屋外工作物に作用する積雪沈降荷重に関する研究

〇数矢 彰、苫米地 司、伊東 敏幸(北海道工業大学)

1. はじめに

雪下へ埋没することが多く、積雪の沈降圧に 認するために、周辺積雪の断面観察を行った。 よる建築部材の変形や破損等の被害が発生し メッシュフェンスの設置期間は、1994年11月 ている。日本建築学会建築物荷重指針では. 上記のような工作物等に対して積雪沈降荷重 を考慮した設計が必要であるとされている17。 2.3屋外実測方法 現状の積雪沈降荷重算出には, 水平桁を用い た実験から得られた推定式が用いられている。 めに、図1に示す試験体を北海道工業大学敷 しかし、一般的に積雪下へ埋没する建築部材 地内に設置した。設置期間は、1996年12月28 には斜材となる筋違や連続性を持つメッシュ 日から翌年3月中旬までとした。図のように、 フェンス等の部材が多く、水平桁とは異なる 筋違にはチャンネル鋼 (25×25×3)を用い、 場合が多い。従って、水平桁から得られた推 端部はガセットプレートに高力ボルトで固定 定式では十分に対応できないと考えられる。 荷重による被害状況を調査した。同時に、斜 材に作用する積雪沈降荷重の屋外実測および 荷重換算を行った。

2. 研究方法

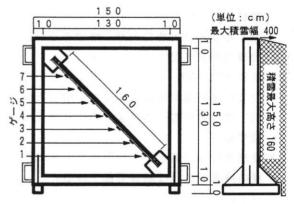
2.1屋外調查方法

積雪沈降荷重による被害状況を把握するた めに、豪雪地帯である蘭越町、仁木町および ニセコ町にある工作物および建築部材の調査 を行った。調査では、屋外に露出して直接的 に積雪沈降荷重の影響を受ける筋違の残留変 形を測定した。残留変形は筋違の両端部から 水糸を張り、部材各部で1mm単位の変形量を 測定した。この測定結果を用いて、工作物お よび建築部材の積雪沈降荷重による被害状況 を検討した。

2.2メッシュフェンスに関する屋外調査方法 積雪沈降荷重に対する積雪深さの影響を検 討するために、 虻田郡ニセコ町にある北海道 工業大学声原山在敷地内に設置したメッシュ フェンスの残留変形を測定した。測定方法は の屋外実測結果から歪みと応力度との関係を

上述 2.1項と同様である。さらに、メッシュ 積雪地域に建設される各種屋外工作物は積 フェンス周辺積雪の日数経過に伴う変化を確 から翌年3月末までとした。

筋違に作用する積雪沈降荷重を検討するた してある。この試験体側面に積雪深高 160cm, このような背景から、本研究では積雪沈降 積雪幅 400cmの範囲で雪を三角形状に堆積さ せた。これは、実際の工作物軒下部における 雪の堆積形状を再現したものである。このよ うな条件下において, 積雪沈降荷重による部 材の変形量とその推移を測定した。変形量の 推移は、筋違に20㎝間隔で張り付けた7ヶ所 の歪みゲージによって測定した。



屋外実測装置とその概要 図 1

2.4積雪沈降荷重換算方法

実験装置に作用する積雪沈降荷重は、前述

考慮して換算した。ここで、歪みと応力度と 3.2メッシュフェンスに関する屋外調査結果 の関係には予備実験から得られた値を用いた。 ら得た積雪沈降荷重との比較を行った。

3. 研究結果

3.1屋外調査結果

示す。図中の写真のように、残留変形が発生 しているのはいずれの筋違においても地上高 2 m以下の部分であった。これは、観察地域 の平均積雪深⁵⁾が2m前後であることから、 積雪沈降荷重の影響を受けたと考える。この 影響は毎冬の積雪を経る度に累積し、筋違に 変形および破損等の被害をもたらす。このよ うな被害が発生した筋違は、設計段階で想定 した荷重負担に対してその役割を十分に果た せない。このため、連結している他の部材や 工作物の荷重負担に影響を与える。これらの ことから、積雪下へ埋没する建築部材および 工作物に関しては、初期設計段階から積雪沈 降荷重を十分に考慮し,上記のような被害が 発生しないように設計する必要がある。

メッシュフェンス周辺における積雪断面の なお, 荷重換算に必要な数値は, 部材設置状 観察結果を写真1に示す。写真のように, 積 況および全層平均密度の経日変化過程²⁾を考 雪断面には、メッシュフェンスを中心として 慮して用いた。次に、既往の研究^{3.4)}で提案 その左右に褶曲した積雪層が形成されている。 された推定式に部材周辺の積雪状況を当ては この積雪層は、メッシュフェンスの中心から めて積雪沈降荷重の換算を行い、実測結果か 遠ざかるに伴って褶曲勾配が緩くなり、褶曲 の最終部分では自然積雪層の水平勾配と一致 している。このことから、褶曲層が水平勾配 と一致する部分までの範囲が積雪沈降荷重の 影響圏である。写真では約1.4m~1.8mの範囲 調査した筋違の変形概要と変形量を図2に が影響圏であり、高さが異なる場合は高さの 増加に伴って影響圏の範囲も増加していた。

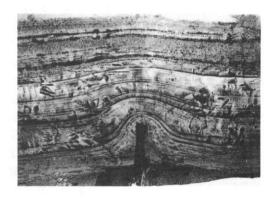
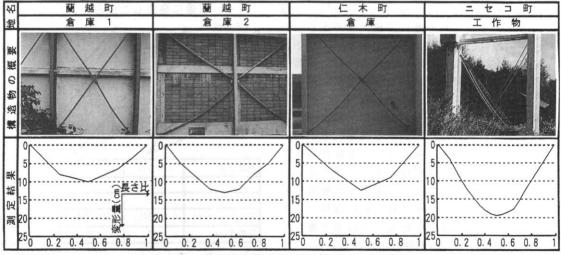


写真 1 メッシュフェンス周辺の積雪断面

注: 表中の長さ比は、上端からの部位/ブレースの全長を示す

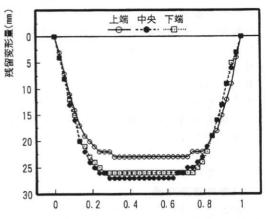


屋外工作物の変形概要と測定結果 図 2

ここで、メッシュフェンスには垂直方向の残筋 容変形が大きく発生していたことから、横筋 各部の残留変形量の実測結果を図3に示量は、中央および下端に位置する横筋の変形量と、中央および下端に位置する横筋の変形量と大きな値を示していた。な変形は垂直を引いた。 な変形は垂直を示しているとればであるとから、 積雪に水を有重のみにはないまない。 たに述っても異なることが判った

3.3屋外実測結果

屋外実測装置の筋違に発生した歪みの推移 状況を図4に示す。図のように、実験開始か ら20日経過前後で筋違上部のゲージにおける 歪みが急激に増加している。さらに、40日経 過前後で筋違下部のゲージにおける歪みが急 激に増加している。これは、1月15日(実験 開始から19日経過), 2月3日(実験開始か ら34日経過) に発生した降雨現象の影響を受 けて、 融雪による積雪の密度変化から大きな 積雪沈降荷重が作用したと考える。なお、観 察初期にゲージ1およびゲージ7の歪みが負の方 向(圧縮側)へ出ているのは、部材両端の固 定状態に影響を受けたと考える。次に、 観察 中に最大歪みを示したゲージの位置をみると, 日数の経過に伴ってゲージ5からゲージ3へと移 動している。これを基に、最大歪みを示した ゲージ の位置が移動する状況をモーメント図 で表すと、図5となる。図のように、積雪深 の減少および日数の経過に伴ってMMAX の値 は小さくなり、MMAX を示した ゲージの位置 は下方へ移動している。ここで、 積雪範囲の 設定が本実験とほぼ一致する推定式を下記に 示す。これらは水平桁を用いた実験から得ら れた式であるが、比較検討を行う際の基準と した。なお、式内で用いる雪密度は筆者らの 研究による全層平均密度経日変化課程から用 いた。さらに、既往の研究6)では加重圏を中 央から0.5m~0.7mの範囲としている。従って, 設定条件等から加重圏の範囲を0.5mとした。



スパン比(左端からの部位/フェンス全長)

図3 メッシュフェンスの残留変形量

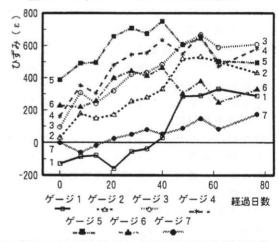
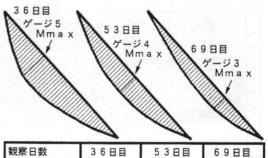


図 4 筋違に発生した歪みの実測推移状況



観察日数	36日目	53日目	69日目
ゲージNo.	5	4	3
εmax	786	716	607
Mmax(t·m)	0. 0003455	0. 0003147	0. 0002668
積雪深(cm)	160	120	100

図5 最大歪みを示したゲージの移動状況

- 1)Fmax=1.7xWmax^{3/2}(積雪3.5mまで)・荘田 表1 最大歪みから得られた積雪沈降荷重と
- 2) Fmax={ $\pi R^2 + 2R(b+1) + b \times 1$ }(Hwmax-Hwo)
 - 中俣

但し、Fmax:作用する沈降力最大値(t/m)

Wmax:一冬の積雪重量最大値(t/m²)

b:受圧面幅(m), 1:受圧面長さ(m)

R:加重圈半径(m)

Hwmax:一冬の最大積雪量(Kg/m²)

Hwo:施設埋没までの積雪重量(Kg/m²)

実測結果から各ゲージの最大歪みを用いて 積雪沈降荷重を算出し, 既往の推定式を用い た場合との比較を行った結果, 表1に示す積 雪沈降荷重の値が得られた。表のように,各 ゲージの最大歪みから換算した積雪沈降荷重 は、推定式から得た積雪沈降荷重と比較する と全てのゲージにおいて大きな値を示した。 また、最大歪みを示したゲージ3~ゲージ5の値 には、10倍~20倍の差が生じていた。最後に、 水平桁と斜材の各部における積雪状況および 荷重負担の差異を模式図的に表すと、図6の ようになる。図のように、積雪沈降荷重が双 方に及ぼす影響は,水平桁と斜材とでは異な っている。これらのことから、 積雪沈降荷重 における水平桁と斜材との差異には、上述の ような相異が大きく影響している。

4. まとめ

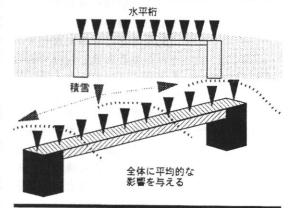
本研究によって,以下に示す事項が明らかとなった。

- 1)積雪沈降荷重は、工作物の設置状況や 建築部材周辺の積雪状況によって、工 作物に与える影響が大きく異なる。
- 2) 水平桁による実験結果から得た既往の 推定式では、筋違等の斜材に加わる積 雪沈降荷重の評価に対応できない部分 が存在する。

この原因は、建築分野の各種屋外工作物が 持つ建築部材同士の連続性にある。このこと から、多面的な工作物や建築部材の形状およ び周辺積雪の範囲を考慮した推定式の検討が 新たに必要である。

表 1 最大歪みから得られた積雪沈降荷重と 推定式から得られた積雪沈降荷重との比較

使用式 単位(t/m) ゲージNo	荘田式による 積雪沈降荷重 FMAX値	中俣式による 積雪沈降荷重 FMAX値	最大歪みから 換算した 実測FMAX値
ゲージ1	0.0225	0.0305	1. 6400
ゲージ2	0.0474	0.0549	1. 7958
ゲージ3	0.0769	0.0926	1. 6815
ゲージ4	0.1119	0. 1304	1. 4924
ゲージ5	0.1498	0. 1835	1.7187
ゲージ6	0. 1912	0. 2346	1. 2655
ゲージフ	0. 2372	0.3031	0.8153



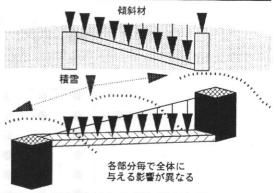


図 6 積雪状況および加重負担状況の差異 【参考文献】

- 1)日本建築学会編:日本建築学会建築物荷重指針 ・同解説,pp.34-44,1995
- 2)日本建築学会編:日本建築学会建築物荷重指針 ・同解説、pp. 188-192, 1993
- 3)在田 幹夫:積雪沈降力の研究,雪氷の研究 No 1, 1953
- 4)中俣 三郎:積雪沈降力の実用式について、
- 日本雪氷学会秋季大会, pp130, 1976
- 5)気象庁:日本気候表, pp39-40, 1991
- 6)防雪工学ハンドブック:積雪の沈降力, pp34-39