

会 議 録

会議の名称	第5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7月1日(火) 10時15分～11時40分
開催場所	全員協議会室
出席者	高梨晃一委員長、栞子喬副委員長、岡田健良委員、神田廣行委員、岩田善裕委員
欠席者	大森享委員
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 <ul style="list-style-type: none"> (1) 報告書(案)の検討について《資料1》 (2) 次回委員会について 4 閉会
会議資料	資料1 富士見市立市民総合体育館屋根崩落事故調査委員会報告書 骨子(案)
公開・非公開	公開(傍聴人26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5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）

本日の委員会は報告書のまとめに入っていきたい。報告書の骨子（案）をもとに内容について各委員から順次報告願いたい。

3 議事（進行 高梨委員長）

（1）報告書（案）の検討について《資料1》

（資料1 富士見市立市民総合体育館屋根崩落事故調査委員会報告書骨子（案））

委員長：報告書（案）の目次は、資料1のとおりである。現在、内容は作成中の段階であるので、公開するまでの資料とするには至っていないが、本日は、各委員から内容を報告していただく。報告後、質問を受ける形でご意見をいただき、次の委員会では報告書（案）を示していきたい。最終的に作成した報告書を市長に提出していく予定である。

前回申し上げたとおり報告書の骨子は、体育館の設計、施工は建築基準法に則って行われており、特別瑕疵は認められなかった。第三者による埼玉建築設計監理協会の報告書も同様であった。また、私たちが現場を見たところでも、設計荷重を上回る積雪があったことにより崩落したと考えている。

一番難しいところは、当日の積雪は何cmであったかという事であり雪の重量をどのように見積るかである。事故当日は、雪の後、雨が降り重い積雪であったと思うがこれをどのように推測するかが一番重要な点になる。また、雪質によっても大きく変わる事から、埼玉建築設計監理協会の報告にあるとおり、雪荷重の専門家の意見も伺い、概ね富士見市近辺の記録から積雪重量を推計した。それによると建築基準法で定める雪荷重を大幅に上回っていたことが崩落の原因であろうと結論付けているが、それに基づく様々な内容を報告書にまとめたい。ご質問やご意見を伺いたい。

委員長：はじめにでは、事故調査委員会を設置するに至った経緯を記述する。

第1章は事故調査委員会についてであり、委員名簿とともに、市長から諮問を受けた内容を改めて記述している。改めて申し上げますと「市民総合体育館メインアリーナ屋根全面崩落事故原因についての調査及び再発防止に係る提言、その他市長が特に認める事項」という事になっている。崩落事故の原因は、先ほど申し上げたとおりの内容となるが、再発防止に係る提言という重要な課題もいただいております、それについては報告書の最後に記述する予定。これが第1章の内容である。

第2章は、富士見市立市民総合体育館の概要という事になっているが、これは市において作成されたものである。市から説明を。

事務局：第1回目の事故調査委員会において提出した内容であり、市民総合体育館の建築年度をはじめ施設面積、施設の改修履歴など委員会から求められたものを掲載している。

委員長：資料として残っている図面なども出しておいた方が見やすいのではないかと思います、図面のコピーも入れる予定である。第2章はこのようになるが何か質問は。

委員：崩落前の全体の写真及び壊れる前の内部の状況が分かる写真があれば入れたほうがよいのでは。

事務局：施設概要の中に入れるように準備する。

委員長：市からの概要の素案では説明があったとおり、どのような改修工事を行っていたかということは記載されているが、構造本体に対する改修はないということでしょうか。

事務局：よい。

委員長：第3章は、屋根崩落事故当日の気象状況と経緯について、当時の気象状況を調べている。これは第1回と第2回の委員会資料をまとめている。説明願いたい。

事務局：これまで示してきた資料をもとに、委員の皆さんでまとめていただいたものとなっている。

委員長：最終的に雪が何時頃降り、その後雨が何時頃降ったかなど、時間的な経緯がはっきりしていないと思うが。

事務局：概ねという表現で記述していきたい。

委員長：資料として、2月15日の気象の状況、近隣の積雪量で判明している所は。

事務局：別添で資料をつけて分かる形で入れていきたい。

委員長：第3章では今の説明のとおり、何時頃から雪が降り始めたかということと、富士見市周辺の積雪量が分かるものをまとめるつもりでいる。雪質により変わるため、積雪深だけで雪重量の算出は難しい。後に委員が説明するがどのようにして屋根の雪重量を考えたのかを説明していく。これが第3章の内容である。

委員長：第4章の屋根崩落の状況調査結果について、委員から説明を。

委員：作成にあたり設計者及び施工者が作成した調査報告書並びに埼玉建築設計監理協会に委託された報告書を精査し、その内容を基に記述を行った。崩落屋根全体の状況であるが、平面トラスが7つあり事務所棟側ではピン支承、北側でローラー支承を使っているトラス構造の建物である。崩落している北側のローラー側が本体側から3m内側に入っている。その上のトップライト部分の事務所棟では大きな損傷はないが、下に落ちていて壁にもたれかかるようにしてずれ落ちている崩落の状況を記述している。事務所側の三角形のトップライトもその上に覆いかぶさるように崩落しているなど全体の状況を記述した。

次の4.2では、トラス大梁の落下の状況を記述している。この大梁がどのような形で崩落しているのかが大きな問題となっている。このトラスの上弦材の座屈がスパンの中央部小梁間で発生しているということ、大梁全体が水平方向に変形しているということ、両端部の支点付近では損傷が見られなかったということが特徴的であった。

4.3ではトラス支承の損傷及び直交小梁の状況を記述している。市民総合体育館は、メーカーの支承を使っている。その支承はアンカーボルトで、しっかりと留められている設計になっていたが、そのアンカーボルトが破断している所が2か所あり、支承がそのまま落下していた。さらに、移動している部分も何か所か見られ、その部分についてはアンカーボルトが大きく変形していた。そうした場所が3～5か所ほど見られた。中央の変形に伴ってローラー部分が落下した。

次に直交小梁について、これはメイントラスを結んでいる小梁であるが、ガセットプレートがちぎり破断、及びボルトの破断が大きく見られている。これは埼玉建築設計監理協会の調査により小梁端部の損傷状況が細かく示されていたので、それを基に小梁の状況を示した。

5番目の鉄骨屋根まわりの工事施工状況であるが、現存の設計図書と現況の部材がどう違うのか差異はなかったのかということころを報告としている。これによるとトラスの端部の三角形のウェブプレートでは設計図書では12mmということであったが、現況は厚く19mmになっていた。またトラスの中央部では、設計図書ではスプライスプレート、梁と梁を結ぶプレートの事であるが、その幅が80mmから70mmになっており10mmほど小さかったという報告があった。なお、これによって大きなトラスが損傷したという事ではない。設計図書と現況の差異という点では、その点だけであったらと思う。

その他鉄骨部材の施工状況については、施工性がどうであったのかということころを調査したものを精査した。それによると、トラスの大梁の接合部になるが、設計図書に突合せ溶接ということで指示があった。この辺では損傷はなかったが、超音波探傷試験を行った結果、良好な溶接であり施工的な不良はなかった。また、支承及びトラスの大梁について、これは部材等施工についての誤差は許容範囲内であった。

施工不良としてM通り4のステージ側に間柱があり、この柱脚がアンカーボルトを施工しないで鉄筋を溶接するように固定をしていたということを実地調査して発見した。

支承の水平方向の精度や鉛直方向の施工精度は、特に問題ないということでもこの辺の施工不良について屋根崩落の直接的な原因とはなり得ないとまとめた。

4、5章については、このような形でまとめていこうと思っている。

委員長：埼玉建築設計監理協会による現場調査の報告では、施工において崩落に関わるような不良はなかったと判断しているということである。

委員：4章でいきなり平面トラス大梁、上弦材、斜材、下弦材といった用語が出てくるかたちになっている。その内容が分かるよう、屋根構造の形式を説明する図あるいは図面があったほうがよいのでは。

委員長：図面は入れてもらうことになっている。報告書として専門外の人が見たときに、図面の内容が分かるようにする。

委員：トラスの大梁については、被害が大きかった場所なので、もう少しどのような被害状況であったのか説明があればよいと思うが。

委員：報告書4.2の所に入れていきたい。

委員長：現場を見た方は分かると思うが、屋根トラスの中央部付近でかなり「くの字」に大きく曲がっているということが、全体の崩落に関わってくることを説明しているということではどうか。

委員：そのとおり。上弦材の座屈がスパンのこういう部分で起こっているという事しか表現していないので、この辺の表現を精査していく。

委員長：前の委員会の資料にあったとおり図などで説明し分かるようにしてほしい。

委員：分かるようにまとめていく。

委員長：次に6章の積雪荷重について、説明を。

委員：この荷重を決めるにあたり、第一人者である千葉大学高橋徹教授の見解を参考

にした。その数字を採用するのが妥当ではないかと考えた。高橋教授の見解では、積雪荷重の推定というのは積雪量ではなく、累積降水量で評価するのが妥当であり、近隣各地の観測データから当該近辺の地上積雪荷重が0.8～1.0キロニュートン/㎡程度であったと推定される。それを基に建物の高さ、風速、近隣建物の状況、屋根形状等を勘案して見直した結果、当日の屋根上の積雪荷重であるが、一様分布で0.9～1.0キロニュートン/㎡であったということが記載されている。

また、当日の気象状況は過去の記録から再現期間等について検討した結果、大まかな推計であるが300年に1度程度の極めてまれな事象であったということが推定されている。これらを採用し、屋根上荷重として0.9～1.0キロニュートン/㎡程度であったと想定するのが妥当と考えた。

委員長：千葉大学高橋徹教授が雪荷重について長年研究していたことは承知している。埼玉建築設計監理協会が報告書を作る段階において高橋教授に雪荷重の推定の方法を尋ねており、その内容が埼玉建築設計監理協会の報告書に出ているので、それを私たちも見て妥当な見解と考えたので報告書に引用している。なお、高橋教授は国土交通省や建築学会で雪害に関する検討会議にも参加しているので、広く知識を有している方と認識している。

最近S I単位というのを作って、屋根面としては1㎡あたり0.9～1.0キロニュートン/㎡程度というように推定されたけれども、以前は1㎡あたり90～100kgという値であり、かなり重い重量であったということになる。

雪の積もった深さ、積雪深が問題となるが、雪の単位重量は雪質で違うため、「アメダス」の記録を使うのがよいだらうと高橋教授は言っており、参考にした。

なお、委員会の報告書の書き方としては、埼玉建築設計監理協会の調査を引用したということをはっきり書いた方がよい。

委員長：次に第7章である。そもそも建築基準法ではどのような設計体系になっているかを7章で記述したいと思っているが、それに対して実際崩落した事実からすると、どのくらいの積雪重量があったのかを想定する計算を行っている。7章と8章について説明を。

委員：7章のトラスの大梁の建設当時の規定・基準による構造計算書について、この章をまとめるにあたり、この建物が昭和63年に設計された前提で当時の建築基準法並びに施行令でどのような規定があったのかということ述べている。施行令の86条に積雪深が1cmあたり、そして1㎡の範囲でどのくらいの重量を想定しないといけないという最低基準があり、当時は2kgである。富士見市は一般地域であり2kgである。設計に要求される積雪深では、ベースはあるが特定行政庁が独自に決めることができる。当時の富士見市は埼玉県で想定している積雪深30cm、これに従って該当する地域ということになる。当時の法律からすると2kgに30cmを乗じて1㎡あたり60kgを最低限の基準として設計するわけだが、この建物は鉄筋コンクリート造の下部と鉄骨造の屋根から成っており、屋根部分はRC部分にのせたつくりになっており、別に屋根の変形量というのが計算できる。この昭和63年当時の重量に沿ってトラスの大梁の変形量が概ね推定できるのではないかとということで、私のほうで断面がそのまま弾性変形するとした場合の変形量を計算した。中央部で概ね151mm位。そのほかに埼玉建築設計監理協会の方で、詳しくコンピュータ解析などをされた計算の結果もほぼ212mm位の結果となり、概ねこの範囲の荷重により計算すると変形する

ことが分かった。

7. 2では、トラスの大梁の作用軸力と上弦材の軸耐力について、今申し上げた設計に要求されている荷重に対してどのくらいの作用軸力があるかというのを私の方で計算をした。それと埼玉建築設計監理協会の詳しい解析結果と比較して、ほぼ値的には一致したといえるような結果となった。

この軸耐力については、トラスの弦材が、大きな軸力、雪の荷重に伴って、上側が圧縮側になって、下側が引っ張り側になる訳だが、この時に圧縮側になる方が、先に座屈したのではないかということが推測されるわけであり、その軸圧縮力を概略計算した。それとともに使っているT型の断面の下弦材の軸耐力と比較して、想定している建築基準法で考えているような値では問題はないが、想定を超える雪荷重になると軸耐力を超える軸力になる可能性があるということをまとめている。

続いて8章であるが、弦材の軸耐力に基づいて逆に雪の重量について逆算できないだろうかということで、これを8章でトラス構成部材の限界強度から逆算される許容積雪重量について、まとめている。

これは構造計算書が残されていなかったのも必ずしも設計者の方針に沿っているかどうか確認できないが、独自に私の方で現場の状況等を勘案してこういう仮定で計算をしたら逆に重量が求められるのではないかということである。あくまでもこの方法では厳密に計算するのは難しいが、上弦材が座屈する時点での雪荷重を逆算し、弾性座屈を超えると直ちに耐力を失うという大変厳しい状況を当てはめたときに荷重は一体いくらくらいになるかということ計算した。

そうすると、逆算した積雪荷重が0.8キロニュートン/㎡ということ、6章に述べている積雪荷重に近い値になっている。先ほど0.9～1.0キロニュートン/㎡、90～100kgという話があったが、その値より若干下回る結果になったということである。

委員長：建築基準法の規定では、一般地域で積雪深30cmの積雪量を想定して設計する、そうすると雪の重量は、積雪深1cmあたり2kgとみると、30cmでは60kgであり、キロニュートンでいうと600ニュートン/㎡、0.6キロニュートン/㎡になる。それで設計していたようである。部材断面は分かっているので、被害の後で見たようにトラスの上弦材、要するに水平の部材が上下についているトラスの上弦材が圧縮耐力を受けて座屈する。

座屈というのは、ある一定の軸力がかかると急に変形が大きくなるということであるが、その座屈耐力から逆算すると、0.8キロニュートン/㎡位になるだろうと、一方で雪重量の推定が0.9～1.0キロニュートン/㎡であったから、そのくらいの重量があったとすれば座屈しても納得できるという話である。7章8章ではこのような内容になる。

委員：7章のタイトルだが、建設当時の規定・基準による構造計算書とあるので、この章では、今回の構造設計に瑕疵は認められなかったという結論に至った検討部分も記載されるべきではないか。また、非常に厳しい検定値であったという点なども記載しておいた方がよいのでは。

委員長：類設計室から提出のあった資料に記述はあったと思うが、その見解を基にこちらも見解も書いてはどうか。

委員：修正する。

委員長：次に9章の屋根崩落事故の原因について、報告書のまとめにしてあるが、説明を。

委員：内容は2つに分けてある。1番目は、崩落の過程であり完全に現場の状況から逆に類推し、このような形で壊れたのではないかと記述した。2番目として結論という形で述べている。

最初に、1番目の崩落の過程であるが、崩落前の体育館のトラス梁は鉄筋コンクリートの梁ないし柱の上に単純にのっている形であるが、その「かかりしろ」は両方少なくとも60cm位ある。その梁が、仮に鉄骨に何か異常が生じたとして60cmの「かかりしろ」から外れるという事はどういうことなのかということを、図の上で検討したのが前回の埼玉建築設計監理協会の報告書に出ていた。変形量約2.3m位の鉛直方向の大変形を生じた場合、その梁の両端が縮んでくるような変形をする、60cm縮むためには、約2.3m位の大変形を生じないとはずれるはずがないということ、図の上で検討した。その結果、60cmの水平変位が生じたときの部材の回転角がどのくらいかということ、わずか7度位しかなかったという数字を使った。ということは、前回の報告書にもあったが、ピン支承、ローラー支承の変形性能に関する記述からすると、2m以上の鉛直な変形が生じたとしても、ピン支点はまだ外れない、外れるまでには30度位までの回転角が必要ということであった。ということは、明らかにローラー支承から先に外れて落ちたのであろうと、それからピン支承側を中心に半円形を描いて自由落下をした。その回転角が30度を越えたときにピン支承が壊れるか、あるいは強度的に足りない時にピン支承がはずれて落下したのではないかとということ結論づけた。

ピン支承、ローラー支承という言葉であるが、これについても細かくどういうものなのかを説明したいと考えている。

全体の梁の崩落後の形を見たときに、片側の支点から約3m離れた位置にいくらか直交方向に動いた形で落ちている。これも前回の報告書の中にも記載があった。この片側から3m離れているということが先ほどお話したピン支承の中心に回転して落下したからそうなったのであろうと説明がつく。直交方向に少し動いていたことについては、どうも1本の梁だけ全体の梁と違った動きをしている梁があった。「くの字」に折れ重なっているような梁が見られた。この梁は実は荷重を支える範囲がほかの梁より小さいので、他の梁が落ちるときは、最後まで健全な状態で残っていた可能性が高い。他の梁が落ちるとき引っ張られる形で「くの字」になってしまったのだろうと想定した。

全体の梁の重量で引っ張られたので「くの字」の梁が最後に他の梁のように落ちていったのではないかと想定したところ、落下の形状がすべてうまく説明できたのかと考えた。

そのような事から崩落の過程としては、まず、今までの説明にあったが、どこか分からないが、屋根のトラス梁の上弦材が荷重に耐えられずに座屈したという現象を起こしてしまった。そうすると座屈という現象は先ほど話したが、1つ生じてしまうとどんどん進んでしまう。荷重が増えなくても、どんどん変形が進んでいき大変形を起こしてしまうと、そうすると先ほど話をした2.3m程度の大変形を起こしたところで、ローラー側の水平変位が60cmを超えてしまう。そしてローラー支承が架台から外れて、自由落下を始める、この時ピン支承側は、まだ能力を発揮していたのでピン

支承側を中心に全体が半円形に回転した。次にピン支承側の方が、回転角が大きくなって外れてしまうか、あるいはピン支承側の強度が足りなくなってしまうときにピン支承側も壊れて落ちたときには垂直に下に落ちるしかないと推測する。

全体の梁の落ち方は、ピン支承側は垂直に落ちており、ローラー側は少し離れたところに落ちている。結果的に並行している梁は、同じ形状同じ荷重状態であるので1か所にそういう事象が生じると全体に引きずられて次々と落ちていったのではないかと推測される。

最後になるが、一番端の梁については、1本だけ「くの字」になって梁の上に乗っていた梁があった。これについては先ほど説明したとおり、少し抵抗したためにそんな形で最後に落ちたのではないかと推測した。

続いて屋根崩落事故に関する本委員会の結論という形で原因も含めて記述している。先ほど申し上げたとおり、屋根の崩落は設計雪荷重を大きく凌駕する積雪荷重に耐えられなかったことによることが崩落の原因であろう。その積雪荷重であるが、周辺各地の気象データから推測すると0.9～1.0キロニュートン/㎡と推定される。この値は建築基準法に定められている積雪荷重の1.5～1.7倍に達する。担当設計事務所から提出された設計図面を精査した結果、通常的设计手法どおりで、特段指摘するような瑕疵は認められなかった。上弦材については、強度上十分な余裕を見えないが、適用した積雪荷重は建築基準法の規定に則っている。現地調査の結果、施工上の瑕疵は認められなかった。崩落の発端は屋根大梁の上弦材の座屈による。ただし、7本ある大梁のどの部材が初めに座屈したかは断定できなかった。

結果的に崩落の過程としては、1本ないし複数本の大梁が中央部分の座屈のために大変形を生じてしまったと。それに従ってローラー支承、水平に移動が可能な支承側の梁端部が大きく引っ張られ移動し、許容範囲を超えてコンクリートの架台から落下した。これに伴って他方の支承側（ピン支承）が外れるかあるいは荷重に耐えられず落下したのではないかという事である。大梁は横方向に補剛材によって緊結されているため連鎖的に屋根全面が同様の崩落をしたものと推測されると結論づけた。

委員長：埼玉建築設計監理協会の報告書にあった事故後の調査結果の数値などを使用し崩落の過程を推計したものを述べている。ピン支承やローラー支承という言葉が出てくるが文書の中で説明する予定になっている。それが9章の内容である。

委員：9章のタイトルが屋根崩落事故の原因についてとなっており、9.2が本委員会の結論となっているが、この結論部分は新たな章として独立させて分けたほうがよいのでは。

委員長：変更する。

委員長：最後に復旧に向けてであるが、市長からいただいた諮問事項の再発防止に関わる提言という事を念頭においてどのような事を書こうか考えている。今回、屋根が全面崩落したが、屋根はシンプルな構造であった。普通の橋梁の構造と同じように支承の片方がピンで、もう片方がローラー支承という構造になっており、構造力学的にいうと非常に明快単純で、何か1か所でも今回の場合のような座屈があったりすると一気に崩落する構造である。

余裕がない、冗長性がないと、1か所が支障をきたすと全体が崩落する。体育館ではそうならないように冗長性（ロバスト性）のある構造設計が望まれる。今後、再建される体育館においては、そういうことを考慮した構造設計にすべきである。

今回、体育館の使用開始直前にあのような事故が起こったが、人命に支障がなかったという事は不幸中の幸いであり、このようなことが今度また起こってはいけない。

どうしたらよいかという事であるが、風や地震による構造物の崩壊は、不意に来るため予見は不可能であるが、今回のような積雪では一気に雪が降る場合もあるが、ある程度の時間の経過とともに崩壊が起こるので、私が考えるにこの建物はどの位の積雪重量で設計しているのかということ、明示しておく必要がある。少なくとも管理者は知っておく必要がある。気象状況により即時に判断する必要があり、設計の荷重を超える可能性がある時には使用上の制限を加えていただく等管理体制の問題を強調したい。

復旧に向けては、委員会のミッションを超えている話であるが、被害後の建物を見て、屋根は全面崩落したが、軒から下の鉄筋コンクリート造について、支承は壊れているが、それ以外は外見上大きな損傷はないように思える。これについては、今後市で下部の構造についての強度がどうであるか調査されると思うが、その調査結果が、設計当時の強度を現在も維持しているという判断があり、屋根の鉄骨構造をどう考えるかという設計をし再度建設されることも可能ではないか、という感じもするが、そこまで記載するかなどは市と相談させていただきたい。

いずれにしても今後造られる構造というのは、一気に崩落に至るような構造ではなく、部分的な崩落があっても全体に波及しないような冗長性の高い建物が望まれるということと、管理体制をしっかりとさせていただくことを記述したい。

委員長：草稿は本日の意見を集約してまとめていただく。また全体を通して精査する必要がある。

事務局：各委員から本日の修正を踏まえ草稿を出していただき、取りまとめていただきたい。市からは図面や写真の提供する。

(2) 次回委員会について

- ・平成26年7月15日（火）午前10時から第6回事故調査委員会を開催することとする。次回はまとまったものを報告書（案）として資料で提出したい。委員会です承が得られれば、市長へ答申したい。

4 閉会

（栞子副委員長）