

スケーリング・フレーム構造の鉄骨構造物への適応性と制振効果に関する研究  
その5 既往研究の概要と今後の展望

正会員 ○呉 東航\*  
正会員 伊藤 拓海\*\*  
正会員 南雲 隆司\*\*\*

鉄骨造 制振 スケーリング・フレーム  
ハイブリット 小壁 袖壁

1. はじめに

筆者らは、スケーリング・フレーム構造の鉄骨構造物への適応性と制振効果に関して、一連の研究を行ってきた。

スケーリング・フレーム (Scaling Frame、SF と略す) 構造の原理に関しては、図 1 のように、柱梁フレーム芯に比例して縮小した (縮小率  $\alpha$ )、四隅剛接または一体成型した SF を、柱梁フレーム芯の対角線交点に置き、4本の斜材を用いて柱梁フレームの四隅と連結する構造である。柱梁フレーム芯に比例すること及び、対角線交点に置くことは、正負繰り返しの水平力を受けても形状が復元でき、安定した力学性能が発揮できると考えるためである (参考文献 2) その 1)。

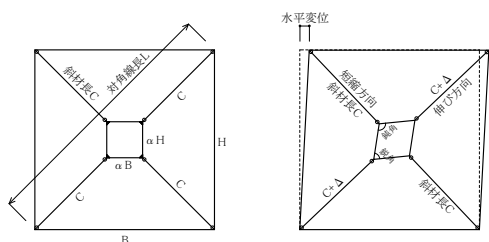


図 1 SF 構造と変形

研究の目的は、中小規模鉄骨造建築物に適用する、SF を用いた制振構造の開発に向けて、その性能確認及び設計・運用手法を確立することである。一連の実験及びその結果に対する分析と考察を通して、実用化に向けて理論構築とデータ蓄積を行う。

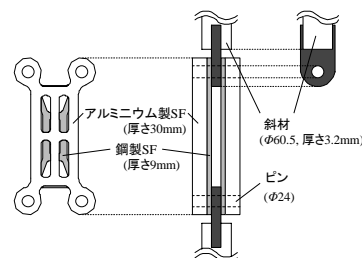
2. 今までの研究成果

参考文献 2) のシリーズでは、図 2 のような袖壁タイプのスケーリング・フレーム構造 (1/2 縮小モデル) に対する実験結果及び、耐荷機構と弾塑性挙動に関する考察を報告した。主な結論として、SF 有りの骨組試験体では、SF 無しの場合に比べ塑性吸収エネルギー量が平均でおよそ 1.6 倍となる。骨組全体の復元力は、骨組のせん断力と SF の水平成分の和で表される。

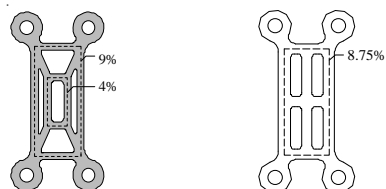


図 2 袖壁タイプのスケーリング・フレーム構造実験

参考文献 3) と 4) シリーズに関して、まず、その 1 では SF の要素実験を通して、参考文献 1) その 1 に提示した SF 構造の原理と基本理論を確認した。次に、その 2 では、SF 構造の復元力モデルの構築を試みた。また、その 3 ではアルミニウム製 SF に対して、力学特性と弾塑性挙動の検討を行った。さらに、その 4 では、鋼製 SF とアルミニウム製 SF を組み合わせたハイブリット型 SF (図 3) に対して検討を行った。材種及び形状が異なる SF の復元力特性を足し合わせることで、ハイブリット型 SF の復元力特性を表すことができるとの結論に至った。



複数の SF からなる構造



鋼製の字型 SF アルミニウム製の字型 SF

図 3 ハイブリット型 SF

3. ハイブリット型 SF の性質

SF の性質については、剛性が縮小率の 3 乗に反比例し、

耐力が縮小率に反比例すると、参考文献 2) その 1 にて述べた。つまり、小さいほど固くて強い。しかし、小さいほど変形も激しく、損傷や破断が起りやすい。このため、大小異なる SF の複合によって、剛性・耐力を確保しながら、変形能力の向上及び破断防止に有効となる。このような構造の評価に関して、図 4 に示された鋼製 SF (材質: SS400) に対して実験を行い、大小異なる SF の複合となる SF3 (回の字型) の性能は、分解した SF1 と SF2 の足しあわせとなることが証明できた。

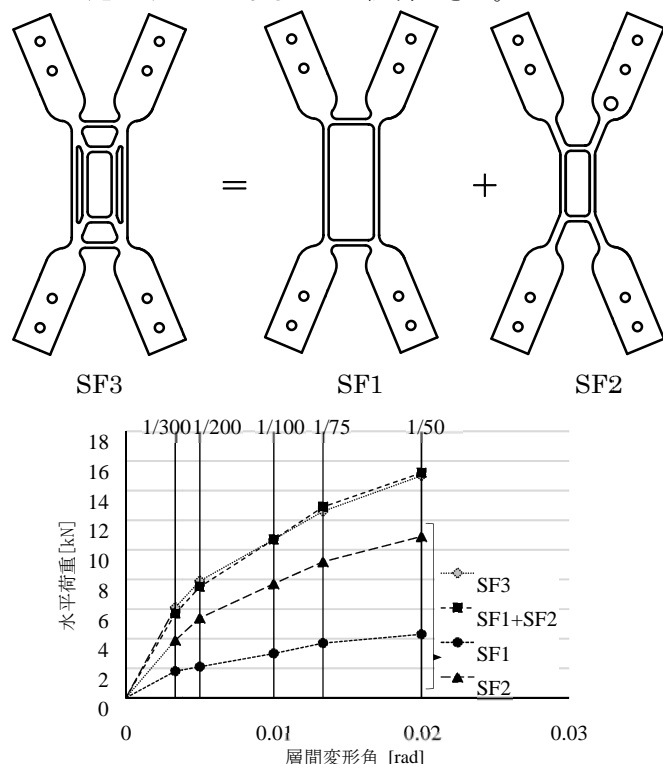


図 4 大小異なる SF の複合構造の性質

なお、複合には図 3 のアルミニウム製の字型 SF のような方式もある。詳細評価については、それぞれの厚みなどにより計算する必要があるが、四つ同じ縮小率の SF の複合として捉えることができ、同じ性質を有する構造と考えると良い。

材質に関して、アルミニウムは減衰性及び変形能力に優れた性質を持つ。図 5 は、縮小率 10% (5%×4) のアルミニウム製の字型 SF (材質: 1050) に対する要素実験の結果である。図より、履歴ダンパーとして優れた性状が示され、層間変形角 1/30rad を 5 ループ経験しても、荷重が徐々に低下するが、破断が発生せず、およそ性質が維持できている。但し、アルミニウムのヤング係数が鋼材の 1/3 程度なので、初期剛性を確保するためには、鋼材と複合して使うことが有効な手段だと考えられる。

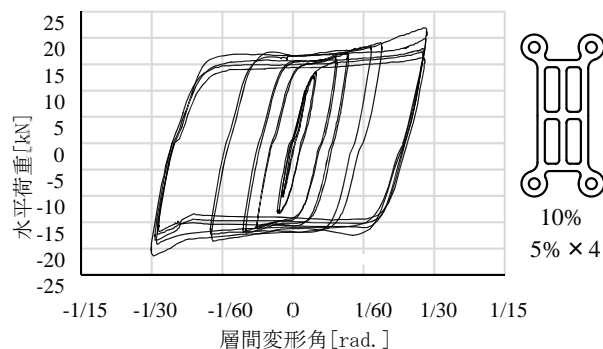


図 5 アルミニウム製の字型 SF の要素実験結果

#### 4. SF 構造の制振小壁

上述した SF デバイスまたはハイブリット型の SF デバイスは、小壁または袖壁の形で鉄骨造建築物に適用することができる。小壁または袖壁は配置容易で、建築空間に大きな支障が生じない。制振壁としては反力が比較的に小さいので、鉄骨の大梁に取り付けられても不利な影響が生じず、性能が発揮できると考えられる。袖壁に関しては、図 2 のように参考文献 2) シリーズからその適応性が報告されている。小壁としての性能及び配置ルールなどについてはこれからの課題として取り上げられている。

#### 5. 終わりに

SF 構造を鉄骨造建築物への運用に向けて、ハイブリット型、制振小壁を実用技術として可能性を考察し、以下の知見が得られた。

- ① 大小異なる SF の複合構造の性能は、それぞれの性能の足しあわせとすることができる。
- ② 減衰性及び変形能力が優れるアルミニウム製 SF と、初期剛性に優れる鋼製 SF との複合は、構造性能向上に有効である。
- ③ 小壁または袖壁の形での運用は可能である。

#### 参考文献

- 1) 呉東航編著:「よくわかる 住まいの耐震・制振工法」 住まいの学校 2012.12
- 2) 呉東航、ほか: 22594 「スケーリング・フレームを有する鉄骨骨組の終局耐震挙動と制振効果に関する研究 その 1~4」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 2014.9
- 3) 斎藤真美、ほか: スケーリング・フレーム構造の鉄骨構造物への適応性と制振効果に関する研究 (その 1) 関東支部研究報告集 I, pp529-532, 2014.2. (その 2) 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 2014.9
- 4) 阿津英明、ほか: スケーリング・フレーム構造の鉄骨構造物への適応性と制振効果に関する研究 (その 3) 関東支部研究報告集 I, pp525-528, 2015.3. 山口界堂, ほか (その 4), 関東支部研究報告集 I, pp.529-532, 2016.3

\*株式会社 呉建築事務所 代表・博士 (工学)

\*\*東京理科大学 准教授・博士 (工学)

\*\*\*ホリー株式会社 取締役開発本部長

\* President, WU Building Office Corporation, Dr.Eng.

\*\* Associate professor, Tokyo University of Science, Dr.Eng.

\*\*\*Development Division Director, Hory Corporation