者には真剣に考えてほしい。

あの屋根構造は理にはかなっているが、設計荷重とは別問題として、このような屋根構造の施設は粘り強い構造にし、人命に危害を及ぼさないようにすることが必要。今回の機会に考えていかなければならない。

また危険な状態を早く察知して、監督者は使用禁止にするなど対策も必要だろう。

(4) 次回委員会について

- ・調整の結果、平成26年7月1日(火)午前10時から第5回事故調査委員会を開催することとする。報告書の案についてを議論したい。

4 閉会

(菓子副委員長)