スケーリング・フレーム構造を有する制振鉄骨骨組に関する研究
～新しい制振構造の開発～

I. 研究背景

従来の制振装置
- 粘弾性ブレース
- 摩擦ダンパー

課題
- ✓ 特殊装置や特殊材料を使用
- ✓ 性能が気温や地震波速度に依存
- ✓ 交換が容易でも，在庫や納期に問題

新しい制振装置の開発



木造建築で実用化されている
(SF：アルミニウム製)



SF構造を鉄骨構造物に適用すること
を目的としている(SF：鋼製)



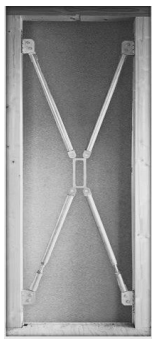
スケーリング・フレーム
（SF）

スケーリング・フレーム（SF）構造

端部金物，斜材，SFによって構成される制振構造

基本原理

SFの塑性変形により振動エネルギーを吸収



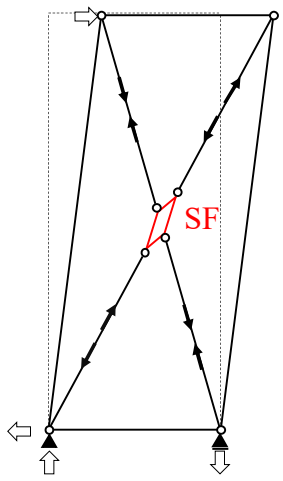
SF

金属材料系による履歴型ダンパー

特徴
- 温度依存性，速度依存性が少ない
- 特殊材料を用いない
- 経済性，施工性に優れている

II. スケーリング・フレーム（SF）構造

SF構造の定義



SF

1）SFDは，四隅剛接または一体成型したものとする

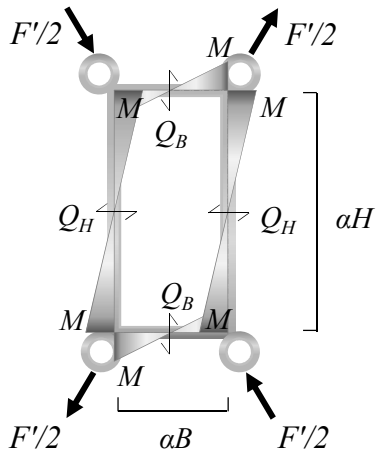
2）SFDは，柱梁フレームを相似的に縮小したものとする
→縮小率αとして定義

斜材

3）SFDの四隅は，柱梁フレームの対角線上に設置される

4）斜材は，十分な剛性と耐力を有するものとする

力学モデル



仮想仕事法を用いて、力学モデルを解く

水平耐力

$$P_y = \frac{4 \cdot f_b \cdot Z_{SF}}{\alpha \cdot H}$$

耐力 $\propto 1/\alpha$

水平剛性

$$K_{SF} = \frac{24 \cdot E \cdot I_{SF}}{\alpha^3 \cdot H^2 \cdot (B+H)}$$

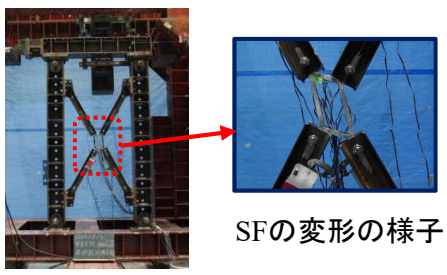
剛性 $\propto 1/\alpha^3$

拡大手法 ➡ 縮小手法

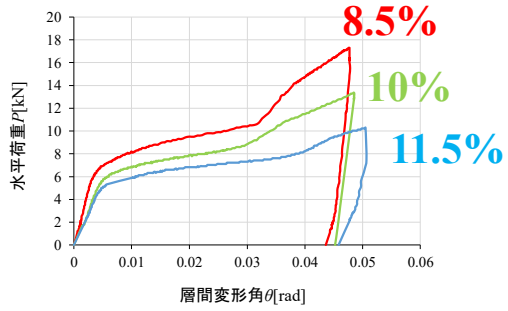
III. 実験的検討

要素実験

縮小率α をパラメータとしたSFの水平載荷実験を実施



SFの変形の様子

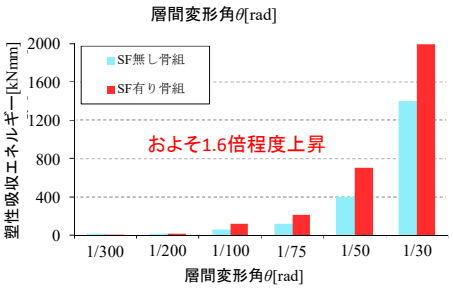


骨組実験





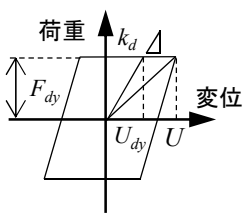
SFの変形の様子



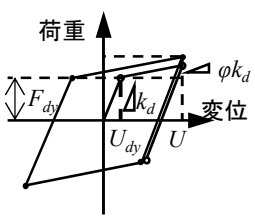
縮小手法とSFの制振効果を実験的に確認した

IV. 設計法の拡張

従来の完全弾塑性モデルから硬化モデルへ変更し再構築

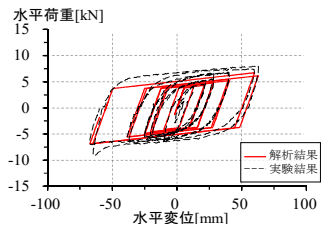


完全弾塑性モデル
（従来）



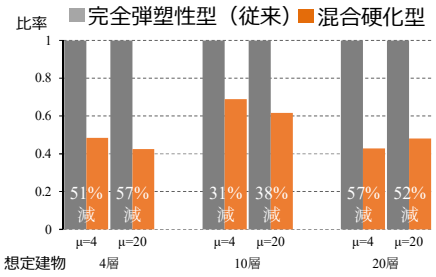
混合硬化モデル
（本設計法）

- 硬化の影響
- バウジンガー効果



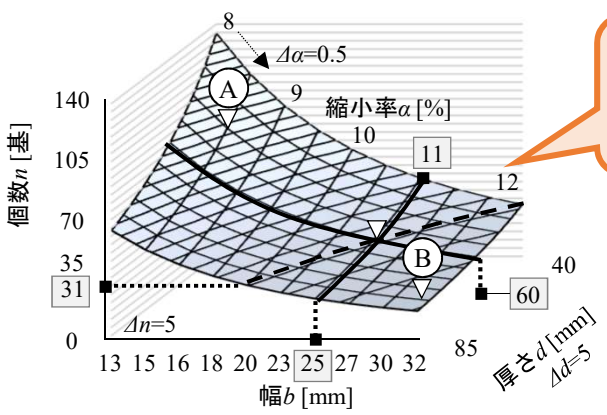
時刻歴応答解析より、設計法の精度検証を行い有効性を確認

経済的な設計において
本設計法は有効である



V. 設計感度解析

設計から算出された要求性能を満たす、SF形状は無数に存在する



勾配から、必要ダンパー量の増減とSFの寸法変化の関係を把握できる

感度解析を用いて詳細に検討

設計関数$G(\{x_i\})$と設計変数ベクトル$\{x_i\}$から感度係数$\partial G(\{x_i\})/\partial\{x_i\}$を算出

ex) 設計点A、設計点Bにおける感度係数はA=8，B=2となる

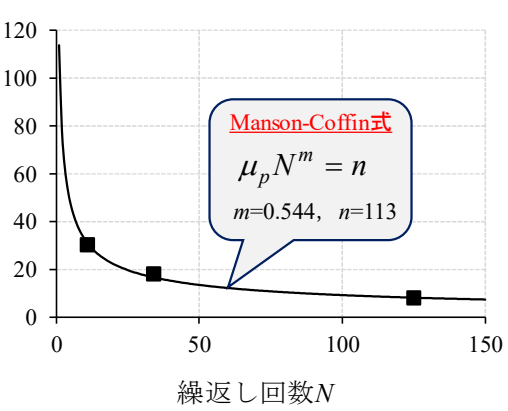
効率的にダンパー量を削減でき、SF形状の設計の助けとなる

VI. 耐久性の把握

疲労実験

耐疲労特性の解明のため、疲労試験を実施

■ 一定振幅載荷試験



■ ランダム振幅載荷試験

Miner則 $D = \Sigma \frac{1}{N}$

El Centro	JMA 神戸
1.03	1.07

1に近い値を示している

Manson-Coffin式とMiner測による疲労評価法の適用性を確認した

今後の展望 制振装置が損傷を判定し、知らせるシステムの実現