

福井県における木造建物の耐雪性（その 3）

前田博司*

Strength of wooden buildings for snow load in Fukui Pref. (Part 3)

Hiroshi Maeda

The snow load when the wooden building in Fukui Prefecture was damaged by heavy snowfall in 2011 is estimated. And the strength of wooden buildings for snow load is discussed in total with the buildings damaged in 2006.

Keywords: heavy snowfall, wooden building, snow load, destruction load

1. はじめに

平成 23 年は平成 18 年をやや上回るほどの大雪で、福井県においても多くの建物被害が発生した。そこで、前々報¹⁾ および前報²⁾ で報告した木造建物の耐雪性が平成 23 年の被害建物にも適用されるか検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 平成 23 年の積雪状況と建物被害

平成 23 年寒候期の福井（福井市）と大野（大野市）の積雪深の変化を図 1 に示す。

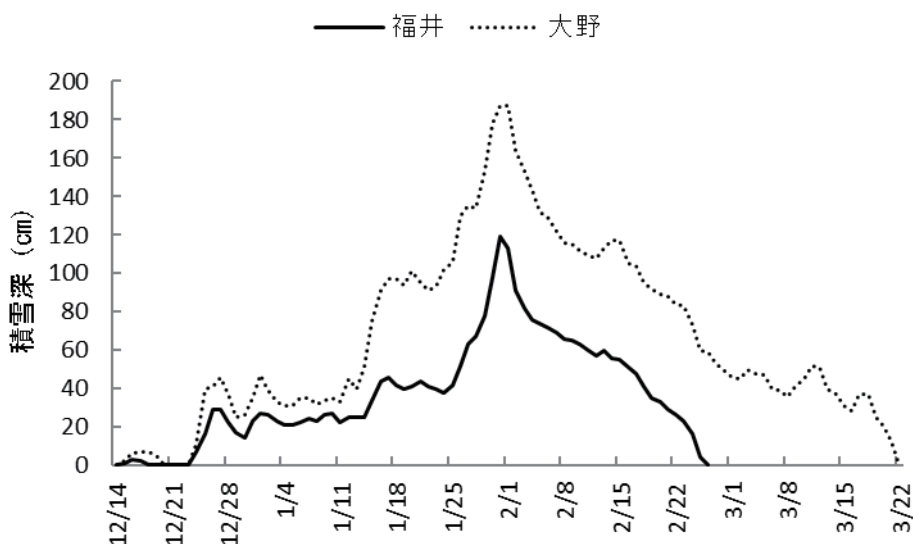


図 1 福井と大野の積雪深の変化³⁾

* デザイン学科

平成 22 年 12 月下旬から降り続いた雪は、平成 23 年 1 月 29 日から特に激しくなっていて、今庄では 30 日 6 時から 31 日 6 時までの 24 時間で 80cm もの積雪深増加があり³⁾、積雪深は過去最大の 244cm に達した。また、この冬の最大積雪深は、福井で 119cm、大野で 187cm となった。

この大雪で、福井県で発生した建物被害は、住家で全壊 2 棟・半壊 2 棟・一部破損 39 棟、非住家で全壊 32 棟・半壊 25 棟であった（表 1）。

表 1 建物被害⁴⁾

住家被害					非住家被害	
全壊	半壊	一部破損	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊
2	2	39	1	6	32	25

市町別の全・半壊棟数は、勝山市 15 棟、大野市 11 棟、越前市 10 棟、越前町 7 棟、鯖江市 5 棟、福井市 4 棟、永平寺町 3 棟、南越前町 3 棟、坂井市 2 棟、あわら市 1 棟であった。

これらのうち、被害程度が全壊または半壊の木造建物で、被害の詳細がある程度わかるものを福井新聞⁵⁾ の記事によって調査すると、9 件が見つかった。これらを表 2 に示す。

表 2 新聞記事による被害建物

被害例	被害発生日	建物種類	被害状況	場所	記事掲載日
1	1 月 31 日	住宅	全壊	越前市	2 月 2 日
2	1 月 31 日	倉庫	全壊	大野市	2 月 2 日
3	2 月 1 日	空き家	全壊	大野市	2 月 2 日
4	2 月 1 日	住宅	半壊	越前市	2 月 2 日
5	2 月 1 日	倉庫	全壊	鯖江市	2 月 2 日
6	2 月 2 日	工場跡	全壊	坂井市	2 月 3 日
7	2 月 2 日	空き店舗	半壊	福井市	2 月 3 日
8	2 月 5 日	空き店舗	全壊	大野市	2 月 6 日

3. 被害時雪荷重の推定

各建物の被害発生時の雪荷重を前報・前々報と同様の方法で推定した。すなわち、積雪継続期間内で日平均気温が降雪上限温度未満の日の降水量を雪としての有効降水量とし、そこから融雪量を差し引くことで積雪量（水当量）を推定した。融雪量は、日平均気温が融雪下限温度を超えた日の温度差を合計し、その値で累計降雪量を除することによって 1℃当たりの融雪量を求め、その日の温度差を乗じることで日融雪量を求めた。福井におけるこの計算を表 3 に示す。この場合、降雪上限温度を 2℃、融雪下限温度を 0℃とした。したがって、積雪期間の降水量の合計は 481.0mm、融雪温度差の合計は 134.8℃であり、1℃当たりの融雪量は 3.57mm となった。

表3 積雪量の計算（福井）

月	日	T (°C)	H (cm)	P ₀ (mm)	P _e (mm)	T _m (°C)	P (mm)	月	日	T (°C)	H (cm)	P ₀ (mm)	P _e (mm)	T _m (°C)	P (mm)
12	23	7.8	0	19.0	0.0	0.0	0	1	25	0.8	42	11.5	11.5	0.8	161
	24	3.8	7	45.5	0.0	0.0	0		26	1.2	52	26.0	26.0	1.2	183
	25	1.4	16	35.5	35.5	1.4	31		27	0.2	63	25.5	25.5	0.2	207
	26	1.6	29	10.0	10.0	1.6	35		28	0.5	67	3.0	3.0	0.5	209
	27	2.1	29	31.5	0.0	2.1	27		29	-0.2	78	27.5	27.5	0.0	236
	28	4.0	22	14.0	0.0	4.0	13		30	-1.0	98	27.0	27.0	0.0	263
	29	2.6	17	24.0	0.0	2.6	4		31	-0.7	119	32.5	32.5	0.0	296
	30	2.1	14	22.0	0.0	2.1	-4		1	1.3	113	7.0	7.0	1.3	298
1	31	1.1	23	14.0	14.0	1.1	6	2	2	0.8	91	0.0	0.0	0.8	295
	1	0.9	27	32.0	32.0	0.9	35		3	2.7	82	0.0	0.0	2.7	286
	2	1.9	26	7.0	7.0	1.9	35		4	3.0	76	3.5	0.0	3.0	275
	3	1.2	23	0.0	0.0	1.2	31		5	2.8	74	0.0	0.0	2.8	265
	4	0.9	21	7.0	7.0	0.9	35		6	3.6	72	2.0	0.0	3.6	252
	5	3.1	21	13.5	0.0	3.1	24		7	3.3	69	2.0	0.0	3.3	240
	6	1.3	22	20.5	20.5	1.3	40		8	1.5	66	1.5	1.5	1.5	236
	7	0.4	24	2.0	2.0	0.4	40		9	3.2	65	14.5	0.0	3.2	225
	8	0.8	23	1.5	1.5	0.8	39		10	1.7	63	1.5	1.5	1.7	220
	9	2.3	26	28.0	0.0	2.3	31		11	1.4	60	0.0	0.0	1.4	215
	10	-0.4	27	1.5	1.5	0.0	32		12	0.9	57	2.0	2.0	0.9	214
	11	0.4	22	11.5	11.5	0.4	42		13	1.4	60	4.0	4.0	1.4	213
	12	1.3	25	21.0	21.0	1.3	59		14	1.3	56	2.0	2.0	1.3	211
	13	0.5	25	0.5	0.5	0.5	57		15	2.7	55	0.5	0.0	2.7	201
	14	0.8	25	12.5	12.5	0.8	67		16	2.2	51	0.0	0.0	2.2	193
	15	1.3	34	32.5	32.5	1.3	95		17	6.4	48	9.5	0.0	6.4	170
	16	-0.2	44	12.5	12.5	0.0	107		18	4.6	41	21.5	0.0	4.6	154
	17	1.2	46	18.0	18.0	1.2	121		19	3.0	35	0.0	0.0	3.0	143
	18	1.8	42	6.5	6.5	1.8	121		20	3.9	33	0.0	0.0	3.9	129
	19	1.9	40	10.5	10.5	1.9	125		21	3.6	29	0.0	0.0	3.6	116
	20	0.9	41	14.0	14.0	0.9	136		22	4.0	26	0.0	0.0	4.0	102
	21	1.8	44	1.5	1.5	1.8	131		23	7.8	23	0.0	0.0	7.8	74
	22	1.7	41	14.5	14.5	1.7	139		24	9.7	16	0.0	0.0	9.7	40
	23	1.9	40	4.0	4.0	1.9	136		25	7.0	4	5.0	0.0	7.0	15
	24	1.0	38	19.5	19.5	1.0	152		26	4.1	0	0.0	0.0	4.1	0

※ T：日平均気温 H：積雪深 P₀：日降水量 P_e：有効降水量 T_m：融雪量 P：積雪量（水当量）

大野についても同様にして推定した。大野では、積雪期間の降水量の合計は 555.5mm、融雪温度差の合計は 118.0°Cであり、1°C当たりの融雪量は 4.71mm となった。

雪荷重は積雪量（水当量）を重力に換算することで求められる。

表4は、こうして推定した被害例の被害発生日の近傍の気象観測点の雪荷重を、その建物の被害時雪荷重S_aとして示したものである。ただし、近傍に観測点がない越前市・鯖江市・坂井市については、過去の積雪状況が福井市とほぼ同じで、この年も同様の傾向が見られたので、福井の値を用いることとした。

また、表中のS₀は特定行政庁が定めたその場所の設計用雪荷重である。大野市は、旧和泉村を除き、全域が 9.00kN/m²であり、越前市・鯖江市・坂井市・福井市は、3.00kN/m²～7.50kN/m²で

表 4 被害例の被害時雪荷重とその場所の設計用雪荷重

被害例	被害発生日	場所	観測点	被害時積雪荷重[kN/m ²]		設計用積雪荷重 [kN/m ²]
				全壊	半壊	
1	1月31日	越前市	福井	2.90		6.00
2	1月31日	大野市	大野	4.18		9.00
3	2月1日	大野市	大野	4.30		9.00
4	2月1日	鯖江市	福井	2.92		6.00
5	2月1日	越前市	福井		2.92	6.00
6	2月2日	坂井市	福井	2.89		6.00
7	2月2日	福井市	福井		2.89	6.00
8	2月5日	大野市	大野	4.33		9.00

あるが、被害例はいずれも 6.00kN/m²の地域であった。

4. 考察

表 4 から明らかなように、被害時雪荷重は、福井市など積雪が比較的少ない場所では小さく、大野市のように積雪が多い場所では大きい傾向が見られる。そこで、被害程度が全壊および半壊のものについて、その場所の設計用積雪深との関係で被害時雪荷重をプロットすれば、図 2 のようになる。

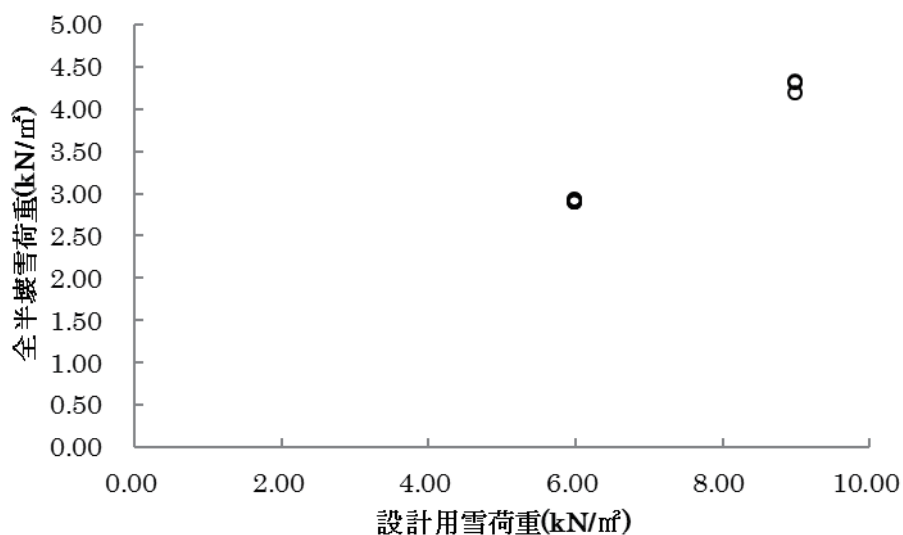


図 2 全半壊雪荷重と設計用雪荷重

平成 23 年は、被害発生日が同じで、全半壊雪荷重・設計用雪荷重とも同じものが多く、図ではわかりにくいですが、最小二乗法で回帰直線式を求めれば、次式が得られた。

$$S_d = 0.46S_0 + 0.17 \quad (1)$$

ここに、 S_d は建物の全半壊雪荷重(kN/m^2)、 S_0 は特定行政庁が定めたその場所の設計用雪荷重(kN/m^2)である。

式から設計用雪荷重に対する全半壊雪荷重を求めれば、福井市では、 2.93kN/m^2 、大野市では 4.31kN/m^2 となる。

平成 18 年の被害から推定した全半壊雪荷重¹⁾は、福井市で 1.88kN/m^2 、大野市や勝山市で 4.12kN/m^2 であって、福井市では大きく、大野市でもやや大きい。これについては、平成 23 年は平成 18 年からわずか 5 年しか経っておらず、老朽化等で耐力の小さい建物は平成 18 年に全半壊しており、かろうじて被害を免れた建物が平成 23 年に被害を生じたのではないかと考えられる。

そこで、平成 18 年と平成 23 年の被害を合わせて検討した。その結果を図 3 に示す。

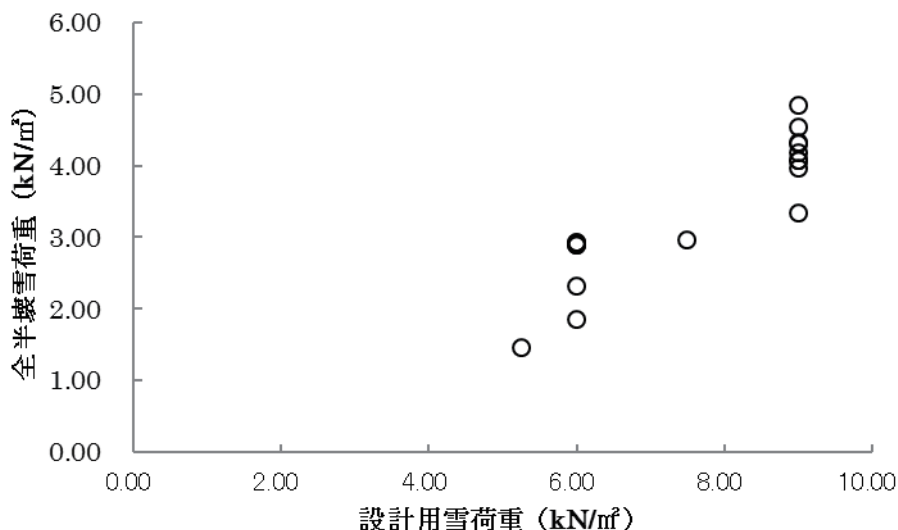


図 3 全半壊荷重と設計用積雪荷重（平成 18 年・平成 23 年）

両者の関係を検討した結果、最小二乗法によって回帰式として次式が得られた。

$$S_d = 0.55S_0 - 0.78 \quad (2)$$

ここに、(1)と同様に、 S_d は木造建物の全半壊雪荷重 (kN/m^2)、 S_0 は特定行政庁が定めたその場所の設計用雪荷重 (kN/m^2) である。

式から設計用雪荷重に対する全半壊雪荷重を求めれば、福井市などでは 2.52kN/m^2 、大野市では 4.17kN/m^2 となる。したがって、積雪荷重がこの程度になると木造建物に全壊や半壊などの大きな被害が出ることになり、これがこれらの地域の木造建物の耐雪性の下限と見ることができる。

これを積雪深で考えれば、平成 18 年では、福井では該当せず、大野では 12 月 25 日の状況に相当し、この時の積雪深は 137cm であった。また、平成 23 年では、福井では 1 月 30 日の状況に相当し、このときの積雪深は 119cm であり、大野では、1 月 31 日の状況に相当し、このときの積雪深は 187cm であった。平成 18 年と平成 23 年ではこの状況に達するまでの降積雪状況が異な

るので、単純に積雪深に置き換えることはできないが、積雪深のピークでは単位重量が概ね 2.5kN/m^3 前後である⁶⁾ ことから、積雪深が福井で 1m 程度、大野で 1.6m 程度が木造建物の耐雪性の下限といえよう。

5. むすび

平成 23 年寒候期の大雪によって全半壊等の大きな被害を受けた福井県内の木造建物について、被害時の積雪荷重を推定し、その場所の設計用雪荷重との関係から木造建物の耐雪性を検討したが、特に福井市においては平成 18 年豪雪での被害から推定された耐雪性より高い値となった。これは、耐力の小さい建物は平成 18 年に全半壊しており、かろうじて被害を免れた建物が平成 23 年に被害を生じたためであると考えられる。そこで、平成 18 年と平成 23 年の被害建物を合わせて耐雪性を検討した。その結果、福井市などで 2.52kN/m^2 、大野市で 4.17kN/m^2 が木造建物の耐雪性の下限とみられることが明らかとなった。

《参考文献》

- 1) 前田博司：福井県における木造建物の耐雪性，福井工業大学研究紀要，第 40 号，pp.223-228，2010
- 2) 前田博司：福井県における木造建物の耐雪性（その 2），福井工業大学研究紀要，第 41 号，pp.307-312，2011
- 3) 気象庁 HP・過去の気象データ検索：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 4) 福井県危機対策・防災情報ポータルサイト：<http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/portalsite.html>
- 5) 福井新聞：福井新聞縮刷版，No.411（平成 23 年 1 月号）・No.412（平成 23 年 2 月号），福井新聞社，2011
- 6) 前田博司・茶木厚博：福井県における近年の大雪時の雪の単位荷重，雪氷北信越，第 32 号，2012

（平成 24 年 3 月 31 日受理）