

5) - 2 構造躯体の特性を考慮した天井等の非構造部材の設計用地震力に関する研究【基盤】

Study on Seismic Forces on Non-structural Components Considering Properties and Behavior of Structural Frames

(研究期間 平成 26~27 年度)

建築生産研究グループ
Dept. of Production Engineering

石原直
ISHIHARA Tadashi

In this study, seismic forces on non-structural components and systems (NSCS), e.g. ceilings, partition walls, etc., are examined considering properties and behavior of structural frames. This study is composed of three items: (1) Seismic forces on NSCS in buildings with structural irregularity, (2) Practical measures to prevent earthquake damages in large-scale partition walls, and (3) Seismic forces on NSCS under large earthquake excitation accompanied by inelastic behavior of structural frames. The results obtained in this study are expected to contribute to decreasing earthquake damages in NSCS.

[研究目的及び経過]

東日本大震災での被害を踏まえ、天井については技術基準が公布・施行された。その解説¹⁾によると整形な建築物を前提に中地震動に対応する地震力が示された。また大規模な間仕切壁の被害について地震観測や実験を実施したが実務的な対策が今後の課題であった。

本研究では非構造部材を対象として、不整形性や塑性化等の構造躯体の特性を考慮した設計用地震力を検討することを目的とする。本研究の成果は非構造部材の地震時被害の減少ひいては安全・安心な室内空間の普及に寄与する。

[研究内容]

本研究では大きく 3 つの項目に分けて検討を行った。以下に各項目での研究内容の概要を示す。

[1] 不整形な構造躯体に適用すべき設計用地震力の検討

不整形な構造躯体の例として、低層部に拡がりのあるタワー型（墓石型）建築物を想定したモデルを対象としてその振動特性に対応した天井の地震力（床応答スペクトル）を検討した（図 1）。

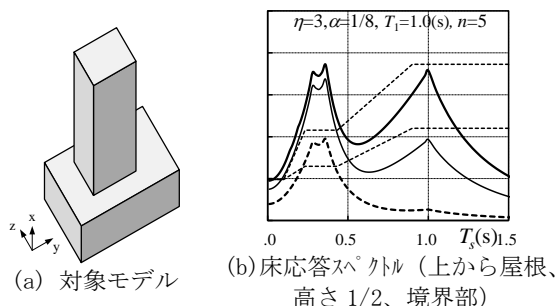


図 1 タワー型（墓石型）建築物での天井の地震力（床応答スペクトル）の検討

[2] 大規模な間仕切壁に適用すべき実務的な対策の検討

過去に実施した振動台実験（写真 1）や地震観測のデータ分析等を行った上で、地震被害抑制のための実務的な対策を検討した。

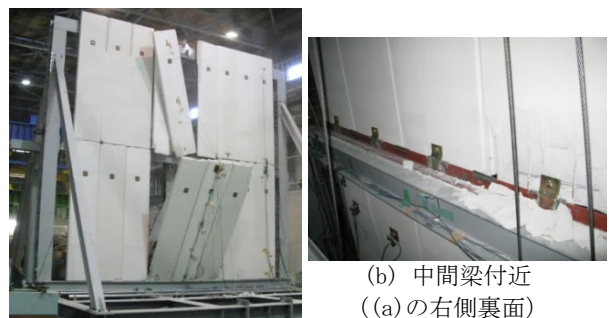


写真 1 実験での破壊状況の例

[3] 構造躯体の塑性化を考慮した設計用地震力の検討

地震力設定のための近似式や枠組みを検討し、構造躯体が塑性化するような大きな地震動下での床応答スペクトルの近似評価法を検討した。

また建築学会の指針²⁾にある加速度（慣性力）の評価式について再検討し、課題を整理するとともに、新たな評価式を検討した。

[研究結果]

[1] 不整形な構造躯体に適用すべき設計用地震力の検討

整形な場合に比べ短周期領域で地震力が大きくなる場合があることを明らかにし、面積比が 1/2 程度以上の場合には特定天井の基準の略算も概ね適用可能であることを示した。成果は地震工学会年次大会で公表した³⁾。

[2]大規模な間仕切壁に適用すべき実務的な対策の検討

応答倍率の抑制には 2 次部材である中間梁を横使いとすることで、脱落防止には高荷重タイプの埋設アンカーを採用することがそれぞれ有効であること等を明らかにし、日本建築学会大会等で公表した⁴⁾。

また、間仕切壁の振動数に着目して中間梁や間柱に関する部材断面の選定方法を検討し、実務的な対策として階高やスパンから部材選定が容易に行えるようにした(図 2、表 1)。

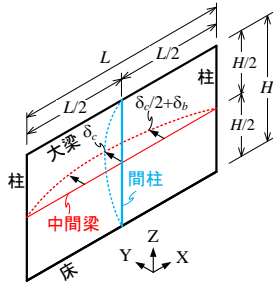


図 2 中間梁と間柱のたわみ

表 1 部材断面の選定表の例

(間柱。部材が適用可能なスパンを示す。)

f(Hz)	t(m)	H(m)				
5.0	0.1	6	8	10	12	
間柱の断面	Ix(cm ⁴)	mc (kg/m)	L(m)			
H-194x150x6x9	2630	29.9	9.61	2.52	0.58	-
H-200x200x8x12	4720	49.9	17.34	4.61	1.13	-
H-250x125x6x9	3960	29.0	14.88	4.20	1.28	0.23
H-244x175x7x11	6040	43.6	22.71	6.42	1.97	0.37
H-250x250x9x14	10700	71.8	40.37	11.52	3.63	0.80
H-298x149x5.5x8	6320	32.0	24.11	7.07	2.41	0.74
H-300x150x6.5x9	7210	36.7	27.50	8.06	2.75	0.84
H-294x200x8x12	11100	55.8	42.36	12.42	4.24	1.31
H-300x300x10x15	20200	93.0	77.31	22.83	7.94	2.60
H-400x200x8x13	23500	65.4	91.03	27.66	10.34	4.12
H-400x400x13x21	66600	172.0	258.33	78.72	29.64	12.01

[3]構造躯体の塑性化を考慮した設計用地震力の検討

数値解析に基づいて近似式や枠組みを検討し、成分への分解や合成という操作が近似的に可能となることを明らかにした。また観測地震動のほかに模擬地震動による検討を加え、大地震動に対する床応答スペクトルの近似評価法を構築した(図 3)。成果の一部は地震工学会年次大会にて発表した⁵⁾。

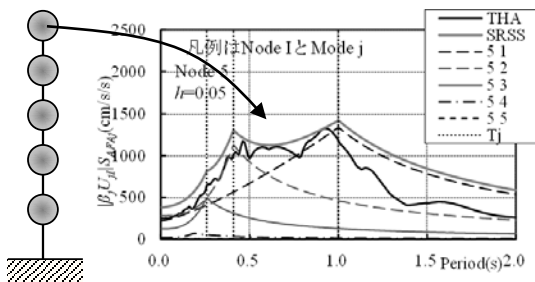


図 3 床応答スペクトルの精算 (THA) と近似評価 (SRSS) の比較

また、建築学会の指針の加速度評価式に関して問題点を指摘するとともに、連続体や実建築物モデルを対象とした検討を行った上で新たな評価式を提案した(図 4、図 5)。成果は建築学会大会等で発表した⁶⁾⁷⁾⁸⁾。現在行われている同指針の改定作業に反映させていく予定である。

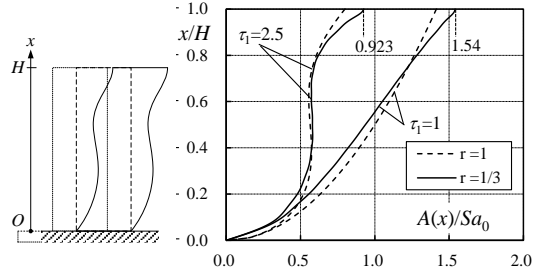


図 4 せん断棒モデルによる高さ方向の最大加速度分布

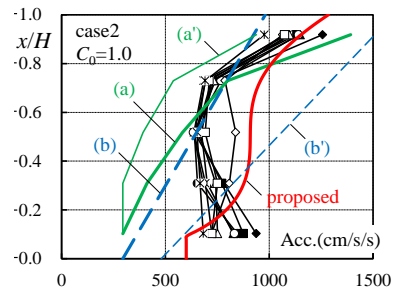


図 5 最大加速度に関する提案式(赤線)と時刻歴応答解析との比較((a)等は指針)

その他に関連するものとして天井のはね出し長さとの面内圧縮強度との関係について検討し、成果を公表した⁹⁾。

【参考文献】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所、ほか：建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説(10月改訂版)、2013
- 2) 非構造部材の耐震設計施工指針・同解説および耐震設計施工要領、日本建築学会、2003
- 3) 石原直：タワー型建築物の地震力と床応答スペクトルに関する一考察、日本地震工学会第 11 回年次大会梗概集、P3-34、2015.11
- 4) 石原直、ほか：中間梁に支持された 2 段積み ALC 間仕切壁の地震時面外挙動に関する実験 その 1～その 3、日本建築学会大会学術講演梗概集、2014.9
- 5) 石原直、ほか：モード分解・合成による大地震時の床応答スペクトルの近似的評価、日本地震工学会第 11 回年次大会梗概集、P3-22、2015.11
- 6) 山中祐一、石原直、ほか：地震時の多層建築物に作用する層せん断と慣性の絶対ピーク値の関係、日本建築学会大会学術講演梗概集、2015.9
- 7) 石原直、ほか：非構造部材の耐震設計に用いる構造躯体の加速度について その 1 せん断棒による検討、日本地震工学会第 11 回年次大会梗概集、P3-20、2015.11
- 8) 石原直、ほか：非構造部材の耐震設計に用いる構造躯体の非線形応答加速度の評価、日本建築学会関東支部研究報告集、2016.3
- 9) 石原直、ほか：鋼製下地吊り天井の面内圧縮耐力に対するはね出し長さの影響、日本地震工学会第 11 回年次大会梗概集、P3-25、2015.11