

国土交通省 平成**21~23** 年度  
住宅・建築関連先導技術開発助成事業

中高層建築物の大幅な重量軽減を目的としたプレストレスト  
集成材床スラブシステムの技術開発  
(安全)

京都大学防災研究所 (教授 田中 仁史)  
京都大学工学研究科建築学専攻 (教授 西山 峰広)  
東京工業大学応用セラミックス研究所 (教授 河野 進)  
竹中工務店 (顧問 渡邊 史夫)

# 背景と目的

## 背景

- 大型建築物では構造躯体の種類に関わらず、剛性確保・振動防止・防音などの理由でコンクリート製床スラブを用いることが一般的である。しかし、地震が多発する日本ではコンクリートスラブのために建物重量が大きくなって地震時水平力が増加し、地震被害を大きくする要因の一つとなっている。また、コンクリートに不可欠なポルトランドセメント製造に必要な二酸化炭素排出量は多大である。

## 目的

- 大スパン構造の長期床荷重を支持可能な床スラブシステムを集成材とプレストレス技術を組合わせて実現するとともに、竹中工務店と大林組が共同開発した耐火集成材技術を本スラブシステムへ応用する。特に、以下の内容に関して詳細な検討を行う。
  - ◆ プレストレスト集成材曲げ部材の力学特性評価... (a) プレストレス力を導入可能な矩形またはT形断面集成材梁の開発, (b) プレストレス力の導入に必要な定着具の開発と緊張材の耐久性確保の手段開発, (c) プレストレスト集成材梁の曲げせん断特性の評価, を行なう。
  - ◆ 集成材を用いた本スラブシステムのダイアフラム効果の定量化... 開発した本スラブシステムのスラブ面内剛性を評価し、地震時水平力を受ける建築物の構造解析で一般的に用いられる剛床仮定成立程度を評価し、耐震設計の基礎資料とする。
  - ◆ プレストレスト集成材床スラブシステムの設計法確立... 実験および数値解析の結果から、実務設計で使用可能な床スラブシステムの強度および剛性の評価法、定着や接合部の設計法および耐火設計法を提案する。また、本スラブシステムの経済効果の定量化と普及活動を行なう。

# 技術開発の概要

## 概要:

- 木造スラブを一般化し、大型の事務所建築や集合住宅で使用可能な超軽量のプレストレスト集成材床スラブシステムを開発した。
- 床スラブシステムの構造性能や耐火性を改善し、木造はもちろん鋼構造・鉄筋コンクリート造など広範囲な構造躯体で使用できるように工夫した。
- 特に、大スパン構造の長期床荷重を支持可能な床スラブシステムを、集成材とプレストレスト技術を組合わせて実現した。

## 構造性能評価の内容:

- ◆ プレストレスト集成材曲げ部材の力学特性評価
  - プレストレスを導入可能な矩形またはT形断面集成材梁の開発
  - プレストレスの導入に必要な定着具の開発と緊張材の耐久性確保の手段開発
  - プレストレスト集成材梁の曲げせん断特性の評価
- ◆ 集成材を用いた本スラブシステムのダイアフラム効果の定量化
  - 開発した本スラブシステムのスラブ面内剛性は、無視して設計する方針を採用
  - 使用性向上のため、部材間のすべり(鉛直方向, 水平方向)を止める工夫を提案した。
- ◆ プレストレスト集成材床スラブシステムの設計法確立
  - スラブの設計法は、日本建築学会の木質構造設計規準(許容応力度, 許耐力設計法)に基づいて行うことが可能。
  - 定着や接合部の設計法, 耐火設計法の提案

# 技術開発の先導性・効率性・ 実用化の見通し

## ● 技術開発の先導性および効率性

### ◆ 画期的な軽量木質スラブシステムの提案

- 比重がコンクリートの1/4程度である集成材を使用して超軽量床スラブシステムを構築し、建物重量を大きく低減することで、大型の事務所建物および集合住宅の耐震性を向上させる技術開発を行った。
- コンクリートに代わって集成材を使用することで、地球温暖化対策にも大きく貢献できる。環境にやさしい材料を積極的に都市の大型建築物に取り入れること、森林産業の育成に貢献する方法を提案できた。

### ◆ 実物大の試験体を用いて数多くの実験を行い、提案スラブシステムの構造性能を3年間で検証したことは、本開発研究の高い効率性の一端を示す。

## ● 実用化・市場化の見通し

### ◆ クリープ性状を除く構造上の問題をほぼ解決した研究成果は、建物の力学的特性の向上、地球環境への負荷低減、RC造やS造の高層大型な広範囲な建物への応用など多岐に渡るもので、実用化に大きく近づいている。耐火性の問題が、実用化を阻む最も直近の課題である。

### ◆ 提案する構造システムを有する大型建築物を建設するためには、公的機関の認定を受けなければならないことも課題である。

# 技術開発の完成度、目標達成度

## ● 構造性能評価

### ◆ プレストレスト集成材曲げ部材の力学的特性評価

- 緊張材の耐久性確保の手段を提案（100% 被膜型アンボンドPC鋼棒の採用）
- プレストレスト集成材梁の曲げせん断特性の評価（90% 曲げ耐力, せん断耐力, シャチの評価）
- クリープ性能の定量化実験（75% クリープ係数0.2程度）

### ◆ プレストレスト集成材床スラブシステムの施工性と構造性能の検証

- スラブシステムの面内剛性を無視し, 設計には架構の3D解析を用いる方針を検討（90% 5層RC造モデルの地震応答解析実施, 使用性に関しては, ずれ止め検討）
- 複数のT形梁から形成される床スラブシステムの施工性確認（85% — 支持金物の開発）

## ● 実設計に関する課題解決

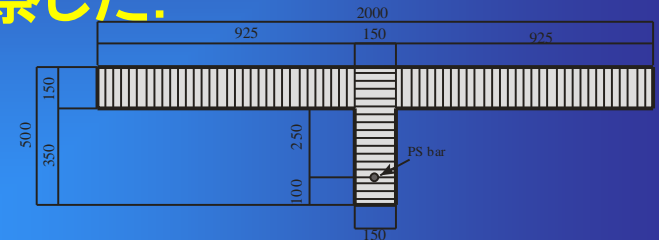
### ◆ 耐火性

- 耐火性能向上の提案（80% — 耐火集成材の適用, 耐火ボードの使用, 数階おきのRC造燃えどまり層の設置）

# 技術開発に関する結果(成功点)

- 大型構造物で使用可能な集成材床スラブの形状, 製作方法, 周辺架構との接続方法などについて考察した.

- プレストレスト集成材実大T形梁9体の曲げせん断実験を行い, 短期荷重時およびクリープ時の性状を把握した.



- ◆ 集成材T形梁床スラブにPC緊張材を組み込んだ合成構造の高い力学性能が証明できた。

- ◆ 提案した支持金物を用いれば, T形梁の梁せいを保持しつつ, 曲げ耐力を十分に発揮できる。

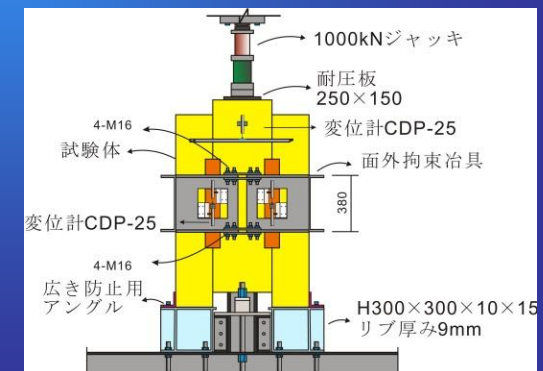
- ◆ クリープは, 日本建築学会の木質構造設計 規準に基づく予測下限値に近い値(相対クリープ約**1.3**)



- 使用性向上のための提案

- ◆ T形梁が軸回りに回転して使用性を損なわないための回転防止機構を提案

- ◆ T形梁同士のせん断滑り抵抗を確保する車知の提案 (カラマツ集成材試験体**24**体の**2**面せん断実験)



# 技術開発に関する結果(残された課題)と 今後の見通し

- 大型建物で木造スラブを用いることの耐火性検証作業
  - ◆ 耐火集成材の適用, 耐火ボード, 数階おきのRC床燃えどまり層の提案をしたが, 基本的に大型構造物で「木」が燃えることの拒否反応が大きい.
- クリープ性状確認実験の継続
  - ◆ 2013年12月でほぼ開始3年を迎える. 載荷場所の継続確保を行うことが課題である.
- 竹中工務店は大阪木材仲買会館で集成材を用いた延床面積**1093**平米の**3層**建物を設計施工しており, 大型木造建築に対する関心や需要は高いと考えられる. 設計者や施工者が耐震性能や環境に対する意識を変えることで, このような大型木造建築物に本提案システムを適用できれば, 本技術は今後益々発展していくと思われる.