

店舗建築物スプリンクラー設備の中地震地震動による振動実験

大阪谷 彰^{*1}

藤堂 正喜^{*1} 渡壁 守正^{*1}
 稲井 慎介^{*1} 桑 素彦^{*2}

概 要

前年度は高層事務所ビルを対象として、代表的なスプリンクラー設備が稀に起こる地震（中地震）後も、地震前と同等に機能を維持するために、スプリンクラー設備に必要な技術基準を検討するため、調査ならびに振動台実験による検証を行った。

今年度はその検討を踏まえ、店舗建築物を対象とした天井およびスプリンクラーに関する仕様調査結果に基づき、それらの設備の稀に起こる地震時の機能維持に必要な取り合い部分の構造方法などについて振動台実験により技術的な検討を行った。

限られた試験条件での結果ではあるが、大型ショッピングセンターなどの店舗に一般的に採用される仕様で施工された天井およびスプリンクラー設備については、中地震によって機能損失が起きる可能性は小さいことが示された。

Shaking Table Test of Shopping Building Sprinkler Systems on Level-1 scale Earthquake

Akira OHSAKAYA^{*1} Masanobu TOHDO^{*1}
 Morimasa WATAKABE^{*1} Shinsuke INAI^{*1}
 Motohiko KUWA^{*2}

In the previous year, to examine a technological standard necessary so that typical sprinkler equipment of high-rise building might maintain the function equal with before the earthquake after the level-1 scale earthquake that happened uncommonly was examined and verified by the investigation and the shaking table test.

At current year, the examination was based and a technical examination was done by the shaking table test about the method of the structure of the scramble part necessary for the functional maintenance at the level-1 scale earthquake based on the specification investigation result concerning the ceiling and the sprinkler intended for the shopping building.

It was shown that the possibility that the function loss occurs due to a level-1 scale earthquake was small about the ceiling and the sprinkler equipment constructed by the specification generally used for the shopping building such as the shopping center etc. though it was a result in the limited testing condition.

^{*1} 技術研究所 ^{*2} 建築設計統轄部 構造設計部

^{*1} Technical Research Institute ^{*2} Structural Design Department

店舗建築物スプリンクラー設備の中地震地震動による振動実験

大阪谷 彰^{*1} 藤堂 正喜^{*1}
 渡壁 守正^{*1} 稲井 慎介^{*1}
 桑 素彦^{*2}

1. はじめに

スプリンクラー設備にかかわる緩和規定としては、建築基準法施行令第112条においてスプリンクラー設備を有する室の床面積の1/2が防火区画の総面積に計算されないと規定されているが、稀に起こる地震後の機能維持にかかわる基準は明確になっておらず、これを明確にする必要がある。

前年度は高層事務所ビルを対象として、天井およびスプリンクラーに関する仕様調査結果に基づき、代表的なスプリンクラー設備が稀に起こる地震（中地震）後も、地震前と同等に機能を維持するために、スプリンクラー設備（天井などとの取り合いも含め）に必要な技術基準の検討を目的として、振動台実験による検証を行った。¹⁾

今年度はその検討を踏まえ、店舗建築物を対象とした天井およびスプリンクラーに関する仕様調査結果に基づき、それらの設備の稀に起こる地震時の機能維持に必要な取り合い部分の構造方法などについて振動台実験により技術的な検討を行った。

2. 実験における想定建物

本実験の対象として、郊外型の大型ショッピングセンター（6階建、1-3階商業施設、4-6階駐車場、以下SCと略記）を想定した。想定建物の概要は次のとおりである。建設場所については、既報¹⁾の想定建物の建設地とまったく同様の位置とした。

- ・ 建築規模：地上6階、地下なし
- ・ 構造種別：地上階S造（柱CFT造）
- ・ 構造形式：ブレース付ラーメン構造
- ・ 基礎構造：直接基礎
- ・ 基準階高：6.20m（店舗階）、3.80m（駐車場階）

なお、建物の構造性能は、建築基準法で定める許容応力度等計算における計算ルートにて構造性能を満たすレベルである。



写真-1 架台フレーム

3. 試験装置および試験体

3.1 振動台および架台フレーム

振動台は既報¹⁾と同じく、西松建設（株）所有の3次元大型振動台を使用した。

試験体を設置するための架台フレームは、剛性を高めるため全構面にブレースを設けた（写真-1）。試験体は上水平フレームに設けたC型チャンネル鋼材（C200×75×25×3.2）を介して、ボルト吊りで取り付けている。なお、架台フレームの固有振動数は、特性把握実験結果などから、X軸方向（弱軸）：約8Hz、Y軸方向（強軸）：約13Hz、Z軸方向：約16Hzを得た。

3.2 天井試験体

天井の形式は大型SCで一般的に採用されている19形の鋼製下地在来工法天井とした。本工法の鋼製下地の概要を図-1に、鋼製下地配置を図-2に示す。

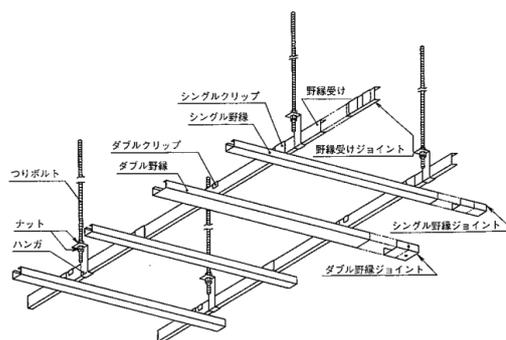
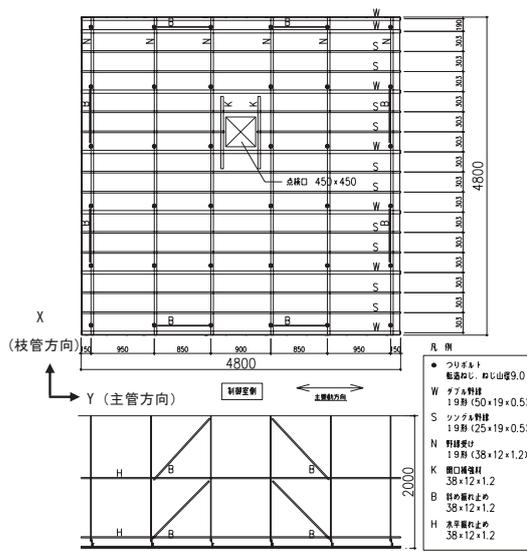


図-1 天井鋼製下地概要



注) 部材寸法は JIS A 6517 における値を示している。

図-2 天井鋼製下地配置

^{*1} 技術研究所 ^{*2} 建築設計統轄部 構造設計部

試験体の天井外周サイズは、4800mm × 4800mm であり、実験における天井四周の扱いは、既報¹⁾と同様に、自由に振動できることとし、固定はしていない。斜め振れ止めについては公共建築工事標準仕様書²⁾に示されている程度の量を2段に配置している。斜め振れ止めの配置については、実験時の点検、補修などの作業性を勘案し、最も際の吊りボルト構面の各方向に設けることとした。大型SCでは、空調ダクトが大型化し、大梁下部に配置されることが多く、天井ふところ寸法が大きくなる傾向があることから、試験体の天井吊り長さは2.0mとした。仕上げボード仕様は厚さ12.5mmのせっこうボード1枚張り（鋼製下地に直張り）とした。

各部材接合は、[吊りボルト-野縁受け]はハンガ、[野縁受け-野縁]はクリップであり、これらの部材についても大型SCに一般的に採用される仕様としている。ブレース接合については、ブレース上部は無溶接金物を用い、ブレース下部は水平振れ止めまたは野縁受けにビス止めとした（写真-2）。せっこうボードと鋼製下地との接合はビス止めである。

3.3 スプリンクラー設備試験体

スプリンクラー設備概観を写真-3に、同施工図を図-3に示す。

(1) 横引き主管と振れ止め

大梁下に主ダクトがあるとし、横引き主管は梁貫通を想定して上階スラブ下端から350mmの位置に2本（主管A：フレキ管用および主管B：在来実管巻き出し用）およびダクト下設置を想定して1,700mmの位置に1本（主管C：フレキ管用）設置する。

横引き主管の配管径は、地震時に弱いと思われる先端部を想定して50Aとした。図-3中のD部分の振れ止めは型鋼ではなく、ボルトを用いて配管垂直方向の振れを防止している（写真-4）。現実には縦管によ

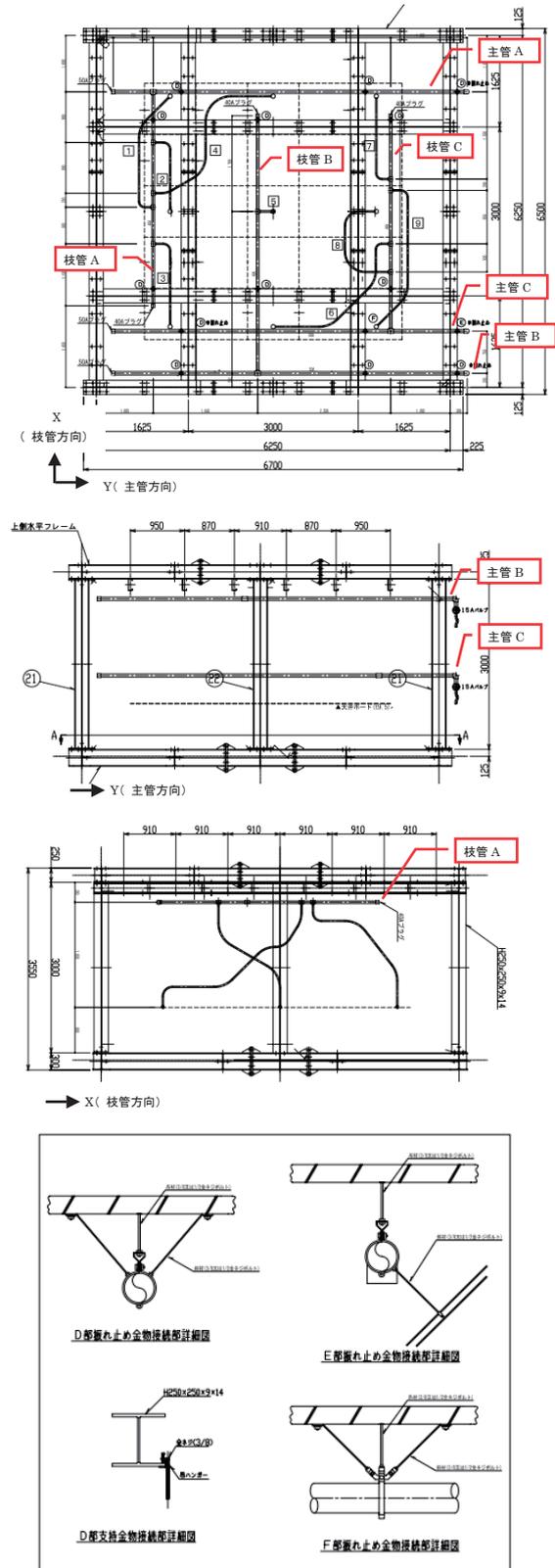


図-3 スプリンクラー設備施工図



写真-2 鋼製下地接合部（斜め振れ止め）

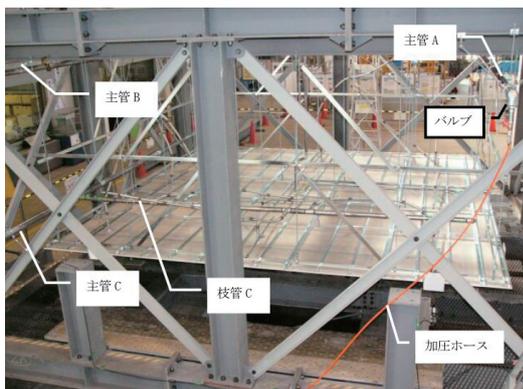


写真-3 スプリンクラー設備概観



写真-4 D部振れ止め金物および支持部材

て配管方向の振れも抑制されるため、吊長さ 1,700mm の横引き主管 C に対しては振動を再現できる程度に図-3中の E および F 部分に振れ止めを追加している。(写真-5)



写真-5 E部、F部振れ止め金物

(2) 巻き出し配管

3本の横引き主管からスプリンクラー個数に応じた配管径の横引き枝管を同じ高さで取り出し、巻き出し配管部分を在来実管およびフレキ管にて施工した。フレキ管は表-1に示す様に、その長さ、余長（継手長さを実長さとの比）、フレキ管の振れ止め（天井吊りボルトより樹脂クリップで固定）の有無をパラメータとした。

(3) スプリンクラーヘッド

店舗に多く用いられているフラッシュ型を消防法の規定配置より狭い間隔で9個配置し、野縁受けに角パイプおよび固定金具で固定し、すべてシーリングプレートを取り付けた。

その他、空気加圧装置にはエアコンプレッサを用い、コンプレッサホースにて各横引き主管に加圧空気を送付した。配管およびフレキ管内の水重量については既報¹⁾と同様に鉛シートを巻き付け再現している。

4. 実験入力応答波の作成と実験ケース

4.1 入力応答波の作成

実験における3方向の入力応答波は地震応答解析に

より求めた。想定した中地震時の入力地震動（告示波）および地震応答解析の方法は既報¹⁾に準じている。

モデル建物の固有周期を表-2に示す。解析の結果、水平動、直交動および上下動とも想定建物の店舗階のうち4階床レベルにおける応答がおおむね各周期帯にわたり最大となることから、4階床レベル（3階天井の吊りもとレベル）の応答結果を実験入力加振波として採用した。図-4に実験入力加振波の応答スペクトル（ $h=0.05$ ）を示す。

モデル建物は実務上は地震応答解析を必要としない規模のため、建築基準法施行令第88条（ベースシア係数0.2）に基づいた静的解析結果との層間変形角の当該階における比較を表-3に示す。

4.2 実験ケース

本実験の実験ケース（全18ケース、欠番あり）を表-4に示す。本実験では目標波である4階床応答波を架台フレームの吊りもとで再現しているが、その揺れの強さを評価するために加振レベルの計測震度換算を1つの指標とした。その結果を表-4に示す。例えば、加振番号18神戸位相波100%については、目標波の計測震度換算5.13に対して吊りもとでは5.09となっており、目標波と同等の揺れの強さであったことが確認できる。

なお、天井およびスプリンクラー試験体に関し、実験に応じ、以下の仕様変更を行っている。

- ・加振番号27、29：フレキ管の振れ止め樹脂クリップ取り外し（写真-6）
- ・加振番号28、29：通常工具締めのスプリンクラー固定金具の蝶ネジを一度緩め、人力にて再締め付け
- ・加振番号33、34、35、37、38：天井の下段斜め振れ止め取り外し

表-1 巻き出し配管パラメータ

主管名称	枝管名称	主管吊り長さ (mm)	巻き出し配管種類	巻き出し配管施工図番号	SPヘッド番号	フレキ管長さ (m)	余長 (フレキ長/実長)	フレキ管振れ止め	備考
A	A	350	フレキ管	1	1	3.1	1.15	なし	
				2	2	3.1	1.37	あり	
				3	3	2.1	1.2	なし	実管立ち下げ1m
				4	4	3.7	1.14	あり	
B	B	350	在来実管	5	5	-	-	-	
C	C	1,700	フレキ管	6	6	3.7	1.43	あり	
				7	7	2.1	1.31	なし	
				8	8	3.1	2.58	なし	
				9	9	3.1	1.19	あり	

表-2 モデル建物固有周期 (単位:sec)

	1次	2次	3次
水平方向	1.071	0.372	0.255
上下方向	0.138	0.126	0.125

表-3 静的解析との比較

階	動的解析 (八戸位相)	動的解析 (神戸位相)	静的解析 (Ai分布)	静的/動的
4	1/554	1/594	1/320	1.73

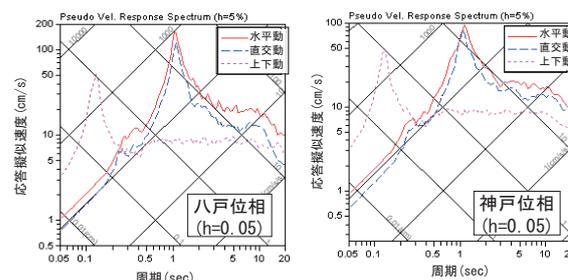


図-4 実験入力応答波の応答スペクトル

表-4 実験ケースおよびスプリンクラー設備機能維持確認結果一覧

加振番号	加振波	加振レベル	加振レベルの計測震度換算		実験条件	試験体損傷等	配管 A 系統 圧力 kPa		配管 B 系統 圧力 kPa		配管 C 系統 圧力 kPa	
			加振	目標			加振前	15分後	加振前	15分後	加振前	15分後
16	神戸位相波	50%	4.47	4.53			307	307	308	308	305	306
17	八戸位相波	50%	4.57	4.57			308	309	309	310	307	307
18	神戸位相波	100%	5.09	5.13			309	309	310	311	308	308
19	八戸位相波	100%	5.19	5.17			310	310	311	311	308	308
21	神戸位相波	173%	5.58	5.61		天井斜め振れ止め一部ねじれ	310	310	311	311	308	308
23	八戸位相波	173%	5.63	5.64			310	311	311	311	308	308
25	神戸位相波	100%	5.09	5.13	主要動、直交動入替		302	303	303	305	302	303
26	八戸位相波	100%	5.19	5.17	主要動、直交動入替		303	304	305	306	303	303
27	八戸位相波	100%	5.19	5.17	フレキ管振れ止め外す		304	305	306	307	303	304
28	八戸位相波	100%	5.19	5.17	蝶ネジ緩め、フレキ管振れ止め戻す		305	305	307	308	304	305
29	八戸位相波	100%	5.19	5.17	蝶ネジ緩め、フレキ管振れ止め外す		306	307	309	310	305	306
30	神戸位相波	300%	6.08	6.09	蝶ネジ戻す、フレキ管振れ止め戻す		307	307	310	310	306	306
31	八戸位相波	200%	5.79	5.77			307	307	310	311	306	307
33	神戸位相波	25%	3.85	3.93	以降下段天井斜め振れ止め外し		-	-	-	-	-	-
34	神戸位相波	50%	4.47	4.53		SPヘッド5シーリングプレート下方ずれ	308	308	311	312	307	307
35	八戸位相波	50%	4.57	4.57			308	309	312	312	307	308
37	神戸位相波	100%	5.09	5.13		SPヘッド5シーリングプレート落下	309	309	312	312	308	308
38	神戸位相波	300%	6.08	6.09		SPヘッド5 損傷、SPヘッド9 飛出野縁受けねじれ、野縁受けWクリップずれ	309	309	312	312	308	308



写真-6 振れ止め樹脂クリップ取り外し

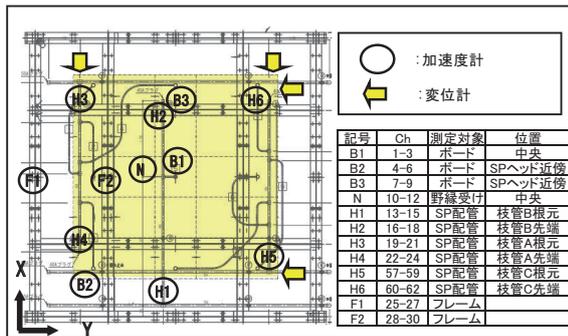


図-5-1 計測箇所 (加速度、変位)

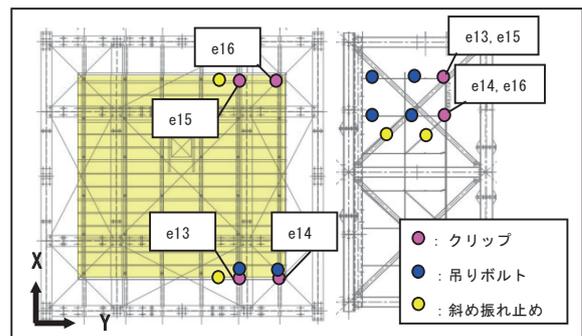


図-5-2 計測箇所 (ひずみ)

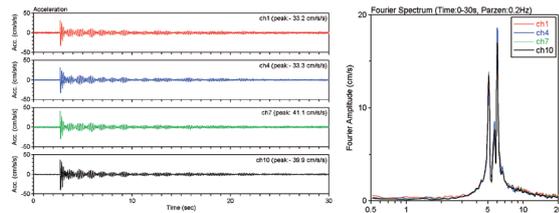


図-6-1 天井ボードと野縁受け 自由振動 X方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

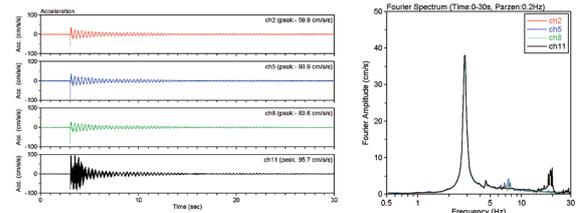


図-6-2 天井ボードと野縁受け 自由振動 Y方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

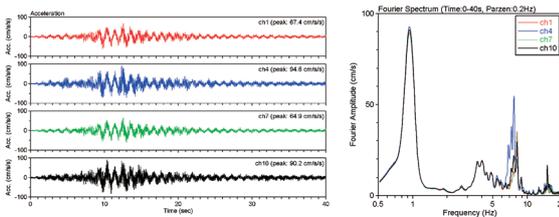


図-7-1 天井ボードと野縁受け 加振番号 18
X方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

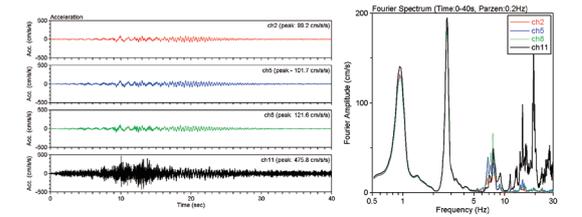


図-7-2 天井ボードと野縁受け 加振番号 18
Y方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

5. 振動性状計測

5.1 計測方法

振動性状については、図-5-1~5-2に示すように、天井（ボード、野縁受け）加速度、スプリンクラー配管加速度（枝管のみ）、フレーム加速度、天井変位、天井クリップひずみ、天井斜め振れ止めひずみ、およびつりボルトひずみを測定した。以下、結果は一部のみ掲載する。

5.2 自由振動実験

試験体の基本的な振動特性を把握するため、加振前に天井端部を直接人力で押すパルス応答で自由振動実験を行った。加力は応答波加振に先立って X 方向（枝管方向）、Y 方向（主管方向）ごとに行った。

天井ボードと野縁受けに設置した加速度計で計測された自由振動結果を、X 方向（図-6-1）および Y 方向（図-6-2）に示す。図より計測点の差異はほとんどなく、天井ボードと野縁受けが一体となって天井全体が挙動しており、その固有振動数は、X 方向 6.0Hz、Y 方向 2.8Hz と確認できた。

5.3 中地震動応答波加振時の挙動

加振レベル 100% である中地震動応答波加振時（加振番号 18）の試験体挙動を計測データおよび動画によ

り確認し、その結果について部材ごとに述べる。

(1) 天井、野縁受け

図-7-1~7-2に、天井ボードおよび野縁受け中央の加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトルを示す。Y 方向のフーリエスペクトル図より自由振動で得られた水平方向の固有振動数 2.8Hz 付近にピークが確認できる。計測位置（天井中央および SP ヘッド付近）による差異はほとんどないため、中地震動応答波加振では天井全体が一体となって挙動していたと考えられる。

(2) 枝管 B（在来実管巻き出し用枝管）

図-8-1~8-3に枝管 B の加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトルを X, Y, Z 方向ごとに示す。X 方向は枝管方向であるが、根元と先端ではピーク振動数に差異がないことが確認できる。Y 方向は枝管と直交する方向であるが、高振動数帯域で先端での増幅が確認できる。一方、Z 方向は逆に先端より根元での増幅が確認できる。

(3) 枝管 A（フレキ管用枝管）

図-9-1~9-3に枝管 A の加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトルを X, Y, Z 方向ごとに示す。X 方向は、枝管 B と同様に根元と先端ではピーク振

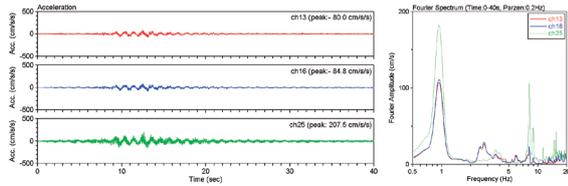


図-8-1 枝管 B 加振番号 18 X 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

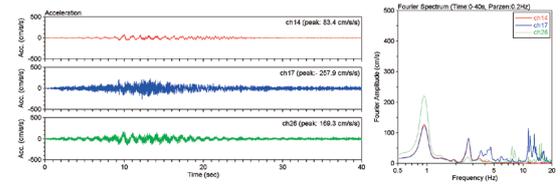


図-8-2 枝管 B 加振番号 18 Y 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

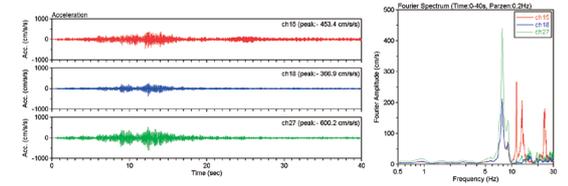


図-8-3 枝管 B 加振番号 18 Z 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

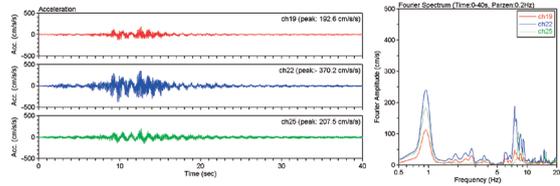


図-9-1 枝管 A 加振番号 18 X 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

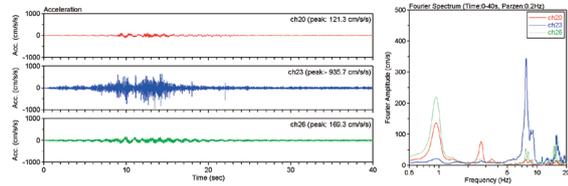


図-9-2 枝管 A 加振番号 18 Y 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

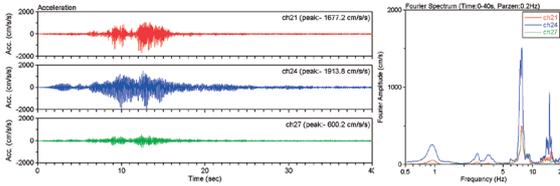


図-9-3 枝管 A 加振番号 18 Z 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

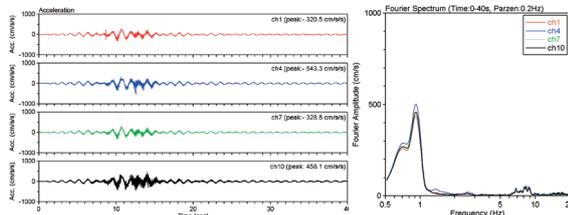


図-10-1 天井ボードと野縁受け 加振番号 38
X 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

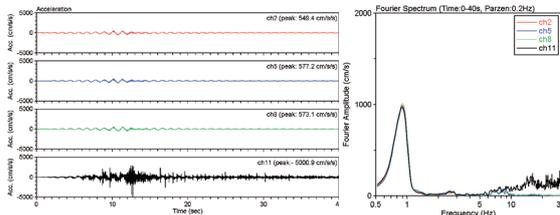


図-10-2 天井ボードと野縁受け 加振番号 38
Y 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

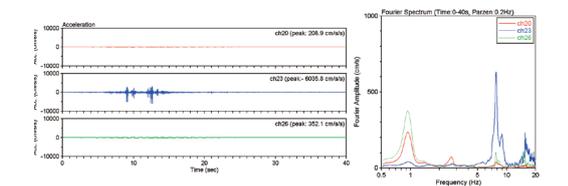


図-11 枝管 A 加振番号 38 Y 方向
加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトル

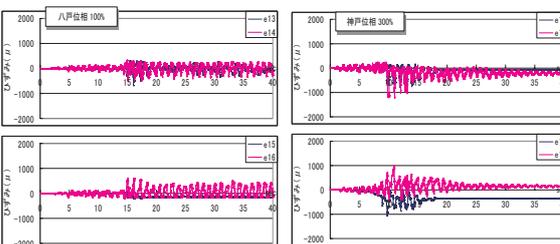


図-12 クリップひずみの時刻歴

動数に差異がないことが確認できる。Y 方向および Z 方向は、高振動数帯域で先端での増幅が確認できる。

5.4 中地震以上の応答波加振時の挙動

加振番号 33～38 では、上下 2 段に設置している斜め振れ止めのうち下段の斜め振れ止めをすべて取り除き、加振番号 38 では加振レベル 300% の加振を行った。この加振で野縁受けの W クリップが一部横にずれた(写真-7)が、野縁受け中央の加速度は 5G を超えていることが確認できる(図-10-1～10-2)。枝

管では、枝管 A の Y 方向が約 6G で最大の加速度となった(図-11)。

5.5 クリップのひずみ

図-12 に斜め振れ止め近傍のクリップひずみ (e-14, e-16) と斜め振れ止めなし部のクリップひずみ (e-13, e-15) の比較を示す。中地震相当レベルの加振では、両者に大きな違いはみられなかった。また、加振レベル 300% の加振においても、加振初期に 0 位置からのずれはみられるものの、最大値に有意

な差はみられなかった。

一般に、斜め振れ止め近傍のクリップが、斜め振れ止めがない部分のクリップよりも大きな力を負担すると考えられるが、本実験結果ではその差がそれほど明確にはみられなかった。この原因の一つとして、加振初期段階からクリップが滑っていることが考えられる。

5.6 モーションキャプチャによる計測

試験体の加振時の挙動を光学式モーションキャプチャで計測するために、配管および天井材にマーカーを設置した。配管については枝管 A 系統を計測対象として、最大で、枝管 A に 2 ヶ所、フレキ管 3 の立ち下げ先端に 1 ヶ所、フレキ管 1、2 に各 1 ヶ所、フレキ管 3、4 に各 2 ヶ所、天井の鋼製下地材に 6 ヶ所、天井面に 2 ヶ所、架台フレームに 1 ヶ所、マーカーを適宜設置した。(写真-8)

スプリンクラーヘッドおよびフレキ管について生じている状態を、中地震以上の応答波加振時のモーションキャプチャによる計測結果から数値的に確認した。その結果、天井面は枝管 A に対して最大で、X 方向は 25cm、Y 方向は 35cm、Z 方向は上方に 8cm 程度 (3 成分の合成は 43cm) 変動しており、フレキ管はフレキ管 4 の中程のマーカー箇所において瞬間的に 15G 程度の加速度が生じていることを、それぞれ確認した。



写真-7 Wクリップが横にずれたW野縁



写真-8 モーションキャプチャマーカー設置状況 (○部)

6. スプリンクラー機能維持確認

6.1 確認方法

地震時機能維持に関し、①目視チェック、②スプリンクラー配管空気漏れチェックについては既報と同様な手法を用い、③圧力変動監視については、デジタル圧力計 ((株) ハジメ HWR-701) にて連続的に 15 分間監視・記録した。

また、試験体の振動の様子、スプリンクラー配管の機能維持確認状況などを記録するために、計 8 台のビデオカメラで全実験の加振状況および機能維持確認状況を撮影した。

6.2 確認結果

確認結果を表-4に示す。

(1) 天井およびスプリンクラー設備の目視チェック結果

天井の損傷箇所を図-13-1に、スプリンクラー設備の損傷箇所を図-13-2に、その状況を写真-9-1~9-8に示す。

- ・加振番号 21 の加振後、上部天井斜め振れ止めの一部ねじれがみられた。(写真-9-1)
- ・加振番号 34 の加振後、在来実管巻き出し方式スプリンクラーヘッド 5 のシーリングプレートが 3mm 程度下方にずれたので、再取り付けした。(写真-9-2)
- ・加振番号 37 の加振中、同上シーリングプレートが落下した。(写真-9-3)
- ・加振番号 38 の加振中、野縁受けの一部がひずんだ。(写真-9-4)
- ・加振番号 38 の加振中、天井コーナー部の W 野縁受け W クリップが横にずれた。(天井が枝管負方向に移動、写真-7)
- ・加振番号 38 の加振中、在来実管巻き出し方式ス

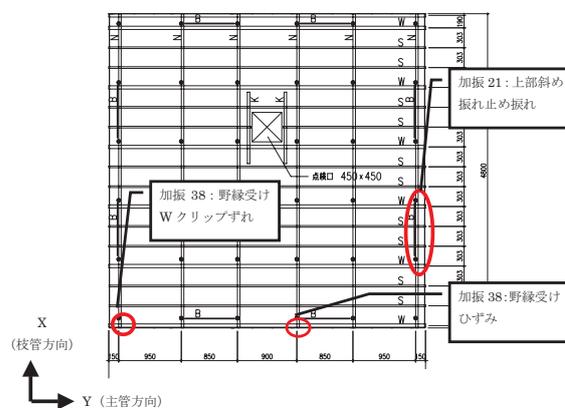


図-13-1 天井損傷箇所

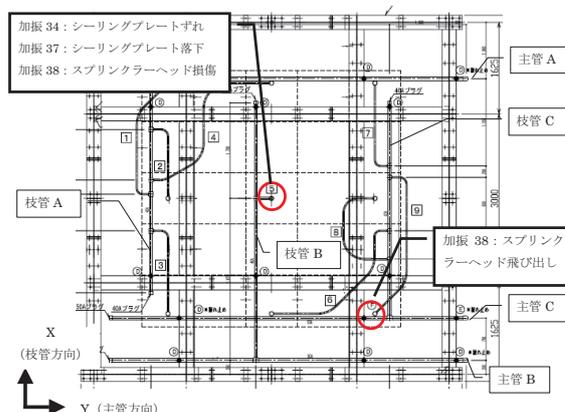


図-13-2 スプリンクラー設備損傷箇所



写真-9-1
天井斜め振れ止め
ねじれ (加振番号 21)



写真-9-2
シーリングプレート
下方ずれ SP5 (加振番号
34)



写真-9-3
シーリングプレート
落下 SP ヘッド 5 (加振
番号 37)



写真-9-4
ねじれた野縁受け
(加振番号 38)



写真-9-5
感熱板が変形した SP
ヘッド 5 (加振番号 38)



写真-9-6
同左天井側
(加振番号 38)



写真-9-7
感熱板が変形した SP
ヘッド 5 (取外し後)



写真-9-8
飛び出した SP
ヘッド 9 (加振番号 38)

スプリンクラーヘッド5が天井ボードと激しく擦れ、スプリンクラーヘッドの感熱板が大きく変形した。(写真-9-5~9-7)

・加振番号38の加振中、フレキ管9につながるスプリンクラーヘッド9がボードから飛び出した。シーリングプレート落下やスプリンクラーヘッド変形には至らなかった。(写真-9-8)

これらの全加振実験を通じ、天井部材の一部に若干のねじれ・ずれなどがみられたものの、ボードも含め、破損・落下などには至っていない。

(2) 圧力変動監視

加振前と加振15分後を比較すると、温度上昇に起

因する若干の圧力上昇がみられるものの、全加振実験を通じ、圧力が下がることはなかった。(表-4)

(3) スプリンクラー配管空気漏れチェック

全加振実験を通じ、スプリンクラー配管空気漏れは確認できなかった。

(4) まとめ

中地震規模の加振においては、通常の施工とは異なる施工を仮定し、フレキ管の振れ止め樹脂クリップのない状態、さらに通常工具締めされるスプリンクラー固定金具の蝶ネジを人力で締めつけた状態も再現したが、加振後スプリンクラー設備の損傷はみられず、また圧力低下もみられなかった。

限られた試験条件での結果ではあるが、ショッピングセンターなどの店舗に一般的に用いられる仕様で施工された天井およびスプリンクラー設備については、中地震によって機能損失が起きる可能性は小さいと思われる。

天井の下端斜め振れ止めを外した場合には、在来巻き出し配管に接続したスプリンクラーヘッド5のシーリングプレートが中地震の50%の加振で下方にずれ、100%の加振で落下した。シーリングプレートの落下そのものはスプリンクラーの機能に影響を与えるものではないが、それだけ天井ボードとスプリンクラーヘッドとが異なる動きをした結果であり、場合によってはヘッドに損傷を与えかねない。天井が通常よりも揺れやすい場合には、中地震規模でも注意が必要であると思われる。

一方でこの段階では、フレキ管に接続したスプリンクラーヘッドはシーリングプレートも含め、一切影響を受けておらず、フレキ管の地震に対する優位性が示されたと思われる。

さらに、レベル1地震に対する応答の3倍程度の応答を与えた場合には、在来巻き出し配管に接続したスプリンクラーヘッド5が天井ボードと激しく擦れ、スプリンクラーヘッド5の感熱板が大きく変形し、また、フレキ管9につながるスプリンクラーヘッド9がボードから飛び出した。フレキ管につながる8個のスプリンクラーヘッドのうち、このスプリンクラーヘッドだけが飛び出した理由は、天井の変形にも起因するものと思われ、そのフレキ管の長さ、余長および振れ止めの有無だけでは説明ができず、この点に関しては更なる検討が必要である。ただし、フレキ管につながるスプリンクラーヘッドの軽度な損傷が8個のうちの一つに留まったことから、やはりフレキ管は在来実管巻き出しに比べて地震に対して優位であると判断できる。

7. おわりに

標準的な在来天井とスプリンクラー設備を備えた実大試験体および3次元大型振動台を用いて、店舗建築物の応答を模擬した振動実験を行った。その結果、大規模店舗空間に一般的に用いられる仕様で施工された天井およびスプリンクラー設備については、中地震によって機能損失が起きる可能性が小さいことが分かった。

謝辞

本研究は（独）建築研究所、戸田建設（株）、西松建設（株）および（財）日本建築センターの共同研究として、平成 21 年度国土交通省建築基準整備促進補助金事業により実施したもの³⁾である。記して、関係各位に心より感謝申し上げます。また圧力測定に関しては、（株）ハジメに協力頂いた。

参考文献

- 1) 大阪谷他：「高層建物スプリンクラー設備の中地震振動実験」戸田建設技術研究報告 vol.352009
- 2) 国土交通大臣官房官庁営繕部監修 公共建築工事標準仕様書（建築工事編）平成 19 年版
- 3) 桑、大阪谷他：「店舗建築物スプリンクラー設備の中地震振動による振動実験第 1 報～第 2 報」日本建築学会 2010 年度大会学術講演梗概集