

## 2014年2月14～16日の大雪による構造物の被害\*

### －群馬県におけるカーポート並びに農業用ハウスの被害を中心として－

東北大大学 植松 康

#### 1. はじめに

2014年2月14日から16日にかけて太平洋沿岸を進んだ低気圧の影響で関東甲信地方から東北地方太平洋沿岸地域にかけて大雪となり、関東地方では14日夜から15日朝にかけて、東北地方では16日に様々な構造物に被害が発生した。この一連の大雪による被害は表1のようである。死者26名のうち、カーポート屋根の折損やベランダ倒壊による死者は5名であった。構造物では、スパンの大きい膜構造や鉄骨構造のほか、農業(園芸)用ハウスやカーポートの被害が甚大であった。この豪雪災害に対し、文部科学省平成25～26年度科学研究費・特別研究促進費「2014年2月14～16日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する調査研究」(研究代表者:新潟大学・和泉薰教授)を受け、広範囲の調査が行われた<sup>1)</sup>。筆者もその調査団に加わり、主として群馬県を対象に、建築物のほか農業用ハウスとカーポートの被害状況を調査した。本報ではその調査結果に基づき、被害の実態と原因について述べる。

表1 大雪による人的被害と住家被害(消防庁、2014年3月6日現在)

人的被害			住家被害		
死者	行方不明者	負傷者	全壊	半壊	一部破損
26	0	701	16	46	585

#### 2. 降・積雪および積雪荷重

前橋地方気象台(群馬県)並びに熊谷地方気象台(埼玉県)における2月14～15日にかけての積雪深(cm)と降り始めからの累積降水量(mm)の変化を図1に示す。降雪の場合、風によって降水量計の捕捉率が変化するが<sup>2)</sup>、その補正は行っていない。なお、高橋<sup>3)</sup>によれば、補正を行うと累積降水量は10%程度大きくなるようである。いずれの気象台においても、2月14日の昼頃雪が降り始める前には積雪はない。その後雪は降り続け、15日の朝7時頃から雨に変わった。それまでに前橋で73cm、熊谷で62cmの積雪があり、雨はほとんどすべて雪にしみ込んだものと考えられる。したがって、非暖房の構造物においては、融雪や滑雪による荷重低減はほとんどなく、累積降水量がそのまま荷重として作用したものと考えられ、その最大値は前橋で約1.4kN/m<sup>2</sup>、熊谷で約1.5kN/m<sup>2</sup>と推定される。群馬県や埼玉県北部における構造物被害はほとんど15日の早朝に発生している。なお、1週間前の2月8～9日にかけても大雪が降り、前橋で33cm、熊谷で43cmの積雪深を記録した。累積降水量から推定される最大積雪荷重は、前橋で約0.3kN/m<sup>2</sup>程度、熊谷で約0.4kN/m<sup>2</sup>であり、2月14～15日の大雪による値に比べて1/4程度である。この大雪により、群馬県内で約60棟、埼玉県内で約20棟のパイプハウスが倒壊したが、建築

\*Damage to structures due to heavy snow during February 14 to 16, 2014

- Mainly on the damage to carports and greenhouses in Gunma Prefecture -

by Yasushi Uematsu

物の大きな被害は報告されていない。建築基準法で定められている積雪荷重は群馬県前橋市や高崎市で  $0.7\text{kN/m}^2$  (積雪深 35cm), 埼玉県熊谷市で  $0.6\text{kN/m}^2$  (積雪深 30cm) である<sup>2)</sup>。したがって、2回の大雪による荷重を設計荷重と比較すると、2月 8~9日の大雪では 1/2 程度であったのに対し、2月 14~15日の大雪では 2~2.5 倍に達したものと考えられる。

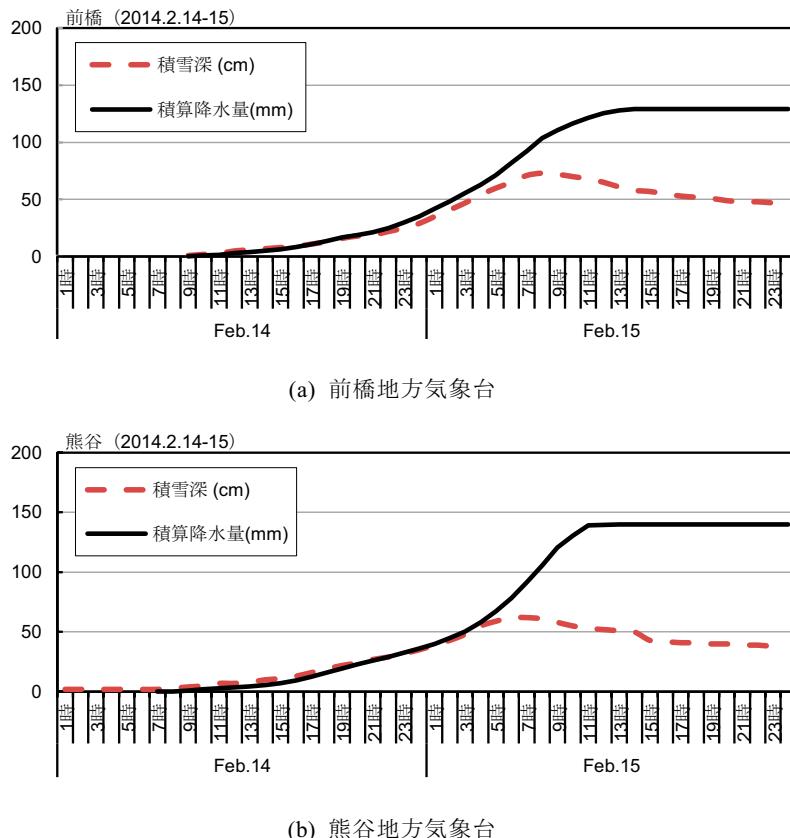


図 1 前橋および熊谷における積雪深と累積降水量(データ提供：千葉大学・高橋徹教授)

### 3. 建築物の被害

群馬県および埼玉県北部において発生した比較的大規模な建築物の被害の例を以下に示す。図 2 は熊谷ドームの被害である。このドームは、平面形が長径 250m, 短径 135m の橢円形をした屋内運動施設である。屋根材にはフッ素樹脂膜と金属板が用いられているが、膜の部分が多数破損した。設計用雪荷重は  $990\text{N/m}^2$  (積雪深 45cm × 単位積雪重量  $20\text{N/m}^2 \cdot \text{cm}$  × 安全率 1.1) である。膜部分の屋根には凹凸があるため滑雪しにくく、被災時には設計荷重の約 1.5 倍の雪荷重が作用したものと推測される。図 3 は富士見市民総合体育館の被害である(写真提供：千葉大学・高橋徹教授)。RC 造躯体の上に鉄骨造の屋根が載ったいわゆる「置き屋根」である。富士見市民総合体育館屋根崩落事故調査委員会に提出された報告書(埼玉建築設計監理協会)によれば、ラチス梁上弦材の横座屈耐力が想定荷重時の応力を下回っていたと考えられている<sup>2)</sup>。

図4はJA伊勢崎あずま野菜集配所の被害である。建物の性格上、壁面は2面だけで他の2面は開放されており、大スパンであるにもかかわらず、開放された側は2本の柱だけで支えられている。詳細は不明であるが、梁トラス斜材(鋼管)の端部(溶接部)の破断が多数確認された。設計荷重を上回る雪荷重が作用したことは間違いないが、冗長性に乏しく短期許容応力度を超えて終局耐力に至るまでの余裕度が低いことがこのような大きな被害をもたらしたと考えられる。



図2 熊谷ドーム



図3 富士見市民総合体育館



図4 JA伊勢崎あずま野菜集配所

#### 4. 農業用ハウスの被害

農業用ハウスを大別すると、図5に示すように、パイプハウス、鉄骨補強パイプハウス(エコノミーハウスとも呼ばれる)、鉄骨ハウス(被覆材はプラスチックフィルム)、ガラス室である。パイプハウスには、単棟型と連棟型があるが、鉄骨補強パイプハウス、鉄骨ハウス、ガラス室は連棟型の方が一般的である。また、屋根形状は鉄骨補強パイプハウスでは円弧型、鉄骨ハウスは円弧型あるいは切妻型、ガラス室は切妻型が一般的である。

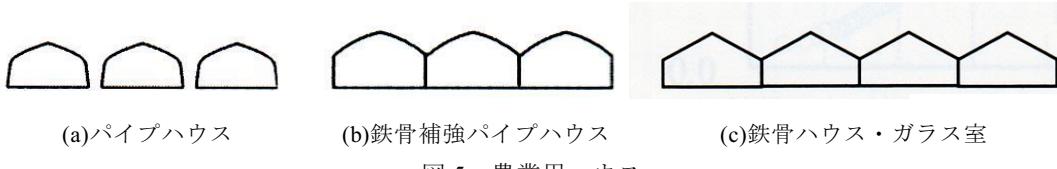


図5 農業用ハウス

##### (1) パイプハウスの被害

単棟のパイプハウスでは、フィルムが比較的新しい場合には滑雪するが、フィルムが古い場合や、ばたつき防止用フィルムが展張されたり、頂部に換気用のフィルム巻き上げ装置が付いていたりすると雪が起こらず、過大な雪荷重によってアーチパイプが座屈する場合が多い(図6)。図6に示すハウスと同一設計のハウスが近くに建っていたが、それにはフィルム巻き上げ装置が付いておらず被災を免れている。一方、連棟型パイプハウスでは、屋根谷部に雪が溜まり過大な力がかかってアーチパイプの谷部近傍に塑性ヒンジが発生して崩壊に至ることが多い(図7(a))。谷部には排水のために樋が取り付けられているが(図7(b))、縦樋部分が雪によって閉塞してしまって排水ができず、融雪水と降雨がほとんどそのまま荷重として作用したと考えられるものが多く見られた。また、比較的風の強い場所では、風下側のアーチパイプのみが陥没している例も見られた。これは、風による吹き溜まり効果によるものと考えられる。



図 6 単棟型パイプハウスの被害



(a)陥没した屋根



(b)排水用の樋

図 7 連棟型パイプハウスの被害

## (2) 鉄骨補強パイプハウスの被害

鉄骨補強パイプハウスとは、柱・梁を 50mm 角程度の角型鋼管で構成し、屋根部分にアーチパイプを用いたもので、4~10 連棟のものが多い(図 8)。柱、梁はアングルや帯板を用いてボルトで接合されている(図 9)。円筒形やコーン形の独立基礎が用いられ、ベースプレートにも比較的薄い鋼板が用いられることが多い。柱脚や柱・梁接合部の剛性は概して低い。作業性のため鉛直プレースは用いられず、水平剛性も低い。そのため、図 10(a), (b)に示すように、屋根は形を保ったまま中央部が陥没したり、全体として水平方向に倒壊したりするケースが多い。被害状況は、①基礎の浮き上がり、②基礎の沈下、③柱・ベースプレート溶接部の破断、④アンカーボルトの破断、⑤ベースプレートの塑性変形や頭抜け、⑥アーチパイプの座屈、⑦柱や梁の局部座屈、⑧柱・梁接合部の破断などである(図 10 参照)。



図 8 鉄骨補強パイプハウス



図 9 柱・梁接合部の例



(a)中央部の陥没



(b)倒壊



(c)基礎の浮き上がり



(d)ベースプレートの頭抜け



(e)アーチパイプの座屈



(f)柱・梁接合部の破断

図 10 鉄骨補強パイプハウスの被害例

## (2) 鉄骨ハウス・ガラス室の被害

被害例を図 11 に示す。鉄骨ハウスやガラス室では、鉄骨補強パイプハウスに比べてスパンが大きい。骨組も比較的太い鉄骨で構成され、梁にはフルウェブの H 形鋼や鉄骨トラスが用いられる。布基礎が用いられることが多い(特にガラス室)，柱脚部は比較的軽微である。柱・梁接合部に溶接が用いられることがあるが、ボルト接合が多い。鉄骨補強パイプハウスと同様、鉛直プレースは用いられないため、水平剛性は低く、全体的に傾斜・倒壊したものも多い。また、鉄骨補強パイプハウスにも共通して言えることであるが、柱脚部の腐食の著しいものも多く見られた。



(a)倒壊した鉄骨ハウス



(b)傾斜したガラス室



(c)完全に倒壊したガラス室



(d)梁の横座屈と塑性変形



(e)柱・梁接合部ボルトの破断



(f)アンカーボルトの破断

図 11 鉄骨ハウスおよびガラス室の被害

## 5. カーポート

カーポートは住宅等建築物の付属物であることが多い。新築時の確認申請の図面に描かれていない限り、建築確認を受けることはない。独自に設計・施工されることもあるが、最近ではアルミ製の工業製品が多い。様々な部材を組み合わせて様々な形状、大きさ、構造形式のものが作られる。屋根ふき材にはポリカーボネートが一般に用いられる。カーポートのフレーム部材については、JIS A6604(金属製簡易車庫用構成材)により基本的な品質が確保されている。

カーポートの構造は一般に片側支持タイプと両側支持タイプに大別される。片側支持タイプでは、強風や大雪が予想される場合、仮設の補助柱が取り付けられるようになっているものもある。構造的にみると、柱・梁を剛接合として曲げで荷重を伝達するもの、屋根を柱から吊っているもの、両者を併用しているものに大別される。

群馬県内では多くのカーポートが被害を受けたが、前橋市、伊勢崎市、桐生市、太田市などでは、カーポートの被害に対して見舞金(例えば、前橋市や伊勢崎市では 1 件当たり 2 万円)が支給されている。申請件数は、前橋市で約 7500 件、伊勢崎市で約 5800 件に上っている。

片側支持タイプおよび両側支持タイプについて、被害状況を整理すると以下のようにまとめ

られる(図 12, 13 参照)。

- (1)片側支持タイプ : ①基礎の回転, ②柱脚部の破断や塑性化, ③柱の局部座屈・塑性化・破断, ④柱・梁接合部の塑性化や破断, ⑤方材の座屈, ⑥吊り材の破断, ⑦梁端部の局部座屈・塑性化, ⑧梁継手の破断, ⑨補助柱の座屈
- (2)両側支持タイプ : ①梁の座屈・塑性化による屋根の反転, ②吊り材の破断, ③柱の局部座屈・塑性化
- (3)両タイプ共通 : ①屋根ふき材・二次部材の破損



図 12 片側支持タイプのカーポートの被害例(写真提供 : 群馬県前橋市)



図 13 両側支持タイプのカーポートの被害例(写真提供 : 群馬県前橋市)

## 6. おわりに

農業用ハウスやカーポートは農林水産省や経済産業省が管轄する構造物であり、建築基準法の適用を一般には受けない。そのため、安全性に関する明確な構造基準がなく、大雪や強風による被害がこれまでにも多発している。今回の群馬県や埼玉県北部での構造物の被害の多くは、設計荷重以上の雪荷重が作用したことが原因である。設計荷重の見直しとともに、各種構造物の崩壊形態を考慮した耐力評価や安全性に関して、より詳細な検討が必要がある。

## 参考文献

1. 和泉 薫(研究代表者)ほか : 2014 年 2 月 14-16 日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する調査研究, 平成 25-26 年度科学研究費助成事業(特別研究促進費)研究成果報告書.
2. 横山宏太郎, 大野宏之, 小南靖弘, 井上 聰, 川方俊和 : 冬期における降水量計の捕捉特性, 雪氷, 65, 303-316, 2003.
3. 高橋 徹 : 2014 年 2 月に発生した関東甲信地方の大雪と建物被害に関する一考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 I, pp.95-96, 2014.