

二軸応力状態を考慮した高強度金網材料モデルの構築

Material models for high strength wire mesh under biaxial stresses

*南波 宏介¹, 兵頭 佑紀²

¹電中研, ²テラサービス

飛来物防護を想定した高強度金網の耐衝撃性能を合理的に評価するために、二軸変形時の応力状態を考慮した材料モデルを構築した。小型金網試験体を用いた衝突試験結果と構築した材料モデルを適用した数値解析結果を比較し、材料モデルの適用性を検討した。

キーワード: 金網, 竜巻飛来物, 二軸応力, 材料モデル, 数値解析

1. 結言: 近年、飛来物対策工として採用される高強度金網（以下、金網）の耐衝撃性能は実物大金網試験体を用いた衝突実験で確認されてきた。一方、評価の迅速化を図るためには数値解析による援用が重要となる。以上より、金網の異方性を考慮し、二軸応力下における応答を再現可能な数値解析モデルを構築した。

2. 材料モデルの構築と検証

2-1. 材料モデル: 数値解析には衝撃解析コード LS-DYNA (R10.1) を使用した。異方性を持つ金網を計算負荷の小さな 2 次元シェル要素でモデル化するために、LS-DYNA で標準搭載される異方性繊維材料モデル (mat34M) を使用し、材料定義に必要な強軸（展開方向）及び弱軸（展開直角方向、以下、展直方向）の垂直応力-ひずみ関係、せん断応力-せん断ひずみ関係を、既報^[1]で示した簡易二軸引張試験に基づいた数値解析から取得した。図1に、垂直応力-ひずみ関係を整理した応力マップの例を示す。

2-2. 鉄球衝突試験: 材料モデルの適用性を確認するため、1m 四方の 40mm 目合金網中央に 31m 上空から自由落下する鉄球を衝突させる試験を実施した。試験の概要図として、図2に鉄球衝突解析の解析モデルを示す。金網を 1 辺毎に 1 本のワイヤロープ（直径 10mm）で支持し、ワイヤロープ端部をピン支持のターンバックル（以下、TB）で鋼製枠に固定した。衝突試験では、金網の最大たわみ量、ワイヤ張力として TB の張力を測定した。解析モデルは実験条件（構成部材、衝突速度等）を再現している。

2-3. 試験と解析の比較: 試験の最大たわみ量は 0.46m であった。

また、机上検討の簡易応答評価法^[2]による最大たわみ量は 0.51m、

数値解析による最大たわみ量は 0.48m となり、数値解析は簡易応答評価法に比べて試験結果に近い値を得た。

図3にワイヤ張力時刻歴を示す。数値解析は実験結果の金網展開方向端部を支持するワイヤの張力（0°）を良好に再現するものの、金網展直方向端部を支持するワイヤの張力（90°）を保守的に算出した。

3. 結言: 本検討より以下の知見を得た。数値解析の最大たわみ量は試験結果と一致しており、吸収エネルギーを良好に算出している。一方、展直方向を支持するワイヤ張力を保守的に評価する傾向がみられた。試験体のワイヤロープと金網間には僅かに隙間があるが、解析では隙間を考慮していない影響と考えられる。

参考文献: [1] 南波, 高強度金網を対象とした簡易二軸引張試験, 日本原子力学会 2018 年秋の大会, 2018

[2] 南波等, 高強度金網を用いた竜巻飛来物対策工の合理的な衝撃応答評価手法, 電中研報告 O01, 2016

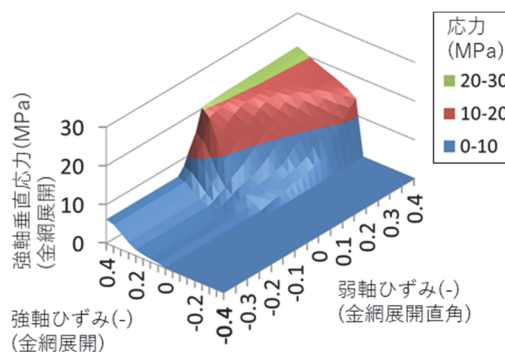


図1 応力マップ（金網展開方向）

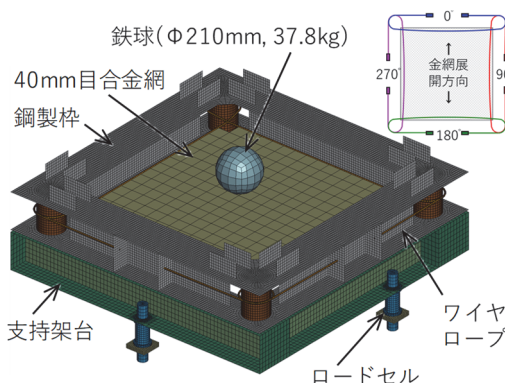


図2 鉄球衝突解析 解析モデル

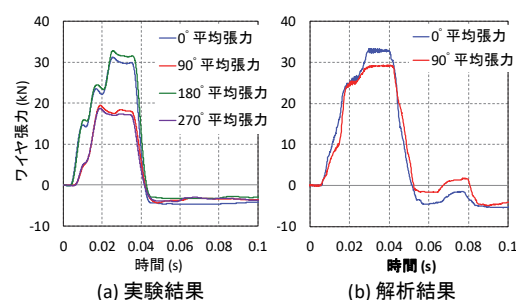


図3 ワイヤ張力時刻歴

* Kosuke Namba¹ and Yuki Hyodo², ¹CRIEPI, ²terraservice