

## 16. 転倒崩壊形となる直接基礎RC造建築物の耐震設計法の検討 (基盤研究課題、H24～26)

### (1) 目的

保有水平耐力計算において、建築物全体が転倒モーメントによって浮上りを生じる転倒崩壊形は崩壊形として規定されておらず、力学上転倒崩壊形となる建築物は、浮上り変形を拘束した状態における崩壊形に応じた必要耐力を確保することとなっており、これは不合理であるとの指摘がある。そこで、本研究では、転倒崩壊形となりやすい中高層で直接基礎形式のRC造建築物を対象に、地震時挙動を解析的、実験的検討により把握し、それに基づき耐震設計法の確立を目指す。

### (2) 研究の概要

本研究は、建築物全体が転倒モーメントによって浮上りを生じる転倒崩壊形となる直接基礎RC造建築物を対象として、その地震時応答を解析、実験的に解明し、それに基づき、建築基準法の保有水平耐力計算では現在規定されていない転倒崩壊形を許容した耐震設計法の確立を目指すため、技術的基礎検討を行うものである。

### (3) 平成25年度に得られた研究成果の概要

平成25年度は、縮小模型による遠心加力振動実験(図1)、RC造試験体のロッキング試験(図2)を実施し、浮き上がりを伴う応答性状について検討を行った。その結果、地盤の非線形性が応答に与える影響が大きく、非線形を考慮しなければ応答を過大評価することが分かった。また、FEM解析の結果(図3)より、地盤の非線形性を考慮することで現行設計を合理化できる可能性が示された。

平成26年度以降は、平成24、25年度の結果を踏まえた実験的検討、追加の解析検討を実施するとともに、それらの結果を踏まえ、設計法について検討を行う予定である。

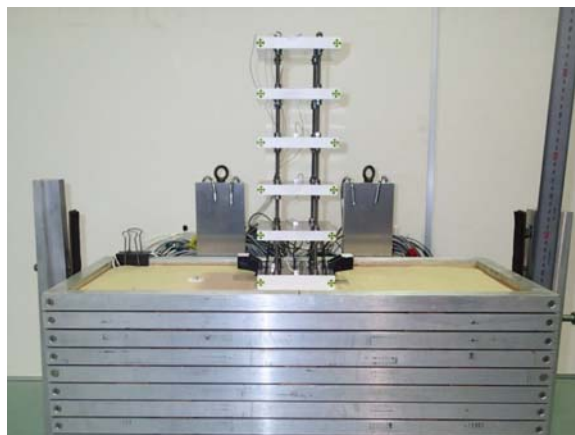


図1 遠心加力振動実験



図2 ロッキング試験

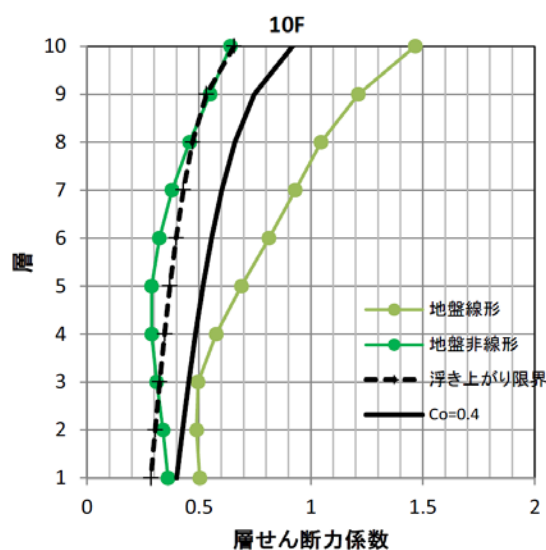


図3 層せん断力係数

17. 大空間木造建築の普及に資する各種構造要素の開発  
(基盤研究課題、H25～27)

(1) 目的

国内外で大空間・大規模木造建築物への期待が高まっているが、その耐震性能を満足するためには、一般的な木造住宅で使用される構造要素の耐震性能を大きく上回る耐震要素が必要であること、また、そのような仕様に関する技術資料が不足している点が課題として挙げられる。

(2) 研究の概要

そこで、本研究では大空間木造建築物の普及に資する技術資料の整備を目的とし、以下の研究開発を行った。

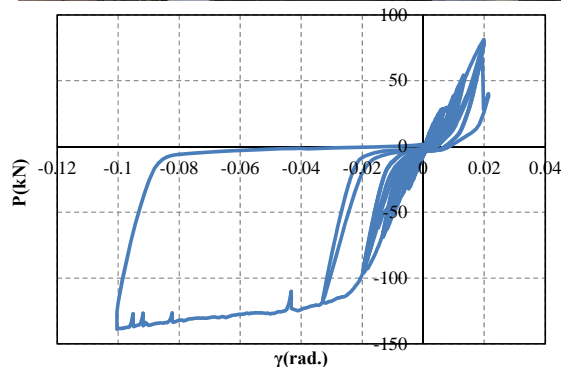
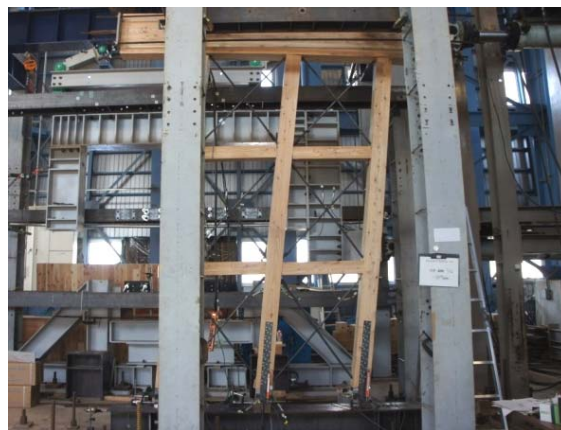
- (1) 大空間木造建築物に利用可能な構造要素を提案し、その構造性能を明らかにする
- (2) 開発した構造要素に関する情報を設計者が利用可能な技術資料として整備する

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

平成 25 年度は、一般的な木造住宅の構造要素の耐震性能の 3 倍に当たる壁長さ 1m あたり 30kN (短期) の耐力を目標性能とした鋼製ブレース耐力壁を開発し、設計式を提案した。開発した耐力壁は、鋼製ブレースの降伏により構造性能をコントロールする形式のものである。提案する設計式の設計値と実験結果と比較し、その妥当性を検証した。実験の結果、目標とする耐震性能を概ね有することを確認した。また、提案する設計式により、耐震性能を概ね予測できることを確認した。

平成 26 年度以降は、異なる耐震要素や接合部金物の構造性能の確認、及び開発した耐震要素を用いた大空間木造建築物の試設計を検討する予定である。

研究の背景と目的
<p>1. 背景</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内外の大空間・大規模木造への期待</li> <li>● 大空間木造に適用可能な耐震要素の不足</li> </ul> <p>2. 目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 大空間木造建築物に利用可能な構造要素の提案、その構造性能の解明</li> <li>● 開発した構造要素の構造性能に関する技術資料の整備</li> </ul>
研究の概要
<p>(1) 大空間木造建築物に利用可能な構造要素の提案、その構造性能の解明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高耐力鋼製ブレース (耐力壁)</li> <li>・ 高耐力接合部金物 (接合部)</li> </ul> <p>(2) 開発した構造要素の構造性能に関する技術資料の整備</p>



開発した耐震要素 (上) と構造性能 (下)

18. 2・3次元的な地盤の不整形性が地盤振動特性に及ぼす影響に関する基礎的研究  
(基礎研究課題、H25～27)

(1) 目的

盆地構造や基盤傾斜構造等の不整形地盤を対象にした研究・検討はこれまでに多くあるが、設計上、基盤傾斜の影響を考慮する必要があるのはどのような条件かについてはいまだ不明な点が多い。本研究では、実際の基盤傾斜サイトを対象とした検討を実施するとともに、単純化した基盤傾斜地盤を対象に数値計算によるパラメトリックスタディを実施し、地盤の不整形性が地盤振動特性に与える影響について評価することを目的とする。本研究の成果は、高度な設計のための基礎資料として資するものと考えられる。

(2) 研究の概要

本研究では、地盤の不整形性が地盤振動特性に与える影響を把握することを目的として、  
1) 地盤の波動伝播解析プログラムの開発・整備、  
2) 実際の基盤傾斜サイトを対象とした地盤の振動特性に関する評価、  
3) 地盤の不整形性が地震動の増幅特性に及ぼす影響に関する評価、を実施する。

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

平成 25 年度は動的サブストラクチャー法に基づく定式化による 2.5 次元および 3 次元有限要素解析プログラムを開発・整備した。本プログラムでは、市販のプログラムとは異なり、離散化を除いて厳密な定式を用いているのが特徴である。また、2 自由度補間法を適用することで時刻歴波形が得られるようになったため(図 1、図 2)、周波数領域の検討のみならず、最大加速度、最大速度、計測震度および応答スペクトル等についても検討が可能となった。本プログラムを用いて不整形地盤の解析を行った結果、水平成層構造の地盤とは振動特性が異なる場合があることを確認した。(図 3)

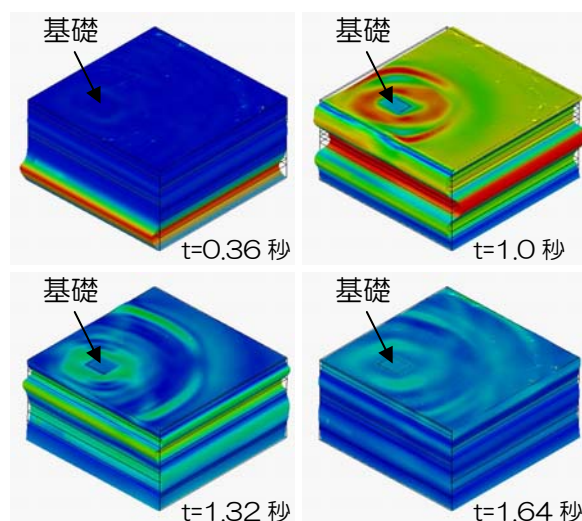


図 1 建築研究所新館（地盤および基礎）を対象とした 3 次元解析の一例

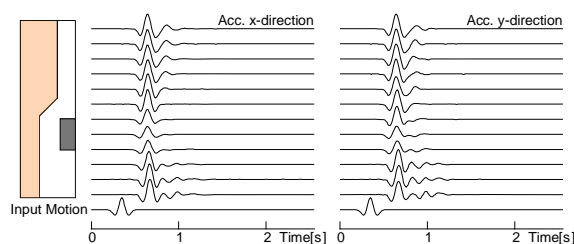


図 2 基盤傾斜地盤を対象とした解析結果  
(地表面の水平方向加速度波形)

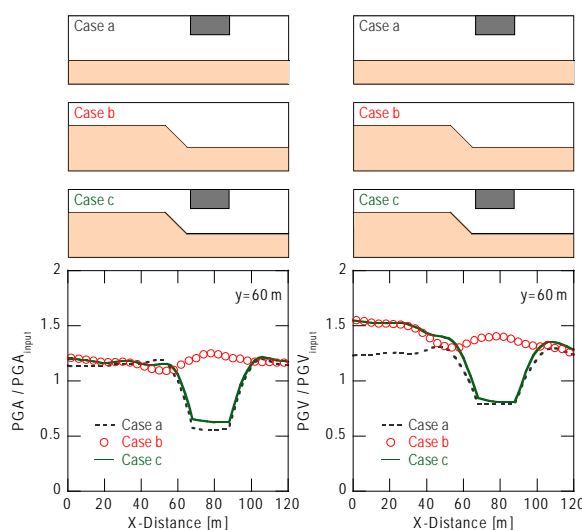


図 3 基盤傾斜地盤を対象とした解析結果  
(最大加速度比および最大速度比)

## 19. 大規模木造建築物の音環境性能向上に関する技術的検討 (基盤研究課題、H24～26)

### (1) 目的

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行により、木造建築物の増加が予想される。コンクリート構造の建築物に比べて、木造建築物の音環境性能は低いため、音環境性能が問題になることが予想される。そこで、音環境性能（特に、床衝撃音）の向上を目的とし、実験的検討を実施する。音環境性能の向上、「木造計画・設計基準及び同資料」等の技術基準に反映 等の成果を想定している。

### (2) 研究の概要

4つのサブテーマを実施している。(図1)

- 1) 木造建築物の音環境性能測定の現状調査、
- 2) 床衝撃音遮断性能向上に関する検討、
- 3) 木造建築物の音環境性能等の評価法に関する検討、
- 4) 床衝撃音遮断性能の測定・評価法に関する検討

### (3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

1) 実大火災実験（本実験）を実施した試験体を対象とし、床衝撃音遮断性能、空間の音圧レベル分布の測定を実施した。その結果、「燃えしろ設計」や受音室の大きさにより、タイヤ衝撃源で  $L_r$ -65 と比較的高い性能を示した。(図2) また、オープンプラン型教室の音圧分布測定結果(図3) から、界壁を透過する音ではなくオープンスペースから回り込んでくる音が支配的であることがわかった。対策として、天井面等での吸音、袖壁の設置等が必要となることを示した。

2) ALC 協会との共同研究で実施した床衝撃音遮断性能の実験室測定により、天井の有無、ALC パネル厚の違いによる影響等について把握した。床仕上げ構造の影響については、乾式二重床を施工した場合の試験床の重量および軽量床衝撃音遮断性能が高いことがわかった。

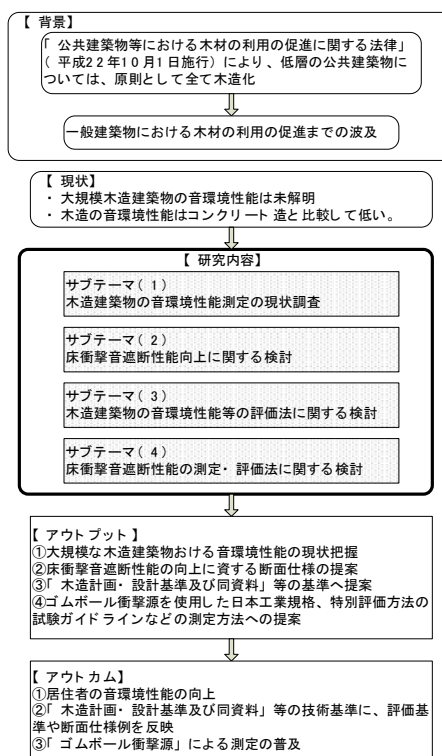


図1 研究開発の概要

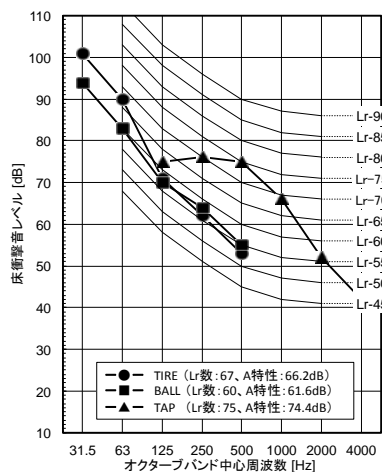


図2 木三学の床衝撃音レベル測定結果

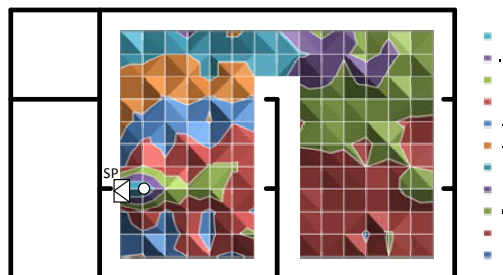


図3 木三学の音圧レベル分布(500Hz 帯域)

## 20. 室内空間における光束の適時適所配分による省エネルギー照明設計法の開発 (基盤研究課題、H25～27)

### (1) 目的

従来の省エネ照明設計は2次元の水平面照度で行われるため、新たな照明方式や、鉛直面の窓からの日光との併用において、省エネと質の両面で限界がある。省エネと照明設計の改善をより直接的に結びつけるのは、光源の光量を表す光束であり、光束を用いたフレキシブルな照明設計法が求められる。本研究では日光と人工照明による光束を、光環境の質を担保しながら省エネとなるよう、室の適切な場所・時間に配分する設計法及び設計ツールを開発する。

### (2) 研究の概要

- 1) 外部を考慮した日光と人工照明の光束配分による光環境及び照明エネルギー算定法構築
- 2) 光環境と照明消費量の計測・詳細シミュレーションによる算定法検証と適用範囲明確化
- 3) 評価指標提案及び設計法のとりまとめ

### (3) 平成25年度に得られた研究成果の概要

#### 1) 外部を考慮した日光と人工照明の光束配分による光環境及び照明エネルギー算定法構築

①日光は要因が複雑なため、住宅居室から検討した。日光による光束算定の当たりをつけるため入射光束、各面光束の試行計算を行い(図1)、立地を考慮して窓面入射光束量から室内の各面平均照度を得る算定法を構築した(図2)。立地については、隣棟との関係で窓面天空率を概算する算定図を作成した(図3)。

②人工照明は、光束法が適用できない住宅居室を対象に、ランプ光束による単位光束法の整備及び、今後の一般的になるランプ一体型器具の器具光束による、室仕様と必要な明るさ・電力を算定できる単位光束法を構築した(図4)。

平成26年度は、オフィスも対象としたフレキシブルな人工照明設計と日光利用による併用照明の算定法とその評価法を構築する。

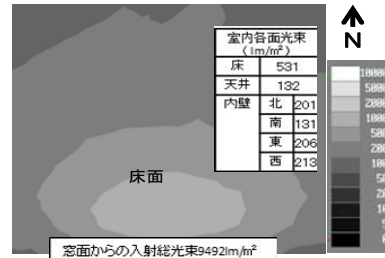


図1 室内入射光束と各面光束の試行計算

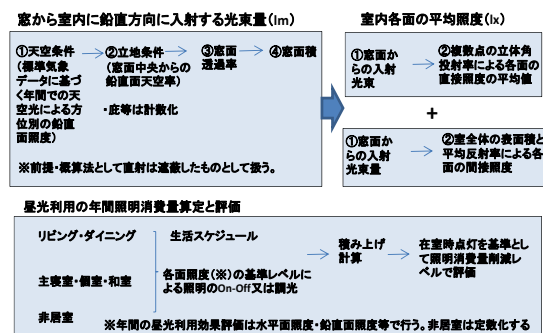


図2 入射光束を考慮した住宅日光利用効果の年間計算法の概要

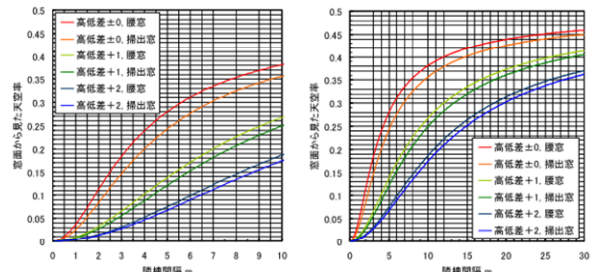


図3 隣棟位置による窓面天空率算定図

拡散配光器具：FVH86510SEN 器具光束：4462 (lm)

面積(畳)	2	4.5	6	8	10	12.5
間口(m)×奥行(m)	1.82×1.82	2.73×2.73	2.73×3.64	3.64×3.64	3.64×4.55	4.55×4.55
拡散配光器具	室内反射率(%) 70 30 10	1150	1550	1750	2000	2250
	室内反射率(%) 70 50 10	850	1250	1500	1750	2000
	室内反射率(%) 70 70 10	600	1000	1200	1450	1700

広照配光器具：LEDC-23001(S)\_LDA9L 器具光束：450 (lm)

面積(畳)	1	2	4.5	6	8	10
間口(m)×奥行(m)	0.91×1.82	1.82×1.82	2.73×2.73	2.73×3.64	3.64×3.64	3.64×4.55
広照配光器具	室内反射率(%) 70 30 10	700	800	1100	1250	1450
	室内反射率(%) 70 50 10	550	650	950	1150	1350
	室内反射率(%) 70 70 10	350	500	850	1000	1250

中照配光器具：LEDD66003ML 器具光束：370 (lm)

面積(畳)	0.5	1	2	4.5	6	8
間口(m)×奥行(m)	0.91×0.91	0.91×1.82	1.82×1.82	2.73×2.73	2.73×3.64	3.64×3.64
中照配光器具	室内反射率(%) 70 30 10	280	350	430	680	850
	室内反射率(%) 70 50 10	230	310	400	650	820
	室内反射率(%) 70 70 10	180	250	350	610	780

図4 器具光束による単位光束表



## 22. 個別分散型空調システムの制御特性把握によるエネルギー効率評価の高度化 (基盤研究課題、H25～27)

### (1) 目的

業務ビルにおいて導入が進んでいる個別分散型空調システムは、室用途に応じた設計の自由度が高いというメリットを持つ。一方、実使用条件における空調システムの運転制御は様々であり、実動エネルギー効率の評価方法や省エネルギー設計法の開発を難しくしている。

本課題では、個別分散型空調システムの実動状況における制御特性を記述するモデルを開発し、制御特性の違いがエネルギー効率に与える影響を明らかにすることを目的とする。これにより、実動効率評価法および省エネルギー設計法開発に向けた基礎資料を提供する。

### (2) 研究の概要

#### 1) 運転状況に応じた制御モデルの構築

空調システムの運転状況を場合分けし、その制御特性モデルを構築する。

#### 2) 制御モデルの検証と適用範囲の明確化

構築した制御モデルについて、実機の制御回路の挙動解析により検証し、また実建物のデータに対する適用可能範囲を明らかにする。

#### 3) 制御特性と実動効率の関係性の検討

制御特性の違いがエネルギー効率に与える影響を明らかにする。

### (3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

#### 1) 運転状況に応じた制御モデルの構築

制御専門家等へのヒアリングおよび数値シミュレータの解析に基づき図 2 に示すベースモデルを暫定的に構築した。

#### 2) 制御モデルの検証と適用範囲の明確化

制御モデル検証のために、システムの制御を任意に変更できる試験体を製作した(図 3)。

平成 26 年度以降は、検証用試験体で得られたデータ及び実建物から得られたデータを用いてモデルの検証・修正を行う予定である。

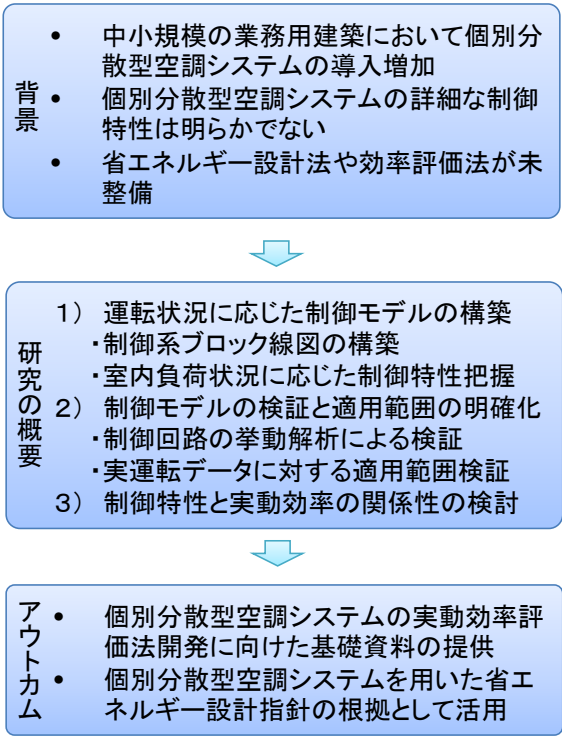


図 1 研究開発の概要

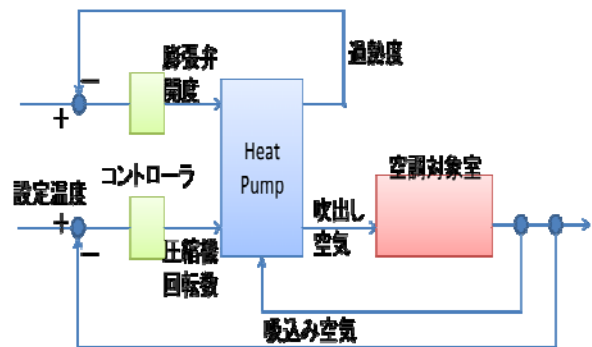


図 2 制御モデル図(暫定版)

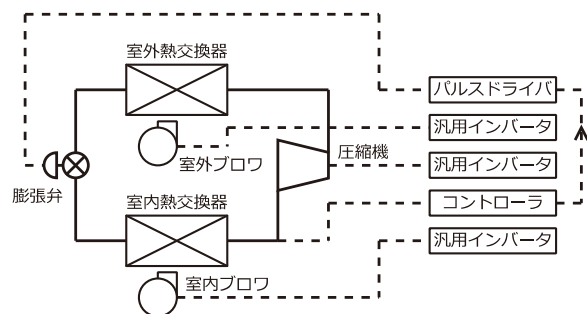


図 3 制御モデル検証用試験体の概要

**23. 多様な加熱強度を被る鋼部材の耐火性能と耐火試験結果の工学的評価に関する研究**  
 (基盤研究課題、H25～26)

**(1) 目的**

構造体の耐火性能は、火災の激しさ・継続時間、高温時耐力に基づき評価されるが、評価技術の向上・高度化にあたっては、大臣認定への工学的評価の導入と実火災時の耐火被覆の健全性把握が必要となる。本研究は、ISO834等で検討されている新しい試験法の導入、耐火性能評価試験・検証法の合理化を目的とした。

**(2) 研究の概要**

多様な加熱温度(図1)から構造体への入熱を適切に評価するため、耐火被覆材の劣化状況等を物性試験、鋼板の加熱実験により把握した。合理的な試験体の選定についても検討した。

**(3) 平成25年度に得られた研究成果の概要**

1) 耐火被覆材の高温熱物性特性

代表的な耐火被覆材として、けい酸カルシウム板、ロックウールフェルト、ALC、せっこうボード等の高温時重量減少、見かけの比熱をTG/DTA(図2)、DSC法により把握した。これにより、1200℃程度では熔融、熱分解が進行するものも明らかとなった。

2) 加熱強度を変化させた加熱実験

1200℃超の火災加熱を再現し、耐火被覆した鋼板を電気炉にて加熱した。各部位の温度履歴を図3に示す。一部の耐火被覆では熱劣化により、鋼材温度が急上昇する可能性があることがわかった。

3) 評価用試験体の選定に関する分析

分析の結果、温度上昇特性を表す断面形状係数(H/A)を10~300とすれば、一般に利用する断面を概括できることがわかった(図4)。

上記の成果は、日本建築学会等の学協会において公表予定である。平成26年度は、高温域での被覆材の熱劣化を考慮した、温度上昇推定モデルの改良、耐火試験結果の工学的評価ガイドラインのとりまとめを行う予定である。

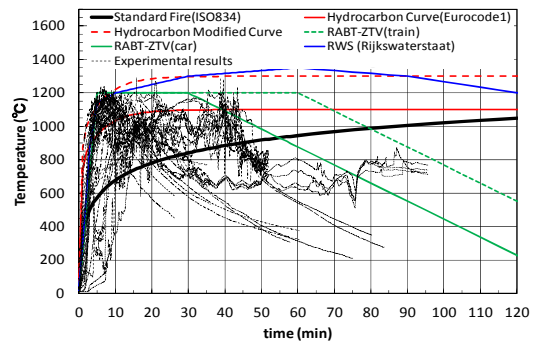


図1 火災温度-時間関係

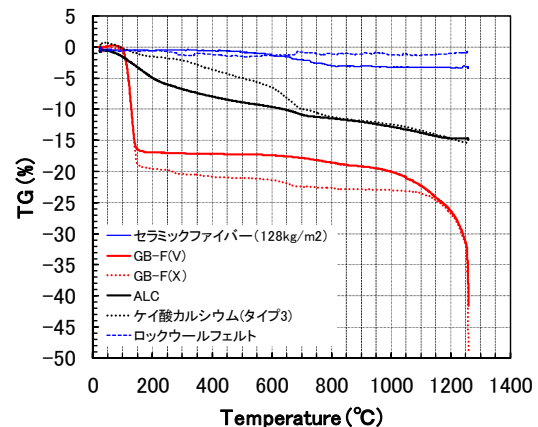


図2 加熱温度-重量減少関係

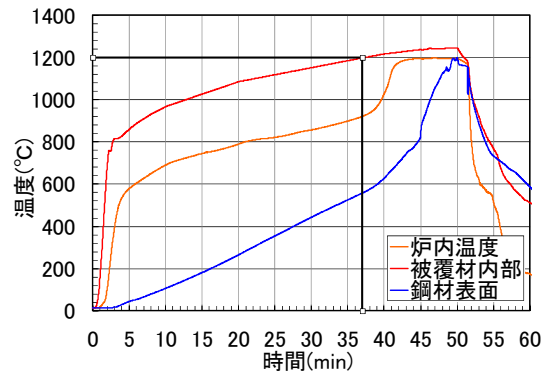


図3 加熱時の被覆材内部、鋼材温度 (ロックウールフェルト)

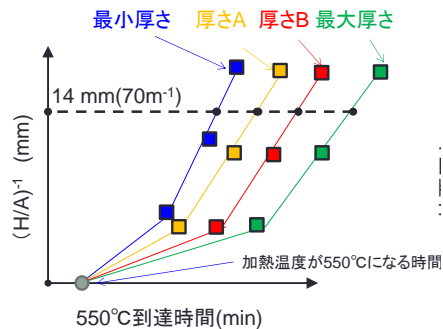


図4 試験体の選定条件の概要



24. 耐火試験環境下における熱拡散率の実効値の把握と、同値を用いた設計条件下での耐火性能の推定に関する研究（基盤研究課題、H25～26）

(1) 目的

性能的耐火設計法では、建物用途毎に設定された設計用可燃物密度と、建物の設計条件に応じて、加熱条件を個別に設定することが出来る。しかし、設計条件下での建築部材の応答を予測する手法については整備が遅れている。このため本研究では、耐火性能の推定に必要な材料物性値を特定し、現行の性能評価方法に組み込み可能な耐火性能推定手法を提供する。

(2) 研究の概要

材料試験や数値解析では扱いにくい、亀裂や脱落などの形態変化が耐火性能に及ぼす影響について、耐火試験下の熱拡散率の実効値の変化として捉える手法を提案する。次に、同値を用いた設計条件下での耐火性能推定手法を提案する。部材仕様ごとに一度の耐火試験は必要になるが、追加の材料試験や高度な数値解析は不要であり、仕様規定と並走しながら、性能規定への円滑な移行を促す評価体系を提供する。

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

パラメータスタディを行う小型炉を製作し、単層不燃壁を対象として、次の成果を得た。

1) 耐火性能に影響を及ぼす主要材料物性値として熱拡散率・材厚・含水率に焦点を当て、火災温度に対する部材温度上昇の簡易予測式を、半無限固体の温度上昇から水分蒸発による温度上昇遅延効果を差引く形で提案した(図2)。  
 2) 同式を用いて、既存の耐火試験結果より熱拡散率の実効値を求め、材厚・含水率の異なる材料条件下での耐火性能を推定し、それらの材料条件を変化させた耐火試験結果と比較して、簡易予測式の校正を行い、温度上昇に対する水分量と壁厚の影響を明らかにした(図3)。  
 次年度は、同式を複層壁へ適用し、バリエーションの多い被覆材について耐火性能の同等性を判断する評価手法の開発を目指す。



図1 小型加熱炉

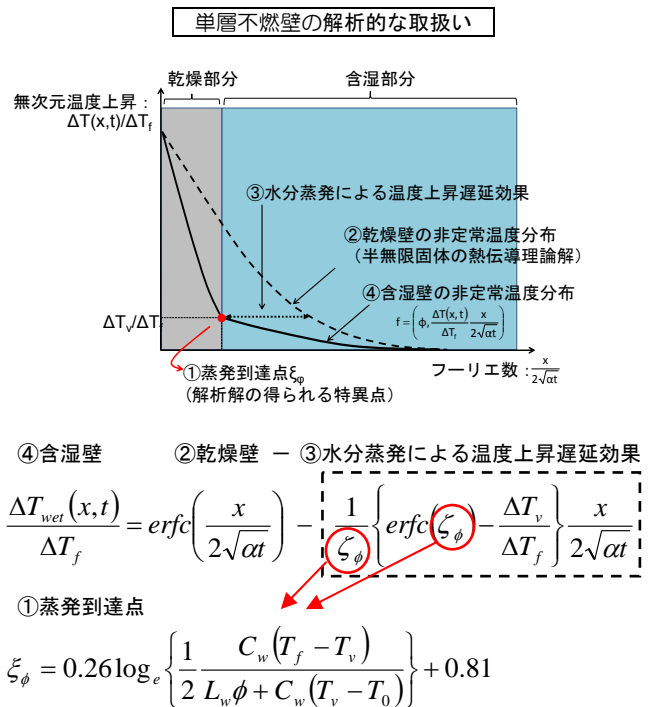
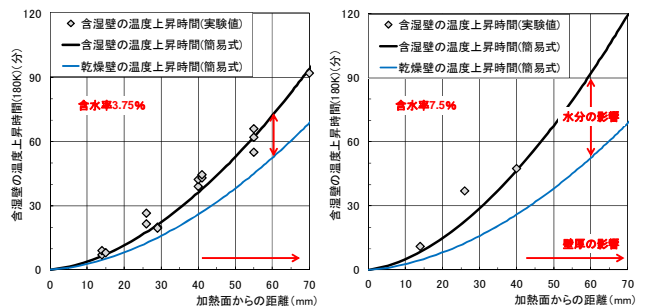


図2 簡易予測式と導出方法



材料の厚さ、熱拡散率の実効値それに含水率が分かれば、耐火性能は推定できる。  
 材料の熱拡散率の実効値は、耐火試験結果から直接、読み取ることができる。

図3 耐火試験と簡易予測式の比較

## 25. アスベスト含有煙突断熱材の劣化診断手法の開発 (基盤研究課題、H25～27)

### (1) 目的

現在では製造が禁止されているアスベスト含有建材は、防火、断熱等の観点から優れた性質を有するため建築分野で多様に用いられ、既存建築物に多量にストックされている。吹付けアスベスト等はアスベストの飛散の恐れがあることから建築物での使用が規制されている一方、その他のアスベスト含有建材は経年後のアスベストの飛散性に関して知見が少なく、データの取得が進められてきた。

既往の研究<sup>1)</sup>においては、吹付けアスベスト等以外のアスベスト含有建材のうち、煙突断熱材に劣化の進行が著しい例があること、建築物内部へアスベストが飛散している事例のあることが確認された。このため、煙突断熱材の劣化状況についてさらに調査を行い劣化の状況を把握することが求められる。

### (2) 研究の概要

アスベスト含有煙突断熱材について劣化の発生状況の調査を行う。また、必要に応じて空气中繊維数濃度の測定を行い屋内空間におけるアスベスト繊維の飛散状況の確認を行う。さらに、アスベスト含有煙突断熱材について、劣化状態のグレード分けを行い、劣化診断方法を提示する。

### (3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

平成 25 年度は 27 本の煙突において調査を行った。調査を行った煙突断熱材を表 1 に示す。これらの煙突断熱材について、目視で劣化状況の確認を行った。既往の文献<sup>1)</sup>同様に、“通常”～“著しく劣化”及び部分的な劣化、損傷の確認を行った。さらに、煙突用断熱材の①及び②について、屋内空間等において空气中繊維数濃度の測定を行った。平成 26 年度は煙突断熱材の劣化診断方法の検討・提示を行う。

#### アスベスト含有煙突断熱材の状況



煙突断熱材には飛散性の高いアモサイト(茶石綿)が主として使用され、1960年代から1990年代にかけて広く用いられた。

煙突はボイラー稼働時は高温下にさらされる一方、特に冬期においてはボイラー停止時に低温になることもあり、劣化の進行する場合がある。

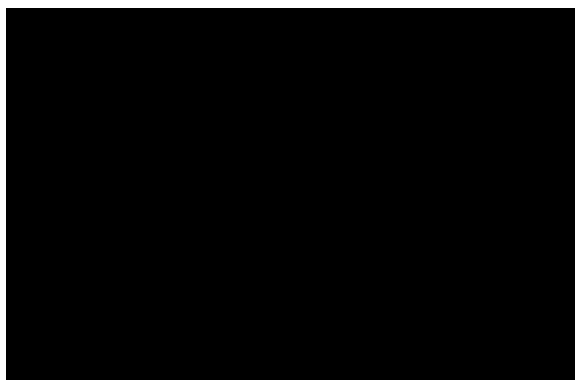
#### アスベスト含有煙突断熱材からのアスベスト繊維の飛散

飛散性の高いアモサイトは、煙突断熱材が劣化している状態において飛散の恐れがある。アスベスト含有煙突断熱材の劣化状況を広く調査する必要がある。

#### 実施内容

- ①アスベスト含有煙突断熱材の劣化状況の調査
- ②アスベスト含有断熱材の隣接空間等におけるアスベスト繊維の飛散状況の調査
- ③アスベスト含有煙突断熱材の劣化診断手法の開発

#### 平成 25 年度調査結果



#### <参考文献>

- 1)古賀純子他、アスベスト含有煙突断熱材の劣化程度及び屋内へのアスベスト繊維の飛散性調査、日本建築学会構造系論文集、Vol.78, No.686, pp.665-670, 2013.4

26. 木造住宅における改修工事の見える化に資する作業数量の把握に関する調査研究  
(基盤研究課題、H25～27)

(1) 目的

木造住宅の改修の実態調査から、改修工事における複合改修の内容や施工体制、作業フローなどの現状を把握すると共に、工事条件別に作業数量の実態データを収集・分析して作業数量に影響を及ぼす要因を明らかにする。これらの結果を踏まえて、中小工務店でも簡便に用いられる作業数量の把握手法を、実際の木造住宅の改修工事での試行を通じて検討し、提示する。

(2) 研究の概要

1) 木造住宅における改修工事の実態把握

既往文献調査及び、リフォーム工事事業者に対するヒアリング調査を行い、木造住宅の改修工事のワークフロー等の実態を明らかにする。

2) 改修工事にかかる作業数量の実態把握

リフォーム工事事業者による木造住宅の改修工事の現場において、各種工事に要する作業

数量を計測・記録する。主な対象は性能向上リフォームであるが、分析のためにも軽微なリフォームも対象に含めて進めて行く。

3) 改修工事にかかる作業数量の把握手法

中小工務店等でも簡便に用いることのできる作業数量の把握手法を検討する。

(3)平成 25 年度に得られた研究成果の概要

- ・既往文献調査及びヒアリング調査の結果、工事費が500万円を超えると木造住宅の性能向上改修の比率が高まることが分かった。また、把握しづらい不具合の存在が、工事費の見積もりを複雑化させていることが分かった。

- ・木造住宅の改修工事はリスクを踏まえた多様なプロセスで進められていることが分かった。

- ・本年度の後半より検討を進めている作業数量の把握手法を用いて、来年度は作業数量を実際に計測する予定である。

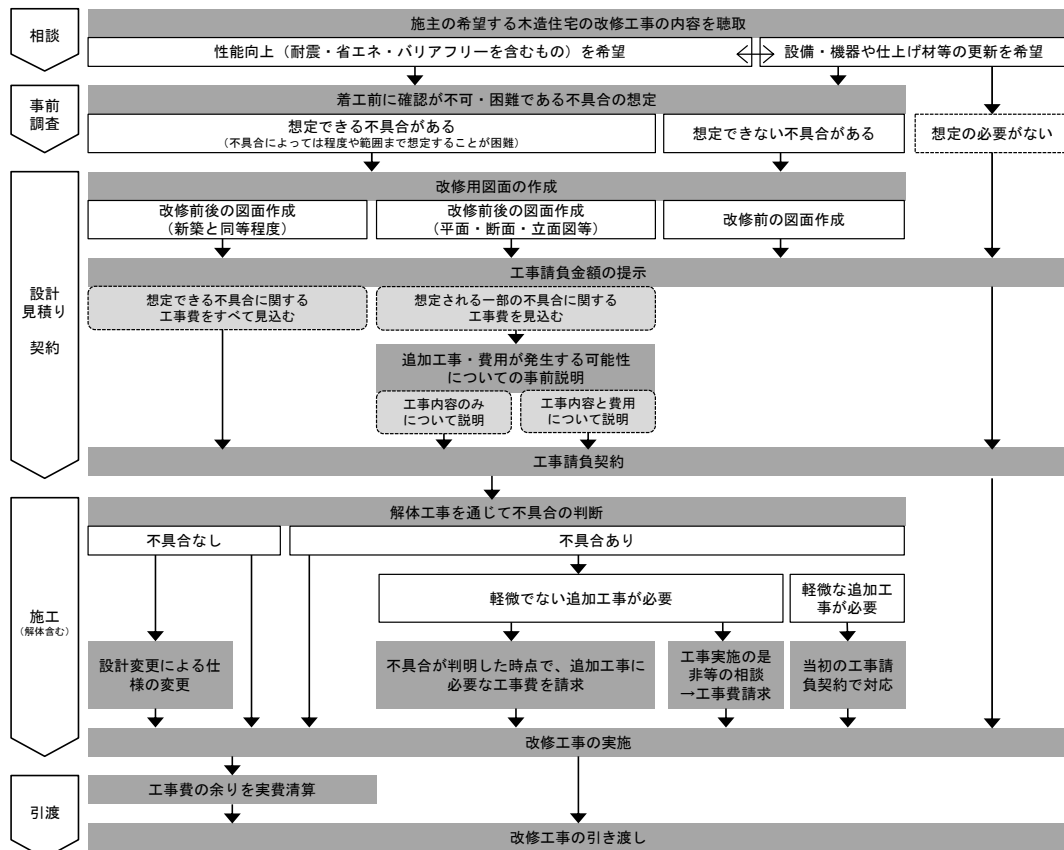


図 木造住宅の改修工事のプロセス

## 27. 建物緑化の適正評価に資する新たな緑化指標の開発

(基盤研究課題、H25～26)

### (1) 目的

屋上緑化や壁面緑化などの建物緑化は、ヒートアイランド現象緩和や都市景観の向上、そして建物屋内温熱環境改善効果などの様々な効果を有するため、その整備の推進が望まれている。しかしながら、建物緑化は、現行制度では緑化率といった設置面積規模でしか評価されず、本来求められるべき都市景観の向上や生物多様性の確保といった緑の質は評価されていない。このため、本研究では、建物緑化に求められる目的に応じた性能を明らかにし、建物緑化の性能を適正に評価できる指標のあり方について検討を行うものである。

### (2) 研究の概要

図 1 に示したように、平成 25 年度は、四大都市圏における政令指定都市の建物緑化担当者及び建物緑化メーカー等へのヒヤリング調査を実施するとともに、建物緑化事例の生物多様性緑化(郷土樹種緑化)の実態を調査した。

### (3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

建物緑化担当者及び建物緑化メーカー等へのヒヤリング調査から、建物緑化については、単なる平面的な面積規模による評価のみではなく、都市景観や生物多様性などの質的評価に対するニーズが高いことが分かった。このため、建物緑化の構成樹種における郷土樹種率を高めることが、生物多様性の向上につながるという仮定のもとに、主な建物緑化事例における郷土樹種の植栽比率を調査した。図 2、3 はその結果の一部であるが、郷土樹種の構成率は事例によって大きく異なり、それは必ずしも大規模な建物緑化事例ほど植栽樹木の樹種数が多いというわけでも、また、郷土樹種率が高くなるというものでもないことが明らかになった。

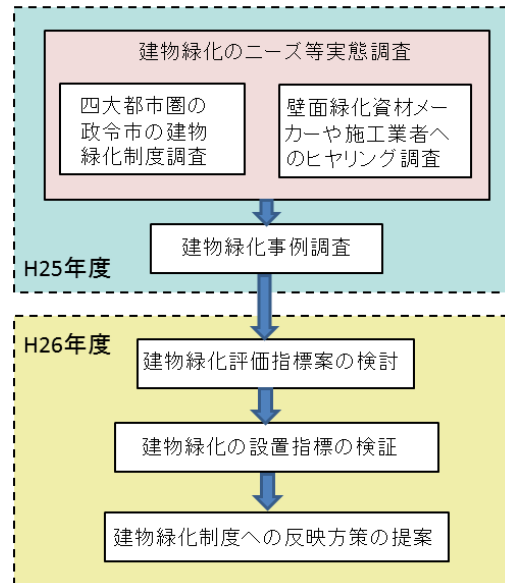


図 1 研究フロー図

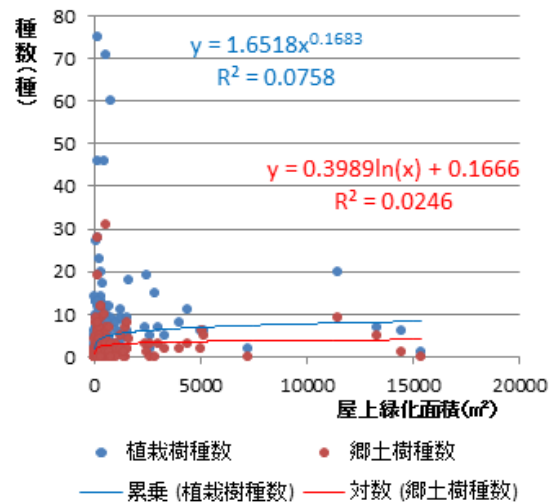


図 2 屋上緑化面積と植栽樹種数・郷土樹種数

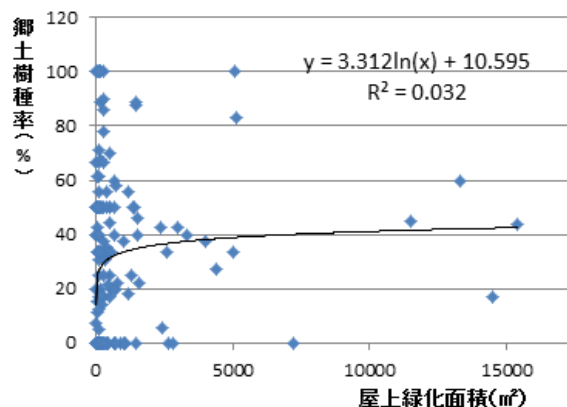


図 3 屋上緑化面積と郷土樹種率の関係

28. 開発途上国の地震・津波に係る減災技術の高度化と研修の充実に資する研究  
(基盤研究課題、H24～26)

(1) 目的

1) 開発途上国の地震・津波ハザード評価及び地震津波情報の高度化、2) 開発途上国の建築物の耐震化技術の高度化に関する調査研究を実施し、3) 国際地震工学研修の充実と強化を図る。

(2) 研究の概要

1) 開発途上国における巨大地震発生モデル化、津波波源モデルの構築と津波ハザード評価、マグニチュード決定の高度化、地盤評価用物理探査技術の普及、地震カタログの更新を行う。  
2) 耐震診断・解析技術の高度化、モニタリング技術の検討など建築物の耐震化技術の高度化に関する研究を実施する。  
3) 研究成果を個人研修指導やカリキュラム改善に活用すると共に、国際地震工学研修情報データベースの維持・更新を図る。

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

1) メキシコ沖巨大地震発生サイクルモデル構築、ペルー沖地震津波波源モデル構築、ウガンダの地震マグニチュード計算式の決定、表面波探査技術と地震波干渉法のハイブリッド解析法の開発(図1)、地震の速報ページにおける地震解析、津波計算結果等の公開を実施した。  
2) 補強した組積造試験体の振動台実験を実施し、補強の効果を確認した(写真1)。試験体に通常の計測システムとローコストな計測システムを設置し、損傷による振動数の変化を把握した(図2)。地震リスクの高い開発途上国の建築物に対して耐震診断・解析を適用し、その耐震性能を評価することで更なるデータの蓄積を行った。  
3) 各種データベースの維持・更新を行った。研究活動により得られた知見・成果を、国際地震工学研修個人研修指導(16件)に活用した。

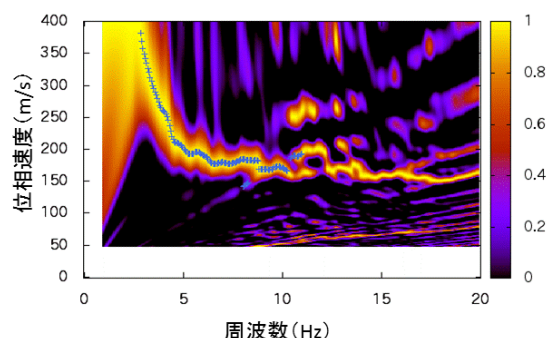


図1 表面波探査技術と地震波干渉法のハイブリッド解析法により得られた位相速度の分散曲線の例 (Chavez-Garcia and Yokoi, 2013)。カラースケールは規格化されたスペクトル振幅を表している。



写真1 金網により補強された組積造試験体。

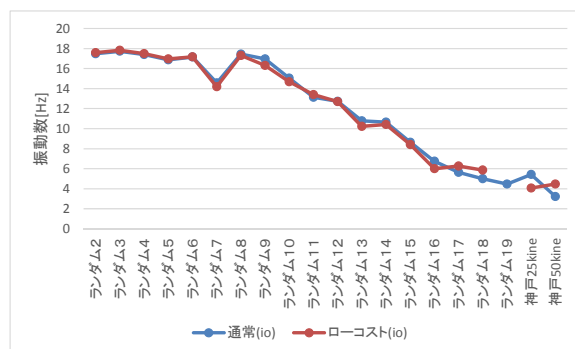


図2 組積造試験体の振動数変化。試験体の損傷の進行に従い、固有振動数が低下。振幅レベルが大きいものを除き、通常システムとローコストシステムで同等な結果が得られた。

29. 観測地震波を用いた建築物の応答評価方法に関する研究  
(基盤研究課題、H24～26)

(1) 目的

観測地震波については、建築研究所、防災科学技術研究所のK-NET、KiK-netをはじめとして、気象庁、大学、地方公共団体、外国などの観測実施機関により、膨大な観測記録が得られ公表されている。建築物の耐震基準・耐震診断には、非線形解析、時刻歴応答解析が導入され、観測地震波が使われることもある。

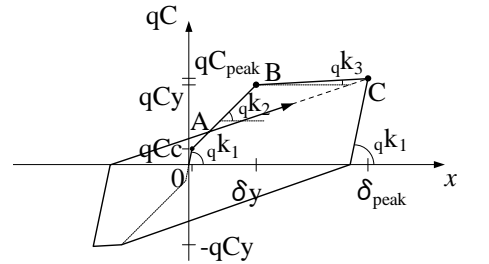
そこで、本研究では、建築物の応答と地震動特性との関係について、途上国での観測記録も用いた1質点系の解析を通じてパラメトリックスタディー等を行い(図1、図2)、地震力の大きさと建築物被害を関連付けるための基礎資料を得る。

(2) 研究の概要

各種構造方法の地震被害と本解析結果との比較するため、図1、図2のTri-Linearモデルと、Bi-Linearモデル2通りによる応答値を求めた。また、層の復元力特性の推定と地震被害の発生メカニズムの解明のため、周期  $T_y = 0.3(\text{sec})$  について、4通りの解析結果を比較した(図3)。

(3)平成25年度に得られた研究成果の概要

変位応答のピーク値が最小の復元力特性は、久田モデルであり、次いで、武田モデル、クラフモデル、ジェンキンモデルであった。また、Bi-Linearモデルの方が、Tri-Linearモデルよりも大きかった。



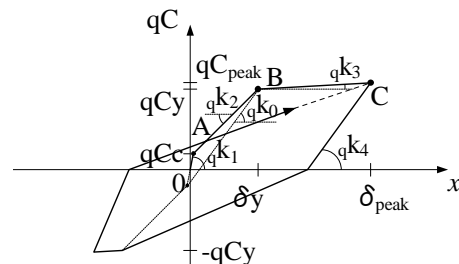
久田モデル(1962) (最大点指向型Tri-Linear、除荷時剛性は初期剛性と同じ)

$$qCc = 0.2 \cdot qCy, \quad \frac{qCy}{\delta y} = \frac{ky}{mg} \text{ (4通り 共通)}$$

$${}_q k_1 = 5 \cdot \frac{qCy}{\delta y}, \quad {}_q k_2 = \frac{{}_q k_1}{6}$$

$${}_q k_3 = \frac{1}{1000} \frac{qCy}{\delta y}$$

図1 復元力特性1 (Tri-Linear モデル1)

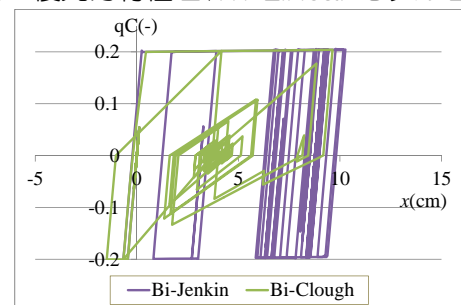
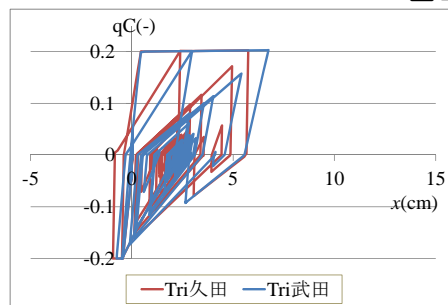


武田モデル(1970) (降伏点前の指向点は反対側ひび割れ点、降伏点後の除荷時剛性  ${}_q k_4 = {}_q k_0 \left( \frac{\delta y}{\delta_{\text{peak}}} \right)^{0.4}$ )

$${}_q k_1 = 5 \cdot \frac{qCy}{\delta y}, \quad {}_q k_2 = \frac{{}_q k_1}{6}$$

$${}_q k_3 = \frac{1}{1000} \frac{qCy}{\delta y}$$

図2 復元力特性2 (Tri-Linear モデル2)



降伏点の層せん断力係数  $qCy = 0.2$

$$\text{降伏点の割線剛性による周期 } T_y = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{\sqrt{{}_q k \cdot g}} = 2\pi \sqrt{\frac{\delta y}{qCy \cdot g}} = 0.3 \text{ (sec)}$$

変位応答のピーク値 : (Tri久田) < (Tri武田) < (Bi-Clough) < (Bi-Jenkin)

(1質点、地震波：1995 JMA Kobe NS, 減衰定数  $h = 0.05$ )

図3 復元力特性による変位応答の違い

## 30. 建物の強震観測とその利用技術 (基盤研究課題、H24～26)

### (1) 目的

建物の耐震設計技術の向上や地震防災技術の進展に資するため、建築研究所が保有する強震観測網の維持管理と充実を図り、強震記録の収集整理や分析、周辺技術の調査や開発を行うことを目的としている。建物やその周辺で得られた強震記録を分析することにより、建物への入力地震動の評価手法や建物の耐震安全性の評価手法の開発や改善に資することができる。

### (2) 研究の概要

本課題は、以下の各項目から構成される。

#### 1) 強震観測網の維持管理

建築研究所が保有する強震観測網の維持管理を図り、強震記録を着実に収録する。

#### 2) 強震観測成果の普及

得られた記録や分析結果を、インターネットや出版物、研究発表を通じて速やかに公開する。

#### 3) 強震観測の利用技術の検討

強震観測自体および強震観測で得られた記録の利用技術の整理と開発を行い、強震観測の普及に資する。

### (3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

国土交通省の建築基準整備促進事業で整備された 6 か所の強震観測地点を引き継ぎ、観測網の充実を図った。また千葉県庁に新たに強震計を設置した。現在の観測地点数は図 1 に示す 85 か所である。

地震活動は引き続き活発で、1 年間に 900 を超える強震記録が得られ、順次データベース化を図り、公開した。また、2013 年 4 月 13 日淡路島付近の地震 (M=6.3, h=15 km) を初めとして 6 回の強震観測速報をウェブ上で発行した(図 2)。



図 1 強震観測網



図 2 強震観測速報の例

**31. 堆積平野における長周期地震動伝播特性の評価手法に関する研究**  
 (基盤研究課題、H25~27)

**(1) 目的**

近年、2地点で記録された常時微動の相互相関処理によって堆積盆地内を伝播する地震波の特性を検討する手法(地震波干渉法)が着目されており、三次元速度構造モデル検証のための有力なツールとして実用化が進められている。本研究では、既往および新規の観測データを用いた解析手法の検討と併せ、数値実験に基づく検証作業を重ねることにより同手法の適用性を検証することを目的とする。

**(2) 研究の概要**

1) 既往の地震波干渉法解析データを再検討し、推定が適切になされる観測条件ならびにデータ処理手法、解析可能周波数帯域について定量的な検証を行う。

2) 連続地震観測記録から導出した相互相関関数と既往の地下構造モデルから理論的に導出されるグリーン関数とを比較検討し、モデルの信頼性を確認するとともに、改良が必要な領域の抽出を行う。

**(3) 平成25年度に得られた研究成果の概要**

1) 地震波干渉法解析によって導出された相互相関関数の波群の明瞭性とデータ長(観測期間)との対応や、常時微動の測定時期に起因する観測誤差要因について検討を行った。また、シミュレーション波形を用いた検討を重ね、相互相関関数の群速度を推定する際の適切な波形処理法に関する検討を行った(図1)。

2) 平行成層構造近似が可能であると考えられる領域での検討を行った。観測点間距離が3km程度に及び比較的大規模な微動アレイ探査記録に対して地震波干渉法処理を行い、微動アレイ探査により推定された既往の地震波速度構造モデルから導出した理論グリーン関数と、相互相関関数との比較を行った(図2)。

その結果、0.1-1.0Hzの周波数帯域において、波群とグリーン関数の対応は良好であった。H26年度は複数の地域で同様の検討を重ねるとともに、三次元的な地下構造が波群にもたらす影響について数値解析を行う。

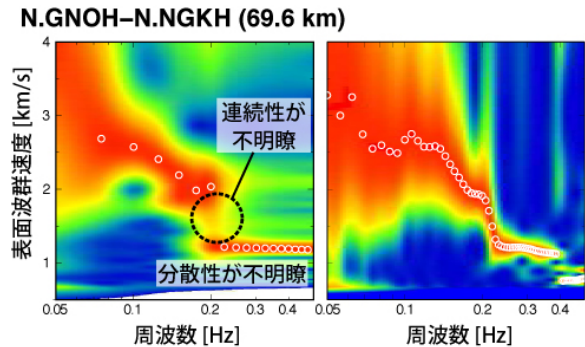


図1 前研究によって推定された群速度分散曲線(左)と、再検討後の分散曲線(右)

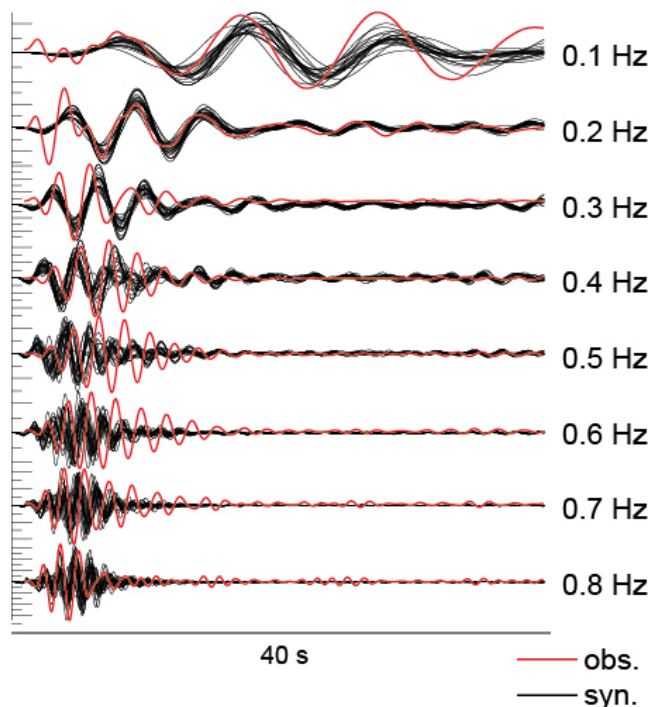


図2 微動アレイ探査記録を用いて周波数毎に導出した相互相関関数(赤)と、複数の既往モデルにより導出した理論グリーン関数(黒)



## (工) 成果の反映見込み

建築研究所の基盤研究課題は、住宅・建築・都市の関連技術の高度化に寄与するとともに、研究所のポテンシャル及び研究者の能力の向上に資するものである。また、その研究は、今後、産業界や学会の動向、社会的情勢を踏まえ、重点的研究開発課題に発展する可能性が高いことから、成果は、将来、国の技術基準や関連技術政策の立案に反映されることが期待される。

平成 25 年度に実施した運営費交付金による基盤研究課題（31 課題。社会的要請の高い課題は 46～47 ページ）について、将来、成果が国の技術基準またはその解説書に反映する見込みがあるものは 23 課題、技術基準の実効性の確保や関連行政施策の立案に反映する見込みがあるものは 4 課題と見込んでいる。

表一．1．2．3 中長期的な成果の反映見込み

番号	研究課題名	研究成果の反映先（見込み）			備考
		技術基準	基準の実効性、関連行政施策	その他	
1	建築物の竜巻による被害発生メカニズムの解明			○	
2	浄化槽の性能評価方法等に関する技術的検討	○			建築基準法
3	天井の高い住空間のための外皮・空調設備計画手法の検討	○			省エネ法
4	市街地防火を目指した火の粉の火持ち性状に関する研究	○			建築基準法
5	グリーンビルディングの火災安全上の課題に関する調査	○			建築基準法
6	木造枠組壁工法建築物の大地震動時の倒壊解析手法の開発	○			建築基準法
7	既存木造住宅等の長期使用を目指した木質建築部材の健全性診断技術に関する研究	○			建築基準法
8	鉄筋コンクリート建物の水分挙動と鉄筋腐食に関する研究	○			建築基準法
9	わが国のユニバーサルデザインに係る関連技術等の海外展開のための基礎的調査			○	
10	公共的施設における多機能トイレの利用集中緩和を目的としたトイレ空間の機能の整理に関する基礎的研究		○		
11	被災地の社会経済状況を踏まえた応急・復興住宅の需給構造に関する研究		○		
12	携帯型情報端末を用いた現地調査の効率化に関する研究		○		
13	地盤全体のせん断波速度構造の解明の為の物理探査技術の研究	○		○	建築基準法 国際地震工学研修
14	柱型を省略した鉄筋コンクリート造連層耐力壁の二次設計における部材種別の判定基準に関する研究	○			建築基準法
15	津波避難ビルに係る津波波力等の評価手法に関する研究	○			津波防災地域づくりに関する法律
16	転倒崩壊形となる直接基礎 RC 造建築物の耐震設計法の検討	○			建築基準法
17	大空間木造建築の普及に資する各種構造要素の開発	○			建築基準法
18	2・3次元的な地盤の不整形性が地盤振動特性に及ぼす影響に関する基礎的研究	○			建築基準法
19	大規模木造建築物の音環境性能向上に関する技術的検討	○			省エネ法
20	室内空間における光束の適時適所配分による省エネルギー照明設計法の開発	○			省エネ法
21	業務ビル用空調システムにおける空気搬送設備の省エネルギー制御導入効果の検証	○			省エネ法
22	個別分散型空調システムの制御特性把握によるエネルギー効率評価の高度化	○			省エネ法

23	多様な加熱強度を被る鋼部材の耐火性能と耐火試験結果の工学的評価に関する研究	○			建築基準法
24	耐火試験環境下における熱拡散率の実効値の把握と、同値を用いた設計条件下での耐火性能の推定に関する研究	○			建築基準法
25	アスベスト含有煙突断熱材の劣化診断手法の開発	○	○		建築基準法 改修工事標準仕様書監理指針
26	木造住宅における改修工事の見える化に資する作業数量の把握に関する調査研究			○	
27	建物緑化の適正評価に資する新たな緑化指標の開発			○	建物緑化制度
28	開発途上国の地震・津波に係る減災技術の高度化と研修の充実に資する研究			○	国際地震工学研修
29	観測地震波を用いた建築物の応答評価方法に関する研究	○		○	建築基準法 国際地震工学研修
30	建物の強震観測とその利用技術	○		○	建築基準法 国際地震工学研修
31	堆積平野における長周期地震動伝搬特性の評価手法に関する研究	○		○	建築基準法 国際地震工学研修

#### (オ) 効果的・効率的に実施するための方策

基盤研究課題の実施にあたっては、研究開発を効果的・効率的に実施し成果を（工）に記した技術基準等に反映させるため、共同研究の実施や研究者等の受け入れにより、所外の研究員、研究機関と連携して取り組んでいる（他の研究機関との連携等については、107～123ページに詳述）。

#### (カ) 研究シーズの発掘に向けた取り組み

建築研究所では、最新の研究開発にかかる社会、学会、業界の動向を研究所の研究開発に的確に反映するため、職員を建築学会等の各種委員会にも積極的に参加させた。また、平成25年度においても、企業、大学、研究機関等が会員である建築研究開発コンソーシアムの各種研究会に参画し、研究シーズの発掘に取り組んだ。さらに、国際的な研究開発動向を的確に把握するため、CIB（建築研究国際協議会）、ISO（国際標準化機構）、RILEM（国際材料構造試験研究機関・専門家連合）等の国際会議や海外のワークショップ等へ役職員を派遣した（188ページ以降に詳述）。

## ウ. 中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

- ・ 基盤的な研究開発について、競争的資金等外部的資金も活用しながら、中長期的視点に立ち計画的かつ積極的に実施した。
- ・ 引き続き、住宅・建築・都市に関する技術の高度化や研究所のポテンシャルの向上などに必要となる基盤的な研究開発について、研究開発の成果が、国が将来実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等を見据え、研究開発を推進する。

