

CXTスノーフェンスの静的載荷実験と3次元FEM解析

石川 高専専攻科 田中 志野
 (株)プロテックエンジニアリング 正会員 藤井 智弘
 (株)プロテックエンジニアリング 正会員 西田 陽一
 石川 高専 正会員 富田 充宏

1. まえがき

CXT スノーフェンスは、斜面雪圧を3本の鋼管とPC鋼棒で組み立てたクロス型支柱、アンカーおよびワイヤーネットで受け止めるローコスト型の雪崩予防柵であり、支柱には曲げが発生しない構造になっているため、山中での施工性に優れ、コンクリート基礎を必要としないため、斜面を掘削する必要がなく、自然環境にやさしい工法である。また、ワイヤーネットの使用により、雪荷重の低減や景観への調和など固定柵の従来工法に比べて優れた面を有している。本研究では、積雪深4mをモデルとした実物供試体の静的載荷実験とFEMの3次元解析により、クロス型支柱に作用する軸力、ワイヤーの張力およびワイヤーネットの鉛直変位などの構造特性について比較・検討したものである。

2. 静的載荷実験

CXT スノーフェンスのクロス型支柱は、図-1に示すように、2本の鋼管($\phi 165.2$, $t=5.0$)にはさまれた1本の鋼管がクロスし、その鋼管がジョイント金具を取り付けたPC鋼棒($\phi 32$)と連結された形状になっており、ワイヤーネットで受けた荷重は鋼管には圧縮力、PC鋼棒には引張力として伝達されるため、幾何学的にもバランスの取れた効率的な形状である。また、支柱1本の支点のみアンカーで固定されている。ワイヤーネット($\phi 9$)は、図-2に示すように一面が $3500\text{mm} \times 4500\text{mm}$ の大きさに、 300mm 間隔の格子になっており、クロス型支柱に取り付けられ上辺および底辺ロープ($\phi 20 \times 2$)に固定されている。また、外側のクロス型支柱には二本のサイドロープ($\phi 20 \times 3$, $\phi 20 \times 2$)が取り付けられている。

載荷方法は、積雪深4mを想定し最大荷重80tfに達するまで、重量1tfの大型土のうを順次ワイ

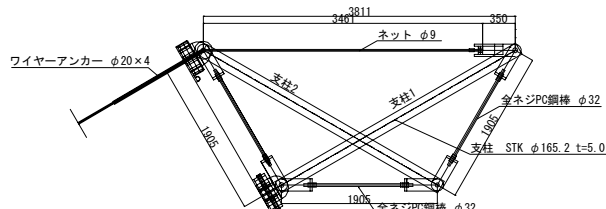


図-1 実験供試体の断面図

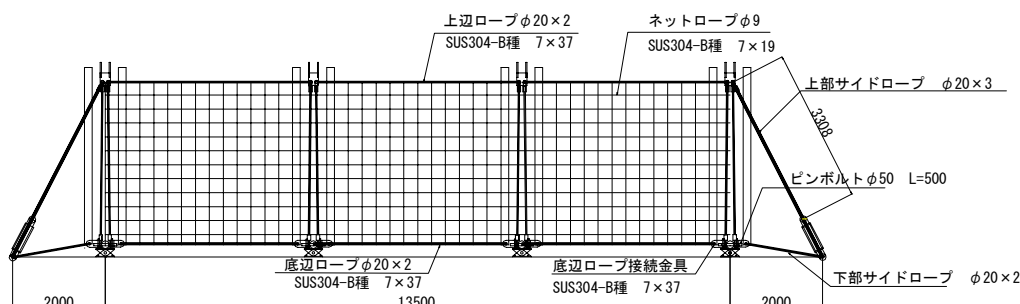


図-2 実験供試体の全体図

ヤーネットに載荷させ、載荷毎に支柱のひずみ、支点反力、サイドロープの張力およびワイヤーネットの中央部の鉛直変位を測定している。

3. 解析方法

3次元 FEM 解析は、非線形動的構造解析ソフト「LS-DYNA」を用いて行った。図-3に本研究で用いた解析モデルを示すが、クロス型支柱の鋼管およびPC鋼棒はピンで連結されているためトラス要素を用い、サイドロープ、上辺ロープ、底辺ロープおよびワイヤーネットは引張のみに抵抗するケーブル要素でモデル化している。また、2本の鋼管とPC鋼棒の連結部は、節点間の変位拘束ができる特殊な結合条件でモデル化している。

荷重は線形的に増分させ、80 サイクル目でワイヤーネット全面に最大荷重 80tf が載荷された状態に設定した準静的解析を行っている。

4. 実験結果と解析結果

図-4は、ワイヤーネットの供試体中央部の鉛直変位の結果を示している。80 サイクル目で実験結果は 812mm, 解析結果は 942mm であり、解析結果が実験結果より 15% 程度大きな値を示した。

図-5は、上部サイドロープの張力の結果を示している。80 サイクル目で実験結果は 170kN, 解析結果は 275kN であり、ワイヤーネットの鉛直変位の結果同様、解析結果が実験結果より大きな値を示した。これらの結果から、解析においてワイヤーの初期たわみなどを考慮する必要があると思われる。

図-6は、支柱に作用する軸力の結果を示している。図-1に示す支柱1では、実験結果と解析結果とも 80 サイクル目で 370kN 程度の値をあり、両結果は良好に一致しているが、支柱2では解析結果が実験結果に比べ、1.5 倍程度大きな値となった。支柱に作用する軸力は、支点のモデル化によって影響を受けると考えられ、今後モデルの再検討が必要である。

5. まとめ

本研究で行った3次元 FEM 解析の結果は、支柱に作用する軸力、ワイヤーの張力およびワイヤーネットの鉛直変位の実験結果より大きな値を示しており、ワイヤーの初期たわみの考慮や支点のモデル化など解析モデルの再検討が必要である。

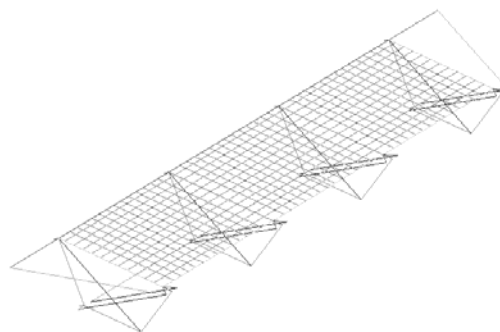


図-3 解析モデル

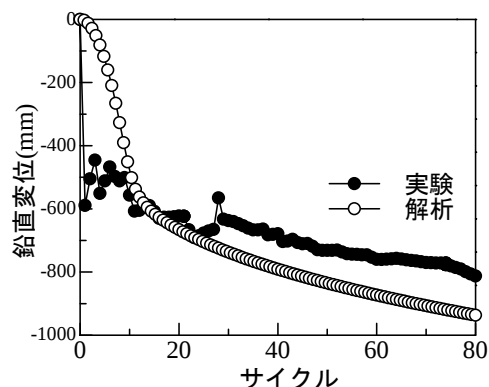


図-4 ワイヤーネットの鉛直変位

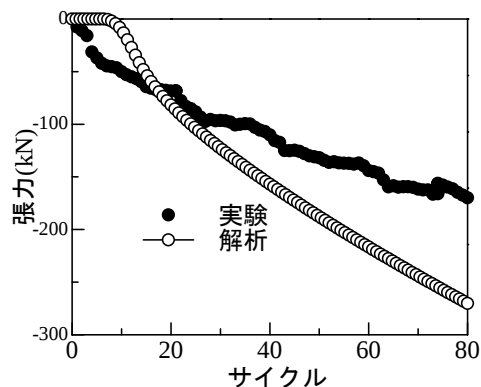


図-5 サイドロープの張力

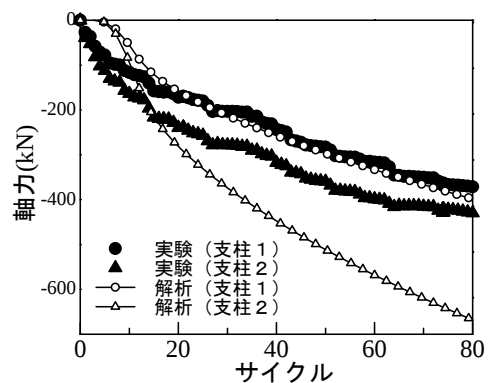


図-6 支柱の軸力