

金沢大学工学部 正員 ○ 北浦 勝
金沢大学学生 中垣内優治

1. まえがき

豪雪地域においては地震は少ないとされているが、比較的最近においてもこれまでに福井地震(1948)、新潟地震(1964)といった巨大地震が発生している。積雪は数ヶ月継続するので、積雪期間中に被害地震の襲う確率は無視し得ないものと考えられるし、現に1666年の高田地震は豪雪時に起り、大きな惨状がもたらされたと史料に記されている。積雪時には構造物の質量は増えており、またそのために固有周期が延びてたわみやすくなっており、減衰も小さくなっているものと予想される。また無積雪時と比較して積雪時の復元力特性には強度低下を伴ういわゆるP- δ 効果が見られる。従って積雪時の構造物は無積雪時のそれよりも耐震的に不利な条件にあると言える。このような観点から本研究は、雪荷重に対する安全性が最も厳しいと考えられる木造構造物を取り上げ、無積雪時と積雪時における構造物の動特性の相違を実験を通じて明らかにしようとしたものである。

2. 実験概要

実験に供した建物は金沢大学工学部内にある車庫および石川県白峰村風嵐地区にある消防団の小屋である

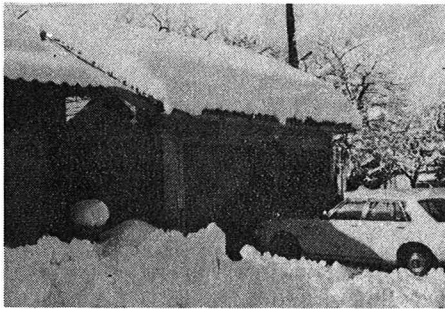


写真-1 金沢大学工学部車庫

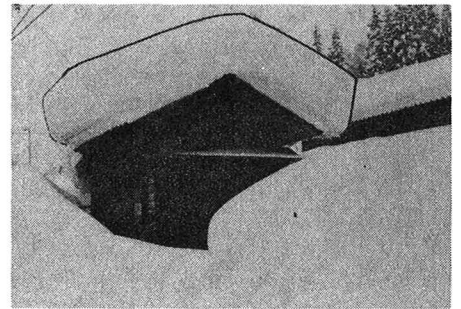


写真-2 白峰村消防団小屋

(右の写真および写真-1 金沢大学工学部車庫図参照)。いずれも木造の1階建てであり、かつ建設後数十年を経ている。実験実施日は別表のようであり、積雪時の実験はいずれも昨冬の最大積雪深を記録した頃である。実験は主たる柱を2人で衝撃的に強く押し、減衰自由振動実験から固有周期 T (秒)、減衰定数 α を求めた。

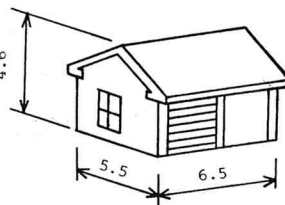


図-1 金沢大学工学部車庫

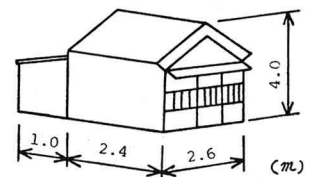


図-2 白峰村消防団小屋

振動方向は工学部車庫は桁行方向、白峰村小屋は梁間方向とした。

3. 晴天時と雨天時における動特性の相違

最初に、質量増加がなく単に木材が湿っているだけである雨天時における構造物の動特性と無積雪時と比較した。車庫を対象にこの違いを調べた結果が表-1である。固有周期、減衰定数ともにほとんど差はな

表-1 実験実施日

	工学部車庫	白峰村小屋
積雪時	'80.1.22	'80.2.6
無積雪時	'80.4.12(晴) '80.4.14(雨)	'80.4.9
積雪深	約40cm	約130cm

いと言つてよい。雨天時には温度によって木材が膨張し、木材と木材のつなぎ目がしつかり閉じ、その結果摩擦が増し、減衰が増加すると予測される反面、水分が含まれると滑り易くなり、減衰しにくくなることも考えられ、結局表に見られるようなほぼ等しい値となつたのであろう。

表-2 晴天時と雨天時の減衰定数と周期

	減衰定数 ρ	固有周期 T (秒)
晴天時	0.026	0.28
雨天時	0.027	0.27

4. 積雪時と無積雪時における動特性の相違

表-3 積雪時と無積雪時の減衰定数と固有周期

積雪時と無積雪時の動特性について比較したものが表-3である。車庫、小屋とも積雪時には固有周期が延び、減衰定数は低下している。車庫においては積雪深が40cmであるので、 ρ 、 T ともに約1割の変化が見られる。他方小屋は130cmの積雪深があるにもかかわらず ρ において12%減、 T において18%の増が見られる程度である。

		工学部車庫		消防団小屋	
		減衰定数 ρ	固有周期 T 秒	減衰定数 ρ	固有周期 T 秒
実験	積雪時	$\rho_s = 0.024$	$T_s = 0.30$	$\rho_s = 0.049$	$T_s = 0.72$
	無積雪時	$\rho_0 = 0.027$	$T_0 = 0.27$	$\rho_0 = 0.056$	$T_0 = 0.61$
	比	$\rho_s/\rho_0 = 0.89$	$T_s/T_0 = 1.11$	$\rho_s/\rho_0 = 0.88$	$T_s/T_0 = 1.18$
理論	比	$\rho_s/\rho_0 = 0.85$	$T_s/T_0 = 1.17$	$\rho_s/\rho_0 = 0.65$	$T_s/T_0 = 1.55$

5. 理論解との比較

仮に建物が線形1自由度系に近似できるものとする、系の固有周期 T_0 および減衰定数 ρ_0 は次式のように表わすことができる。

$$T_0 = 2\pi\sqrt{m/\rho}, \quad \rho_0 = C/(2\sqrt{m}\rho)$$

ここに、 m : 系の質量、 ρ : 系のばね定数、 C : 系の減衰係数である。次に雪荷重が作用した場合には質量のみが m から $(m+\Delta m)$ にへと Δm だけ増加するものとする、このときの固有周期 T_s 、減衰定数 ρ_s は、

$$T_s = 2\pi\sqrt{(m+\Delta m)/\rho}, \quad \rho_s = C/(2\sqrt{(m+\Delta m)}\rho)$$

となる。従つて積雪時と無積雪時の比として次式を得る。

$$T_s/T_0 = \sqrt{(m+\Delta m)/m} = \sqrt{(W+\Delta W)/W}, \quad \rho_s/\rho_0 = \sqrt{m/(m+\Delta m)} = \sqrt{W/(W+\Delta W)}$$

ここに、 W : 系の重さ、 ΔW : 雪荷重による重さ、を表わしている。建物の重さ(W)としては柱や壁、窓は考えず、屋根および天井とした。その結果車庫では $W=6$ ㌧、小屋では $W=1.32$ ㌧を得た。また雪荷重(ΔW)は積雪深と雪の単位体積重量、屋根面積の積より、車庫では $\Delta W=2.25$ ㌧、小屋では $\Delta W=1.84$ ㌧となる。これらの値を上式に代入した結果を表-3に示した。以上から、工学部車庫については実験値と理論値がほぼ一致しているとみなせる。他方白峰村小屋については実験と理論の値(比)がかけ離れており、実験結果を雪荷重による質量増加のみでは説明できない。従つて木構造の特質の変化を考慮に入れる必要がありそうである。なお従来の実験結果によれば、一般に重量の増加は減衰定数には変化を及ぼさないとされているが、ここで対象とした雪と木構造のような組み合わせにおいてはやはり減衰定数の低下を考えねばならないことが明らかとなつた。

最後に本研究実施に當つて助言をいただいた小堀為雄教授、実験実施に當つて全面的に協力賜つた山田 満枝官、大学院生宮島昌克君に謝意を表します。