

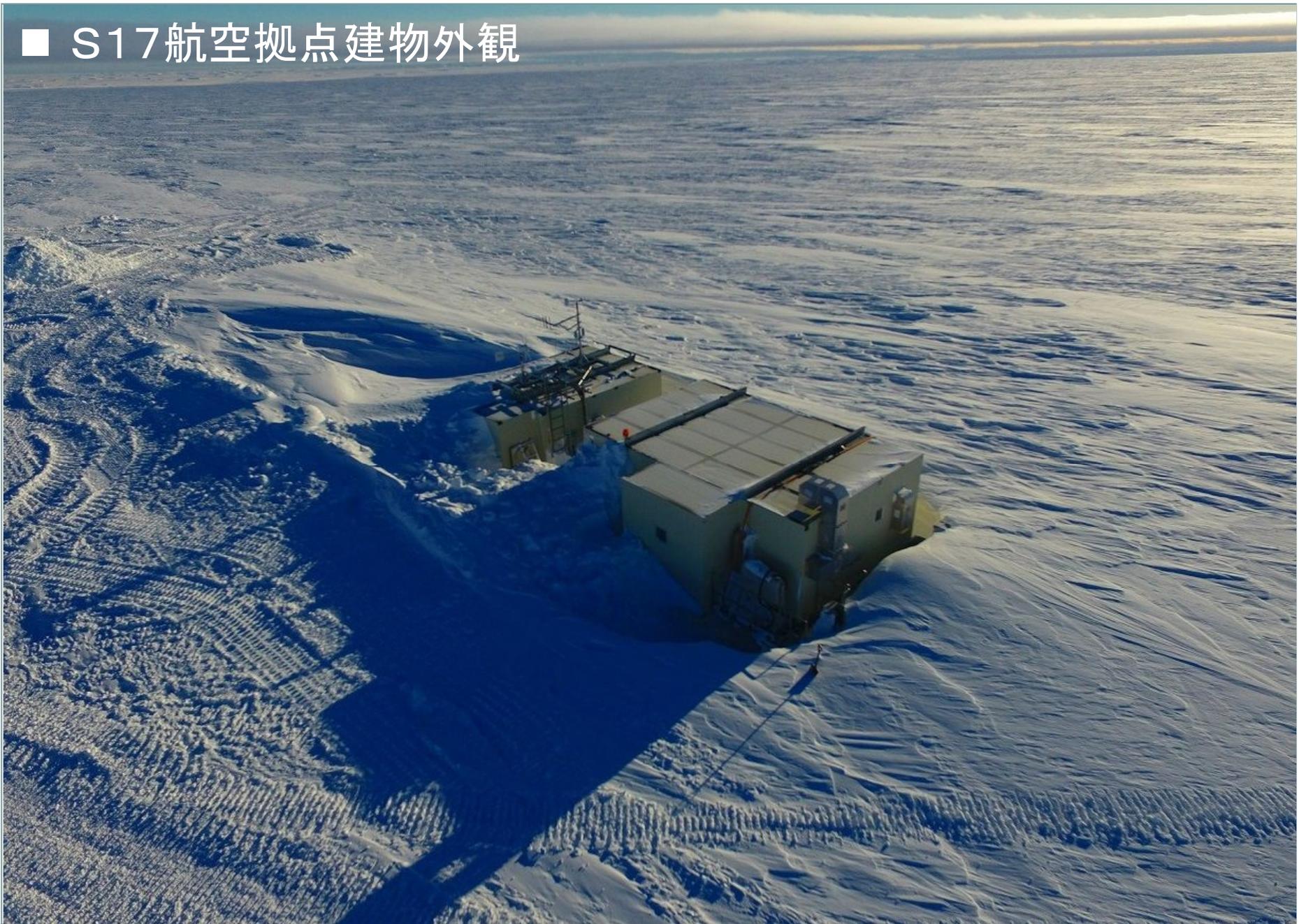
S17航空拠点建物の不同沈下に関する検討



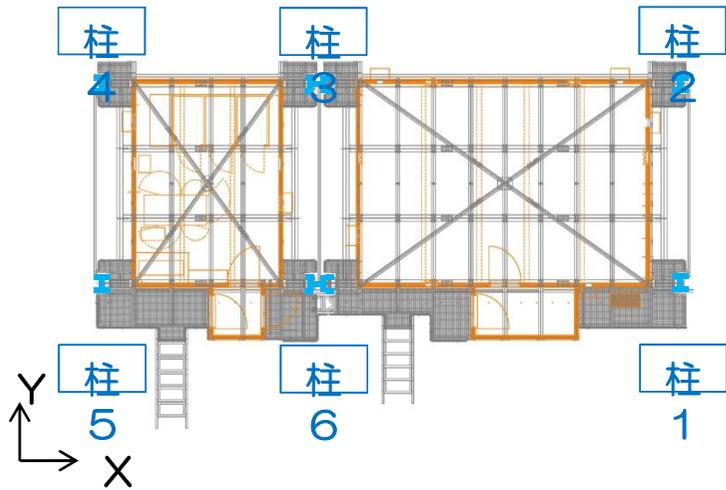
株式会社 竹中工務店 技術研究所

太田 義弘

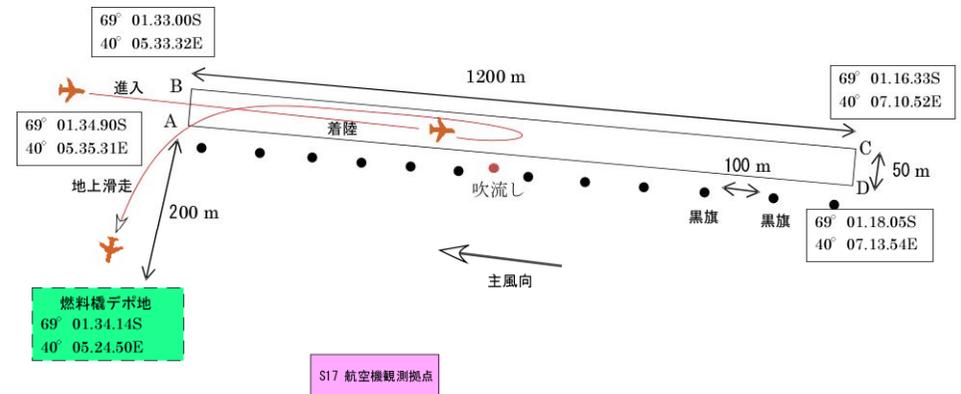
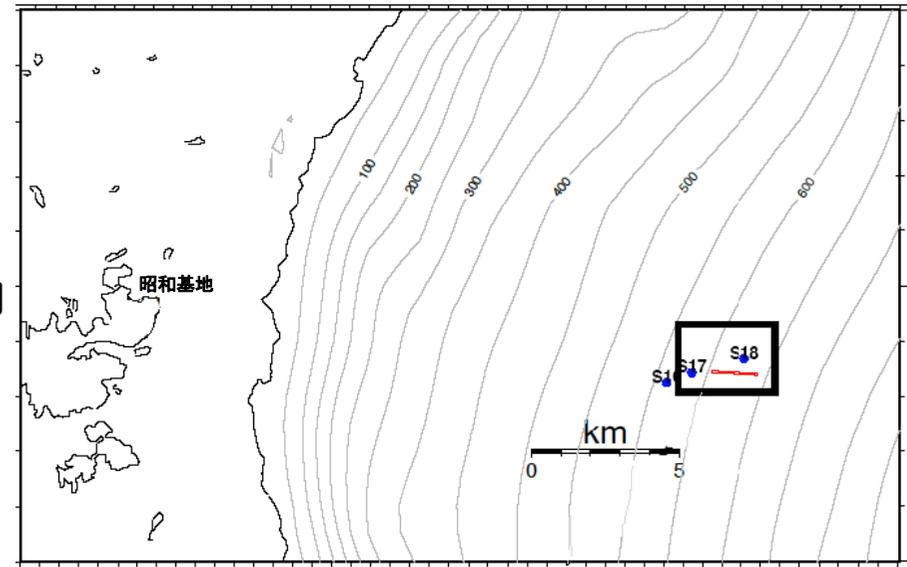
■ S17航空拠点建物外観



■ S17航空拠点における主風向

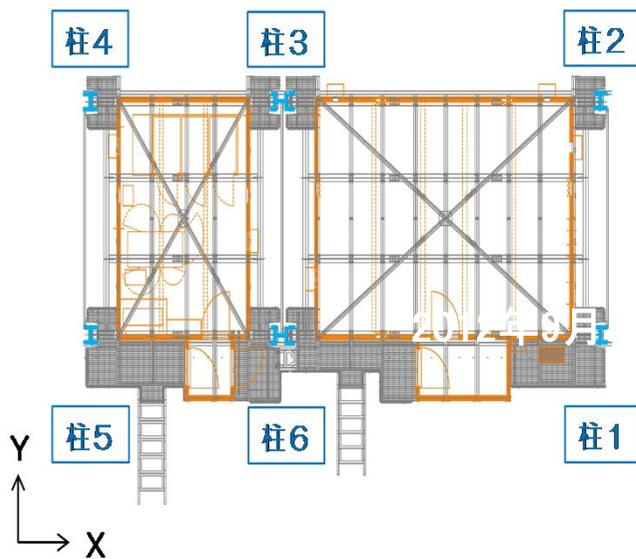


主風向



■ S17航空拠点建物における柱の沈下量変化

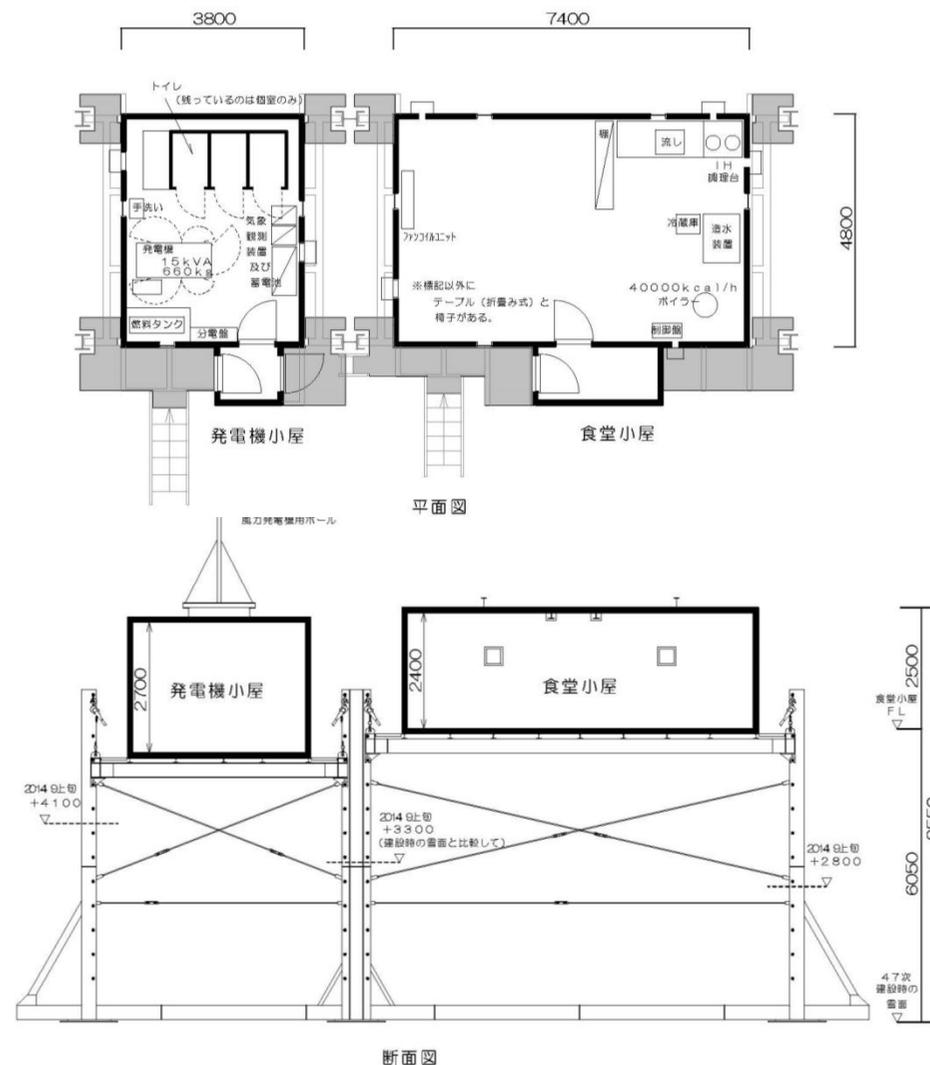
レベル測量



		柱1	柱2	柱3	柱4	柱5	柱6
2006.1	竣工時		0	-55	31		
2007.1	47次	0	-4	12	10	9	15
2008.2	49次	0	-13	-50	-78	-84	-50
2009.11	50次	0	-10	-60	-100	-100	-60
2010.8.26	51次	0	-5	-65	-100	-100	-65
2010.12.5	51次	0	-1	-63	-100	-99	-64
2011.9.1	52次	0	-10	-80	-130	-120	-70
2012.9.12	53次	0	-15	-80	-110	-100	-70
2013.8.22	54次	0	-15	-85	-145	-120	-85
2014.9.2	55次	0	-20	-92	-100	-116	-86
2015.10.7	56次	0	-21	-107	-161	-163	-101
2016.9.15	57次	0	-20	-99	-173		-101

■ S17航空拠点建物概要と検討目的

- 建物用途：発電機小屋，食堂小屋
- ジャッキアップ用鋼製架台上に設置
- 2006年1月竣工
- 2007年鉄骨柱を延長し高床化
- 10年で最大173mm程度の不同沈下



雪地盤の長期的な性状及び架台の構造健全性について確認する

■ 検討の流れ

Step1: 既存図面より架台の解析モデル作成

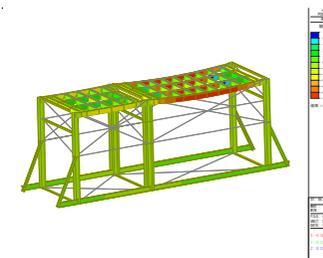
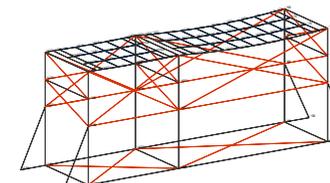
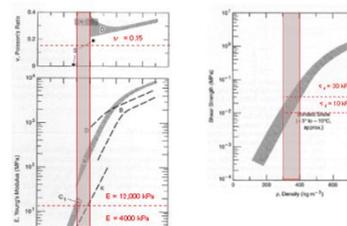
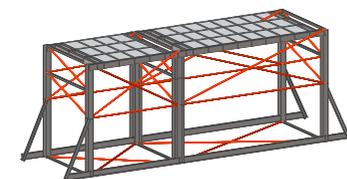
Step2: 平面図および用途より長期荷重(小屋重量)を想定

Step3: 地盤(雪地盤)ばねを仮定

Step4: 竣工時変位を算出し収束計算で地盤ばねを設定

Step5: 竣工後の積雪荷重を想定

Step6: 架台に生じる応力をチェック

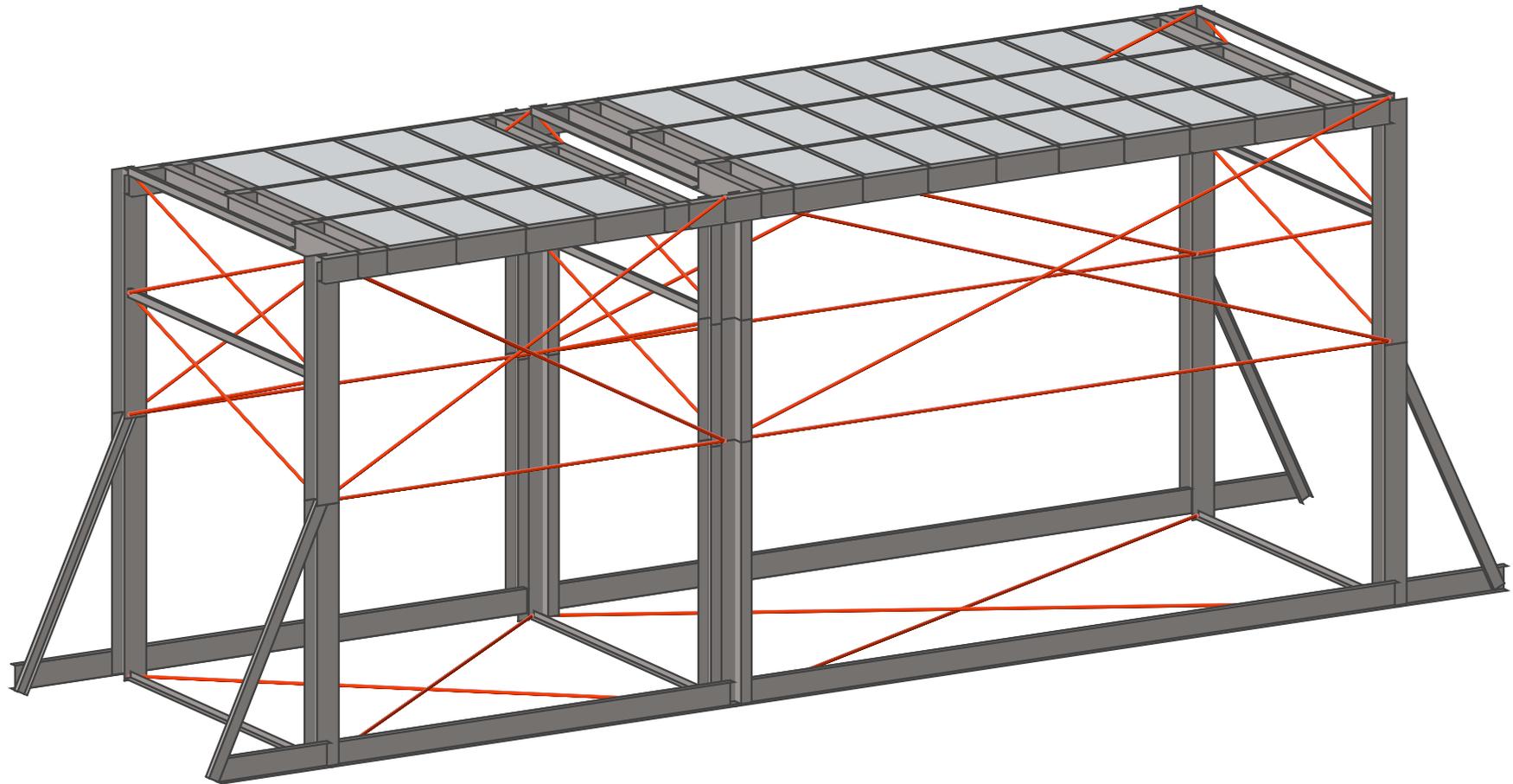


■ Step 1: 解析モデル

- 線材要素によりモデル化
- 支点(柱脚)に地盤ばねを設定
- 弾性解析

■ 部材の接合

柱脚部	: 剛接合
その他	: ピン接合



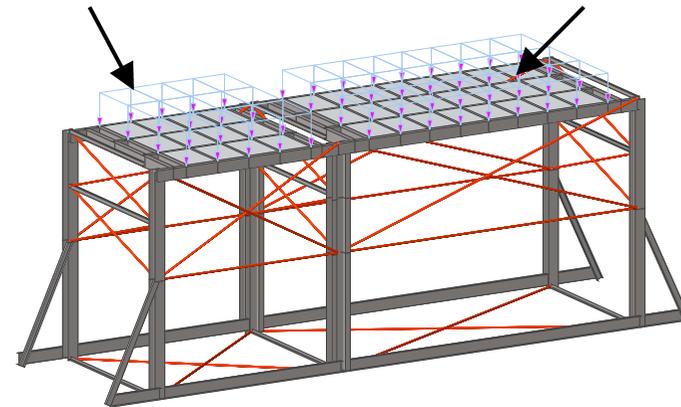
■ Step 2: 長期荷重 (小屋重量)

	発電機小屋(N/m ²)	食堂小屋(N/m ²)
積載荷重	1,300	1,300
仕上げ荷重	400	400
固定荷重 (小屋重量)	800	800
設備等荷重	500(発電機含む)	100
合計荷重	3,000(3.8m × 4.8m)	2,600(7.4m × 4.8m)
面積補正後の 解析用合計荷重	3,200(3.7m × 4.6m)	2,750(7.3m × 4.6m)



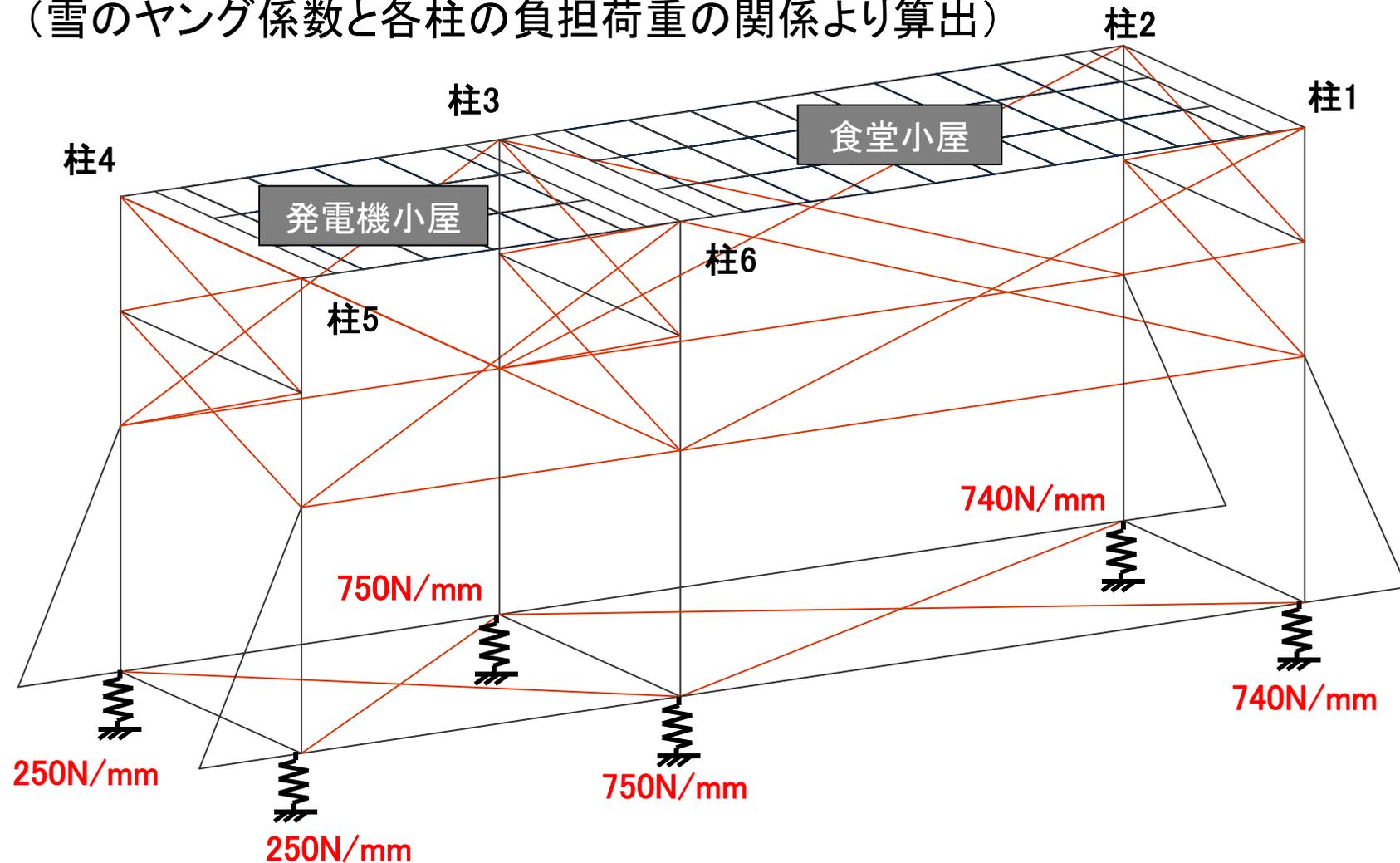
発電機小屋: 3,200N/m²

食堂小屋: 2,750N/m²



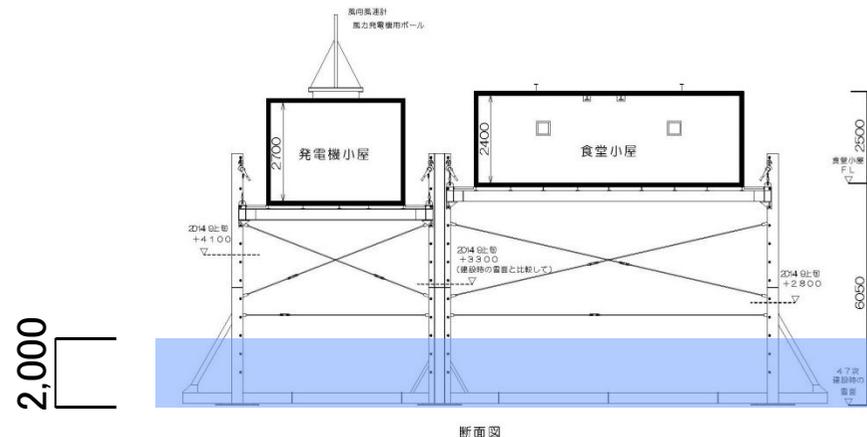
■ Step 3, 4 : 地盤ばね(雪地盤ばね)の設定

- 2017年設営シホジウムで発表した地盤(雪)即時沈下量より地盤ばねを設定(雪のヤング係数と各柱の負担荷重の関係より算出)



■ S17航空拠点建物周辺の積雪状況(2007年～2012年)

2007年高床化

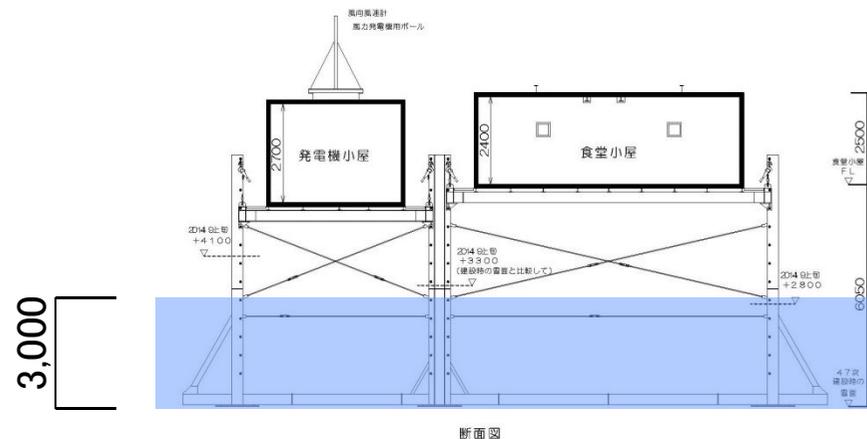


➤ 2007年高床化～2010年 積雪状態に大きな変化なし

2011年9月



2012年9月

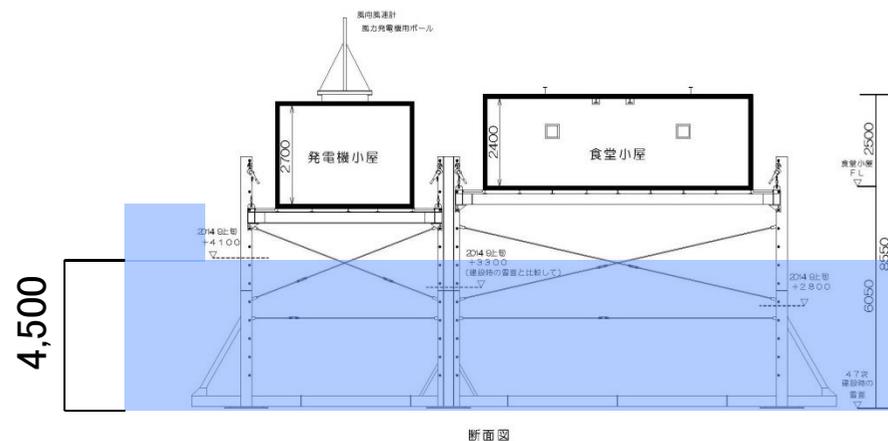
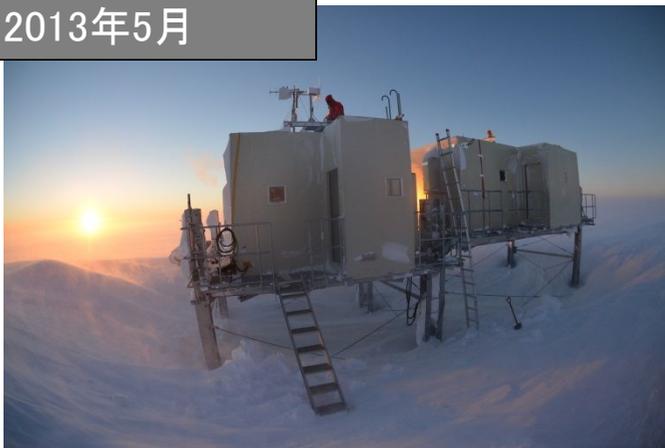


➤ 2011年 架台底面から3.0m程度の積雪(2010年から1m増)

➤ 2012年 大きな変化なし

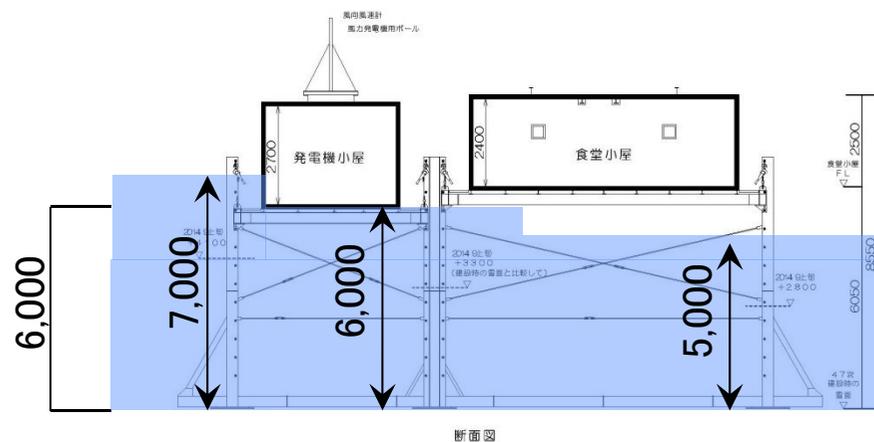
■ S17航空拠点建物周辺の積雪状況(2013年～2016年)

2013年5月



- 2013年 架台底面から4.5m程度の積雪(2012年から1.5m増)
- 発電機小屋背面は更に1.5m(架台底面から7.5m)程度の吹溜り

2015年10月



- 2015年 発電機小屋背面に吹溜り
- 発電機小屋背面と食堂小屋背面の積雪高さに2m程度の高低差

■ S17航空拠点建物周辺の積雪状況

レベル測量

	柱1	柱2	柱3	柱4	柱5	柱6
2006.1		0	-55	31		
2007.1	0	-4	12	10	9	15
2008.2	0	-13	-50	-78	-84	-50
2009.11	0	-10	-60	-100	-100	-60
2010.8.26	0	-5	-65	-100	-100	-65
2010.12.5	0	-1	-63	-100	-99	-64
2011.9.1	0	-10	-80	-130	-120	-70
2012.9.12	0	-15	-80	-110	-100	-70
2013.8.22	0	-15	-85	-145	-120	-85
2014.9.2	0	-20	-92	-100	-116	-86
2015.10.7	0	-21	-107	-161	-163	-101
2016.9.15	0	-20	-99	-173		-101

積雪量変化 少

積雪量変化 多

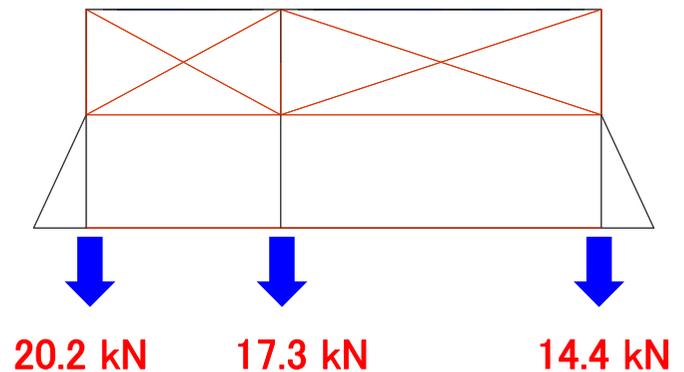
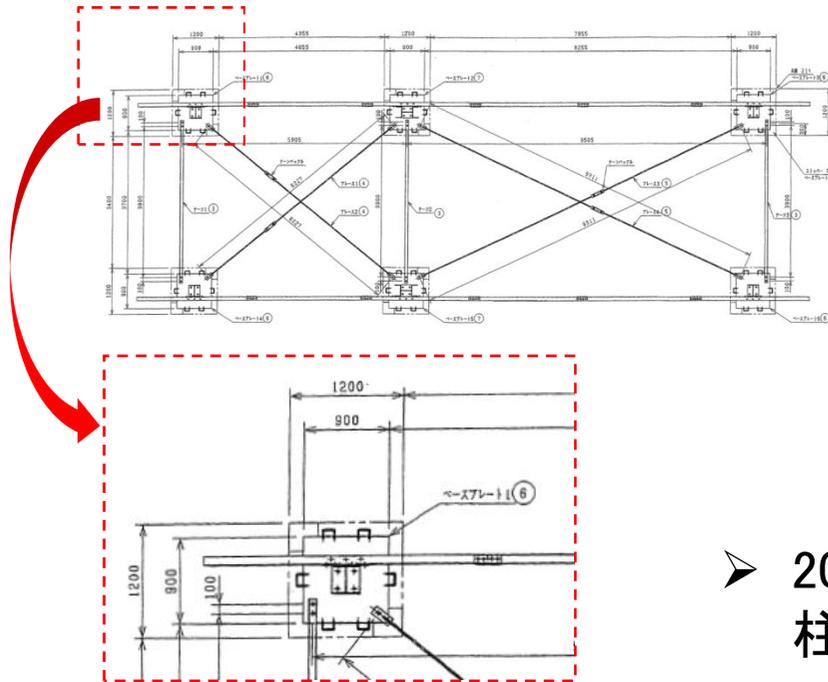
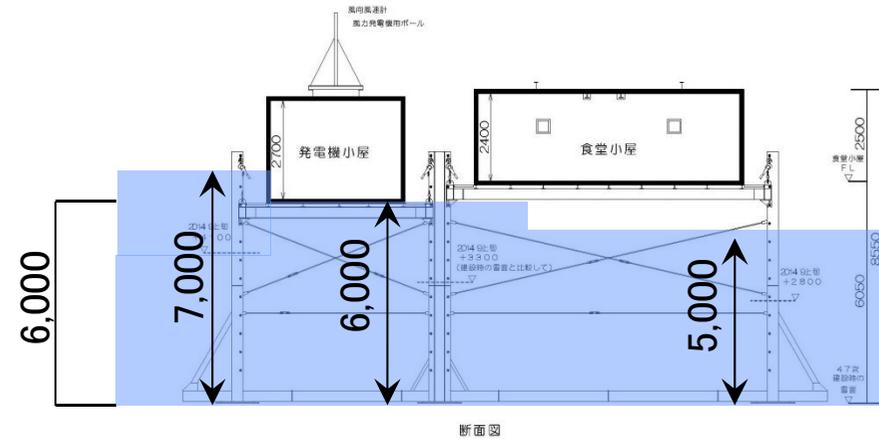
➤ 積雪量の変化と沈下量の変化の傾向が概ね一致

■ Step 5: 積雪荷重の想定

積雪荷重 $2,000\text{N}/\text{m}^3$

積雪高さ $5\text{m}\sim 7\text{m}$

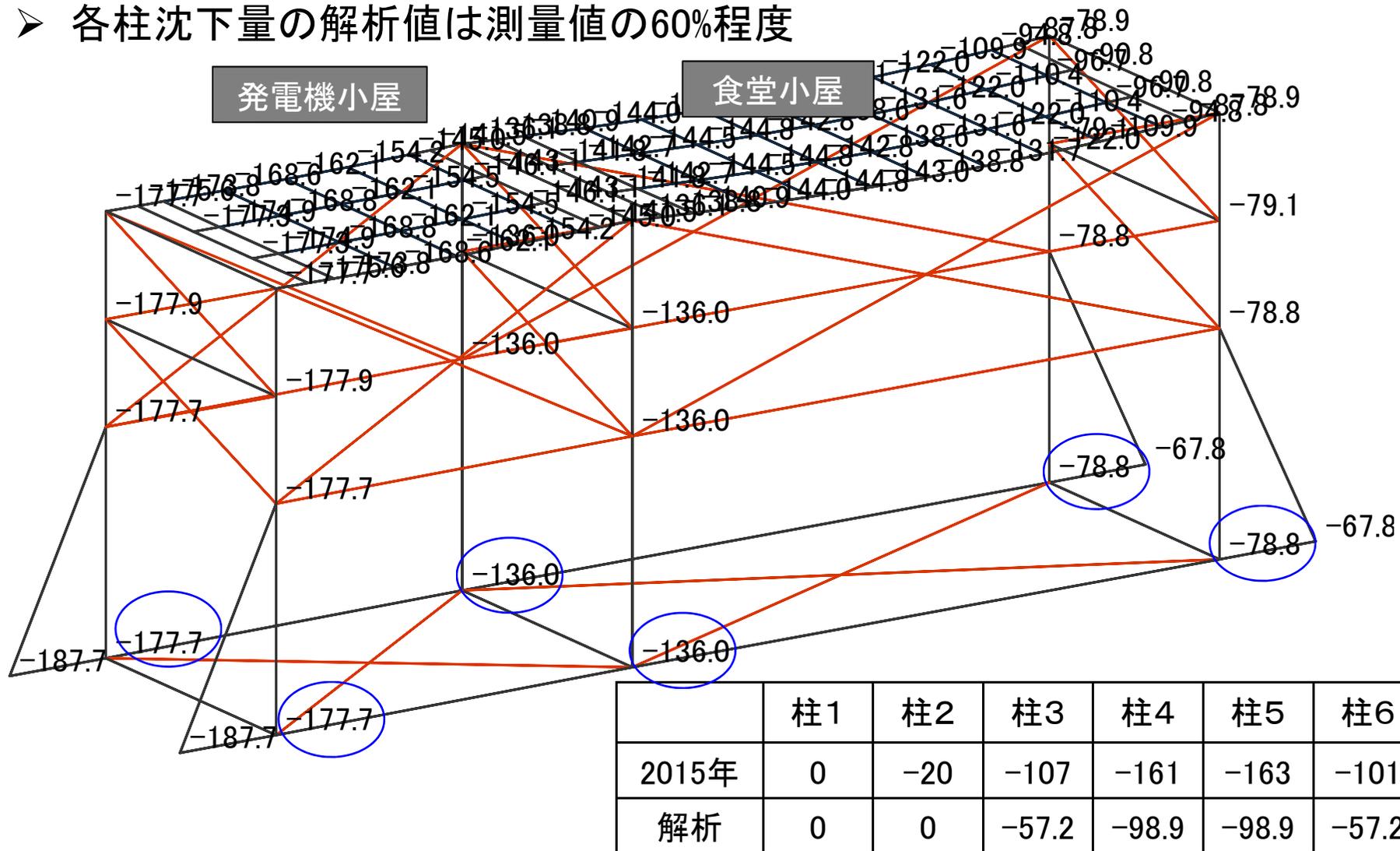
基礎ベース $1.2\text{m}\times 1.2\text{m}$



- 2007年高床化から2015年までの積雪荷重を柱脚位置に節点荷重として作用

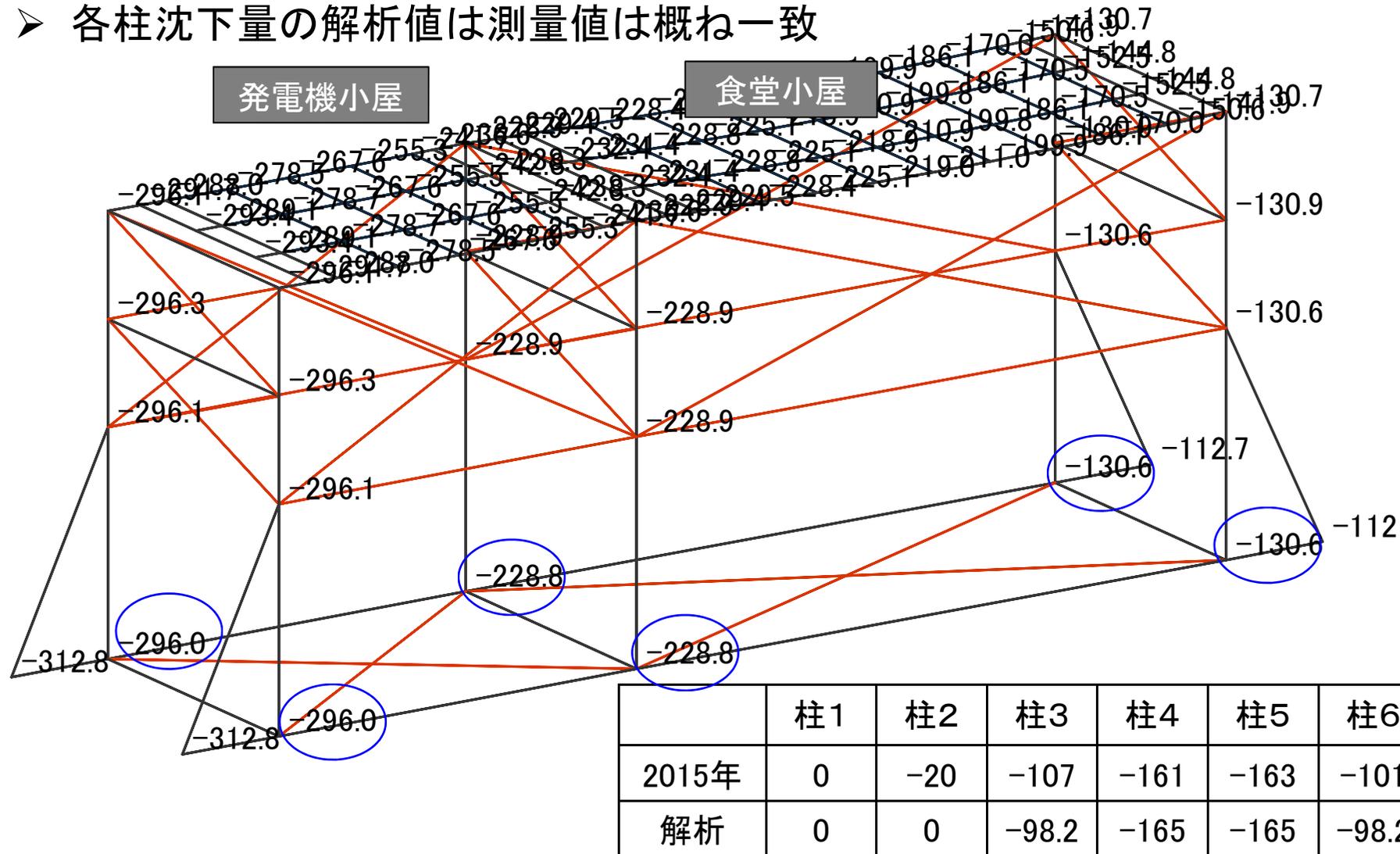
■ 積雪荷重に架台の変位量

- 積雪荷重に対する各柱の沈下状況は2015年測量時と概ね同様の傾向
- 各柱沈下量の解析値は測量値の60%程度



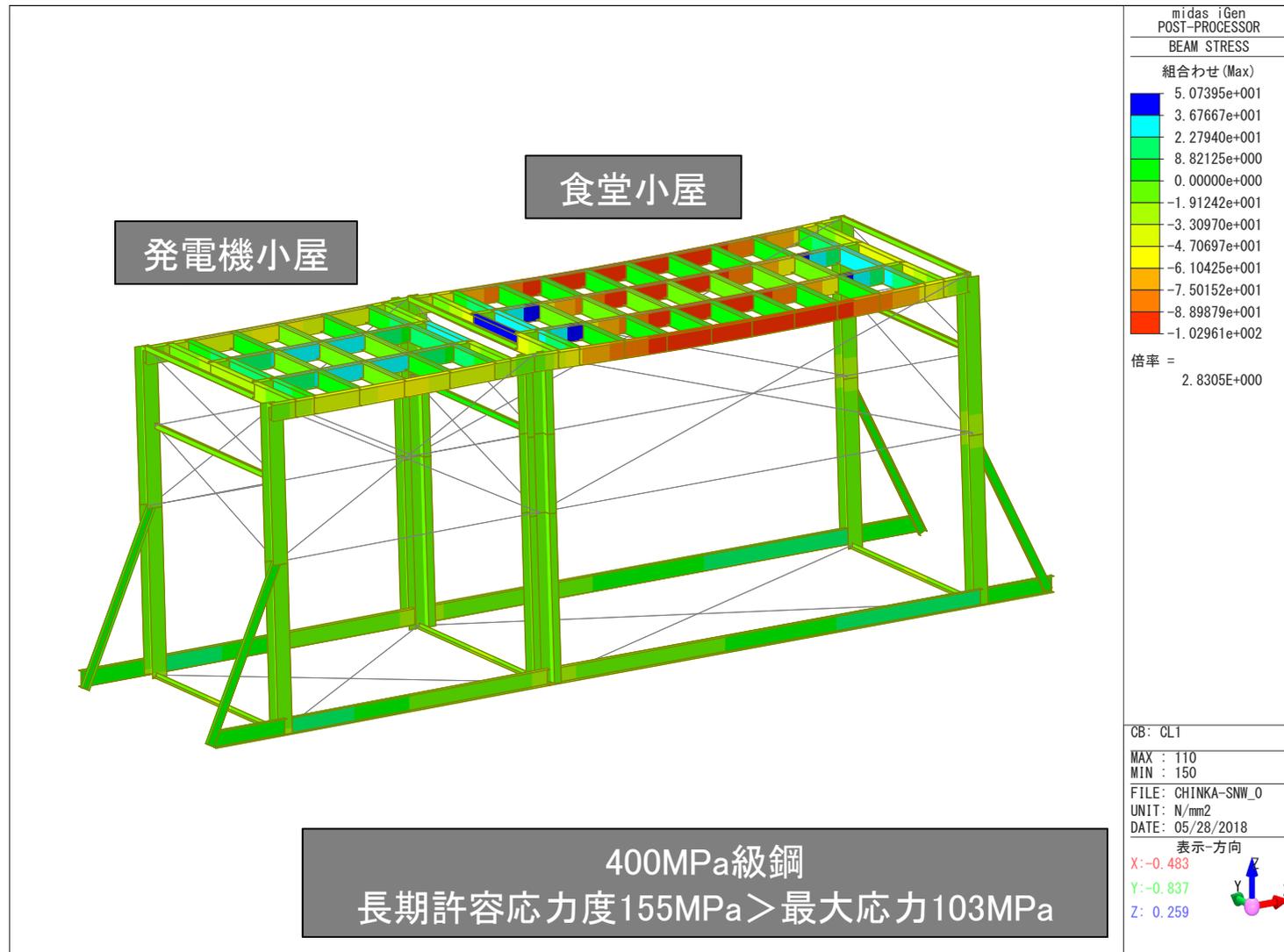
■ 地盤ばねの補正

- 解析地盤ばねを60%に低減
- 各柱沈下量の解析値は測量値は概ね一致



■ Step 6: 架台に生じる応力(地盤ばね補正後モデル)

- 架台構成部材に生じる応力は弾性範囲



■ まとめ

- 2007年高床化～2012年までの不同沈下は架台構築の際の地盤の締固めにばらつきが生じたことに起因すると考えられる。
- 2013年以降の不同沈下の進行は、主風向きの風下となる発電機小屋側に吹溜りが生じ、積雪荷重が偏在したことに起因すると考えられる。
- 不同沈下が生じた状態でも架台に生じる応力は弾性範囲内であることを解析により確認した。

■ 今後の施設建設における課題

- 南極における施設建設時には、十分かつ均等な地盤(雪地盤)の締固めが必要となる。
- 吹溜りによる積雪荷重の偏在は不同沈下の要因となる可能性が高く、吹溜り対策が重要であると考えられる。
- 雪地盤の長期軸変形の評価方法が必要となる

■ 謝辞

本解析検討における

- 解析モデルの作成のための図面提供
- 解析モデルの設定
- 沈下量の測量値のご提供

等に関して

国立極地研究所（石沢賢二様、永木毅様）には
多大なご協力をいただきました。

深く感謝いたします。