

水道連結型スプリンクラーの耐震性能検証実験

○正会員 前田 崇統\*1, 同 長江 拓也\*2, 同 吉川 拳人\*2, 同 加藤 和生\*3, 同 福井 隆浩\*4, 同日高 和幸\*5  
同 桐山 義郎\*6, 同 中村 賢一\*7, 同 松宮 智央\*8, 同 岡崎 太郎\*9, 同 中澤 博志\*10, 同 梶原 浩一\*10

振動台実験, 青銅継手, ポリエチレン管, 固定金具, 角バー

1. はじめに

本研究では, 水道管システムを利用することで, 施工性, 経済性において適用性が高い水道連結型スプリンクラーの耐震性評価と向上を目的としている。平成 25 年に消防法施行令により規模に関わらず社会福祉施設へのスプリンクラーの設置が義務付けられた。この対応として, 既存施設の多くは水道連結型スプリンクラーを導入している。それらの敷設条件を模擬し, 地震時挙動を検証する大規模な振動台実験を実施したので報告する。提案の水道連結型スプリンクラーは, 水道管を延長した架橋ポリエチレン (PE) 管から青銅継手を介して天井下面に位置するスプリンクラー (SP) ヘッドまで水道水を供給する。実験には 13 mm の口径を使用した。吊り天井内の野縁受け材上に角バーが固定される実施工条件はモデル化した。

2. 振動台実験の条件と概要

試験棟を図 1 に示す。高さ 2.7 m, 幅 2.3 m (短辺), 長さ 5.6 m (長辺) のユニットハウス (鋼製骨組) を計 4 ユニット使用した 2 層建築が 2 棟準備された。2 階床には設計で想定する固定荷重に相当する鋼板錘が設置された。振動台平面 (15 m x 14.5 m) および試験棟の配置を図 2 に示す。本振動台は東西方向への 1 方向加振を実行するため, 同方向がユニットハウスの長辺方向となる試験棟と, 短辺方向となる試験棟が同時に実験された (E 棟と W 棟)。

図 3 に試験棟の全景を示す。試験棟の内部には変位計, 加速度計が設置された。また, モーションキャプチャ機により外部から全体変位が評価された。実験では JMA 神戸波が用いられた。骨組応答履歴では, E 棟, W 棟が同等の剛性を示した (図 4)。屋上床位置の加速度応答スペクトル (図 5) は, 振動台への入力波に対して, 両棟の固有周期である 0.5 秒付近で特に大きく増幅している。

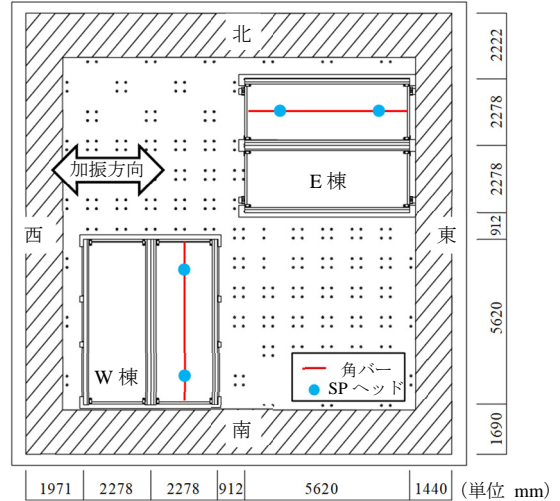


図 2 振動台平面および試験棟の配置

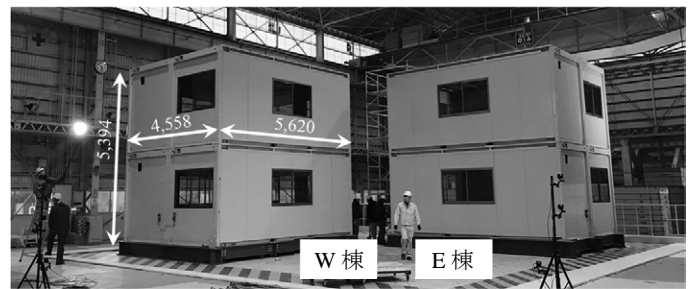


図 3 振動台上における試験棟の全景

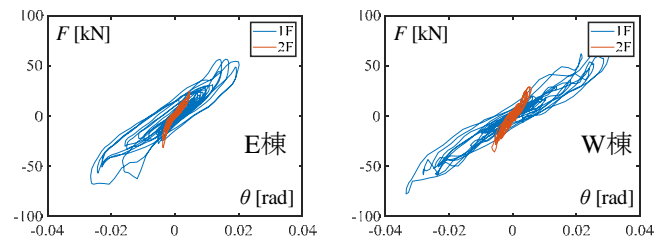


図 4 骨組の水平力-変位角関係 (JMA 神戸波 100% 加振)



図 1 実験用 2 層建築 (試験棟) の立面図 (単位 mm)

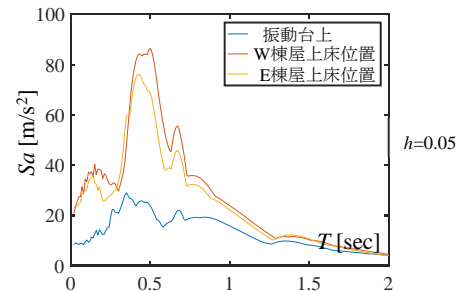


図 5 屋上床応答特性 (JMA 神戸波 100% 加振)

Seismic Performance Assessment Test for Aqueduct-Type Fire Sprinkler System

Takanori MAEDA, Takuya NAGAE, Kento YOSHIKAWA, Kazuo KATO, Takahiro FUKUI, Kazuyuki HIDAKA, Yoshiro KIRIYAMA, Kenichi NAKAMURA, Tomohiro MATSUMIYA, Taichiro OKAZAKI, Hiroshi NAKAZAWA, Koichi KAJIWARA

### 3. 水道連結型スプリンクラーの敷設条件と実験結果

図 6(a)に青銅継手（質量 350 g, 日本水道協会承認品）を示す。図 6(b)に本実験での敷設状況を示す。図 6(c)に青銅継手を鋼板製角バー（16 mm x 16 mm, 1.2 mm 厚）に固定する固定金具（固定時）を示す。固定金具は、蝶ボルトを締める付けることで、青銅継手の胴体部と角バーを同時に押さえ付ける設計となっており、施工時には手で締め付けたのちにペンチを使用して増し締めした。2 層目ユニットの屋上位置の床下面に設置した角バーの様子を床断面図に重ねて示す（図 6(d)）。床の短辺方向にチャンネル材（せい 84 mm 以上）が概ね 500 mm ピッチで配置されており（端部のみ約 340 mm）、その下面に角バーを溶接によって固定した。実験前にスプリンクラー管内を水で満たし、PE 管の末端部より加圧し、常時に対する設計の最大水準 1 MPa を与えた（図 7）。図 2 には、E 棟、W 棟の屋上床位置への角バーの設置位置と青銅継手位置を示している。いずれの棟においても、同様の屋上床位置への敷設条件であり、E 棟は角バーの軸方向に、一方、W 棟は角バーの直交方向に床応答の振動が加わる配置となる。

SP ヘッドの先端に小型高容量加速度計（無線式）を固定して加速度波形を記録した。JMA 神戸波の 50% 加振時と 100% 加振時の加速度記録波形を図 7 に示す。角バーの軸方向に振動が与えられる E 棟では、屋上床の波形と SP ヘッドの波形が一致した。すなわち、優れた固定性能を確認することができた。最大で  $2 \text{ m/s}^2$  (2 G) の水平加速度が加わった。この値は図 5 の周期 0 秒の値と整合する。一方、角バーの直交方向に振動が与えられる W 棟では、SP

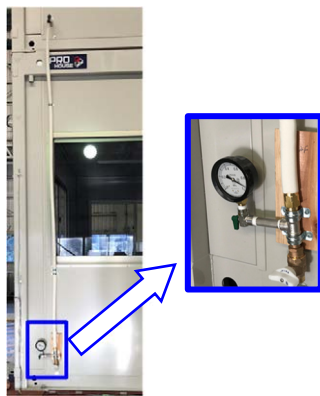


図 7 水圧管理状況

ヘッドの振幅が 2 倍程度に増大している。架橋 PE 管含め直交方向の振動特性に注意が必要である。いずれの場合も事後検証では、スプリンクラー管内の水圧 1 MPa は、すべての加振後に維持されていた。

### 4. おわりに

提案スプリンクラーは既存戸建て木造住宅まで含めると非常に広範な普及展開が見込まれ、都市火災の大幅な軽減の展望に基づき、本産官学連携活動を継続してゆく。

謝辞：総務省消防庁予防課 田中翔氏，祝迫一隆氏，秋山尚樹氏より，貴重なご助言を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

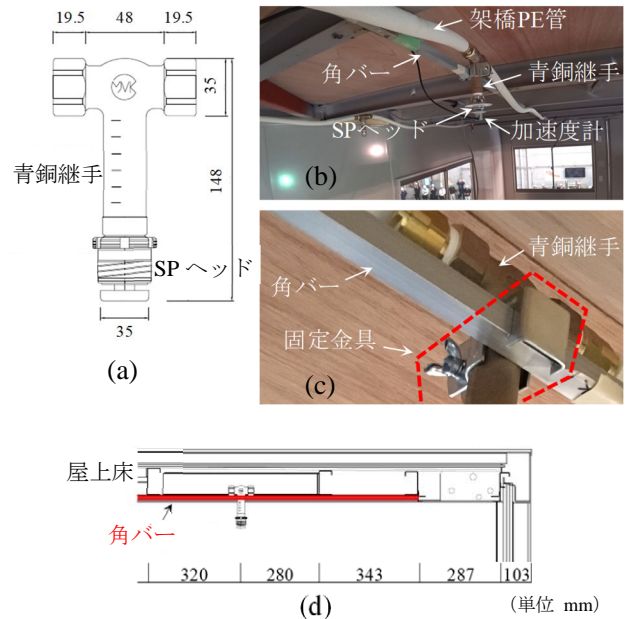


図 6 水道連結型スプリンクラーの敷設状況

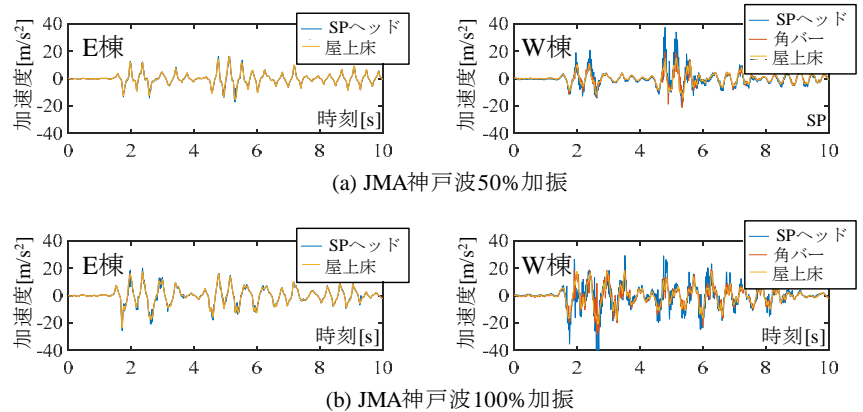


図 8 屋上とスプリンクラー (SP) ヘッドの加速度応答波形

- \*1 前田バルブ工業株式会社
- \*2 名古屋大学
- \*3 一般財団法人 消防防災科学センター
- \*4 不二サッシ株式会社
- \*5 文化シャッター株式会社
- \*6 株式会社 INVISIBLE design
- \*7 株式会社アドバンテスト
- \*8 近畿大学
- \*9 北海道大学
- \*10 国立研究開発法人 防災科学技術研究所

- MAEDA VALVE CO., LTD
- Nagoya University
- ISAFD
- FUJISASH CO., LTD.
- Bunka Shutter Co., Ltd
- INVISIBLE design inc.
- ADVANTEST CORPORATION
- Kindai University
- Hokkaido University
- NIED