

平成22年度～平成22年度
住宅・建築関連先導技術開発助成事業
補足説明資料

2012年 9月

ビル建築の耐震性と施工性の向上に資する
鋼・ALC複合型軽量床版の開発 (分野:安全)

技術開発の構成員

- ・株式会社竹中工務店 (技術研究所 岡日出夫)
- ・国立大学法人豊橋技術科学大学 (建築・都市システム学系 教授 山田聖志)

建物(躯体)の
「軽量化」

構造・生産の
合理化

環境への
配慮

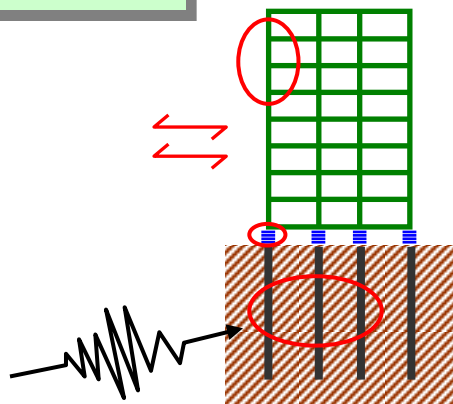
軽量化の価値・多くのメリット

構造

- 躯体のスリム化
- 基礎・杭の削減
- 耐震性の向上

生産

- 運搬・揚重労力の削減
- 仮設資材の削減
- 工期の短縮
- 組立・改修・解体の容易性



環境

- 省エネ・省資源
- CO₂排出量の削減
- 資源循環の促進

躯体重量の約半分を占める
床の軽量化を図る

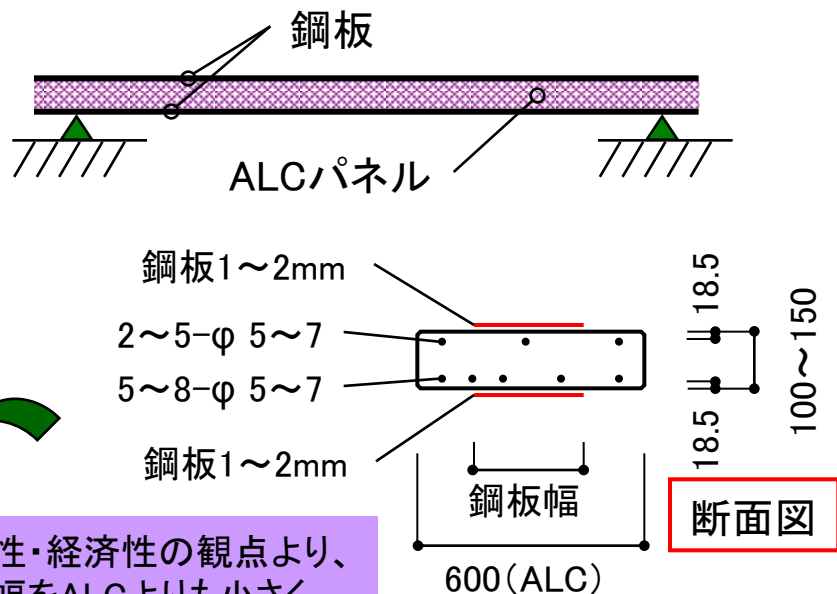
軽量床システム

【目標(対在来スラブ)】

- ・自重 = 半分程度
- ・性能・コスト = 同程度



■ 検討対象とした鋼・ALCサンドイッチ床版



生産性・経済性の観点より、鋼板幅をALCよりも小さくすることにも着目



接着剤の塗布



鋼板の貼付け

■ 重量、等価曲げ剛性の比較

	自重 (N/m ²)	等価曲げ剛性 (N・mm ² /600mm)
通常のALCパネル床版	960 (0.81)	4.93 × 10 ¹¹ (0.23)
鋼・ALCサンドイッチ床版	1,180 (1.00)	2.13 × 10 ¹² (1.00)
デッキ合成スラブ	2,700 (2.29)	2.09 × 10 ¹² (0.98)

() : 対 鋼・ALCサンドイッチ床版

■ 接着剤をパラメータとした要素試験体の曲げ実験

これまで用いていた製品

分類	接着剤名	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング率 (N/mm ²)	コスト比
エポキシ樹脂系	E258	49.9	25.2	2,140	1.00
	E250	61.9	28.7	2,773	0.73
	E520	14.7	9.2	170	0.43
変成シリコーン樹脂系	ボンドエフレックス	—	1.85	2.96	0.52
	MOS1008	—	2.24	1.86	0.80

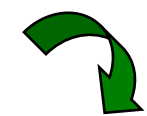
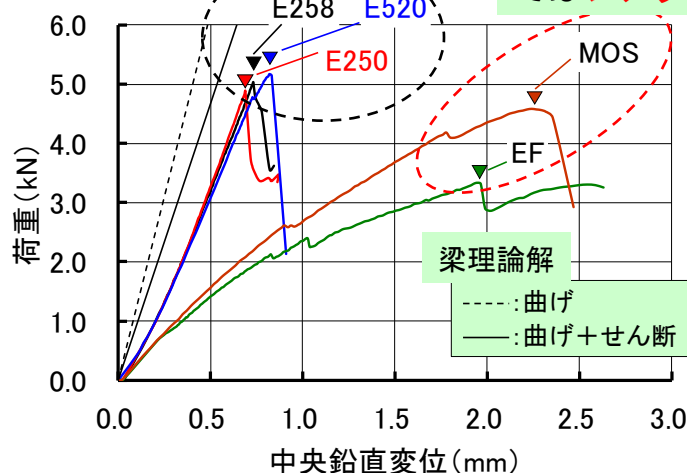
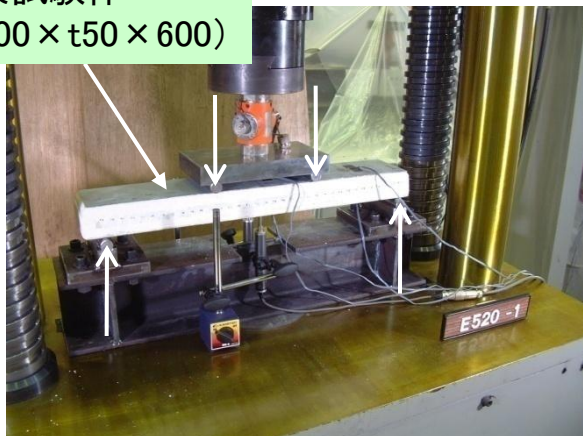
低ヤング率の接着剤

本事業で選定

エポキシ樹脂系(3種類)に差異なし

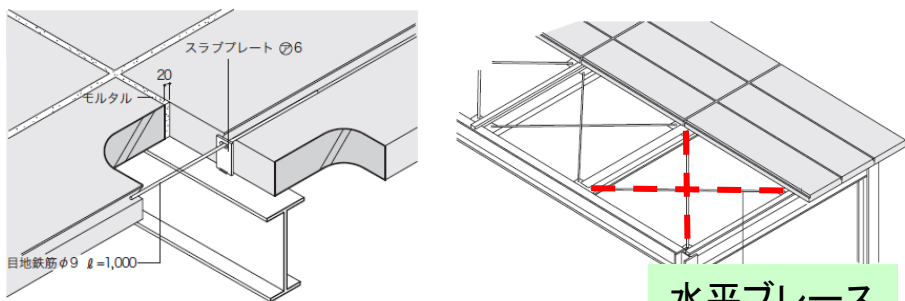
変成シリコーン樹脂系ではシアラグ発生

要素試験体 (b100 × t50 × 600)

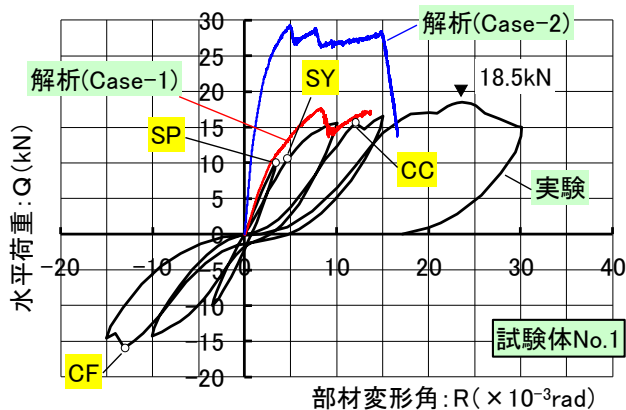
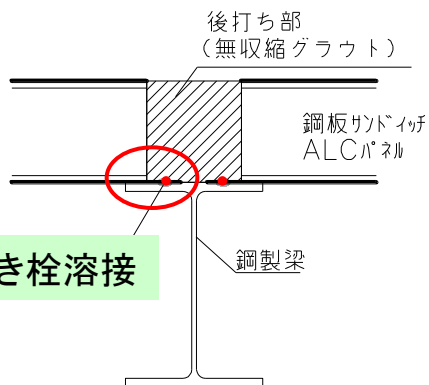


強度・ヤング率の小さいエポキシ樹脂系接着剤でも問題なし
⇒ 接着剤の変更 / コストダウン

■ ALC床の標準工法(敷設筋構法)

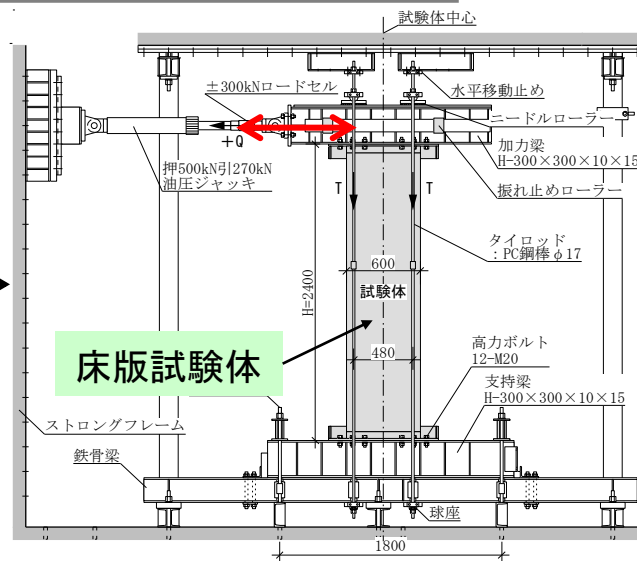


鋼・ALCサンドイッチ床版／
下面鋼板と梁材の溶接接合ディテールの検討



荷重—変形角関係の例

■ 面内せん断実験の実施



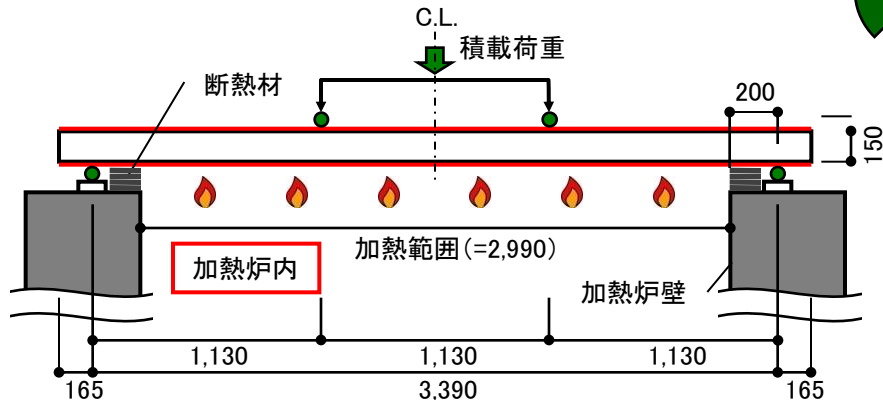
破壊状況 (鋼板の剥離)

面内せん断特性の把握

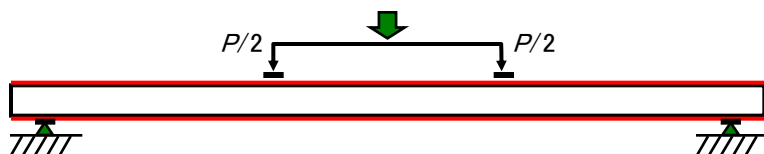
- ・ 鋼板端部の剥離で破壊
- ・ 面内剛性は、剛床仮定の成立に対しては不十分

- 耐火被覆のない薄鋼板を有機系接着剤で接着
 - 含水率の高い(今回約37%)ALCを鋼板で覆う
- ⇔ (通常の実験では5%に要調整)

2時間の载荷加熱実験



さらに
加熱経験後の曲げ実験 (非加熱試験体との比較)

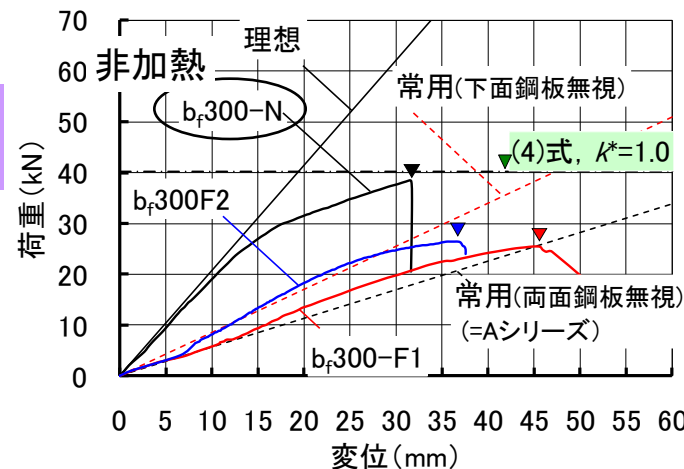


積載荷重



- ・鋼板の脱落、火炎の噴出等は発生しない
- ・たわみ、たわみ速度、上面温度はいずれも合格

曲げ実験の例
(鋼板幅300mm)



- ・加熱経験後の鋼・ALCサンドイッチ床版の耐力は、基の床版(鋼板無し)と同等以上を維持

■技術開発成果の先導性

床材用途としての
ALCパネルに着目

ALCパネルの8割以上は壁材用途

ALCパネルと異種材料
(鋼板)との複合化

複合化の研究は皆無

先導性の高い開発

■市場化・実用化の状況

当面の課題

コスト競争力

デッキ合成床より割高
⇒量産化手法の確立に
よるコストダウン

法規上の制約

有機系接着剤の制約
⇒耐震改修、木質構造
等を足掛かりに



軽量床版の想定市場

床面積の大きい建築物



(超)高層事務所



大型商業施設

軟弱地盤地域



■技術開発の効率性

◎竹中工務店
／研究人員・開発費・実験施設

◎豊橋技術科学大学
／研究実績・解析技術

役割分担

協力体制

ALCメーカー

接着剤メーカー

効率のよい開発

■ 目標達成度

課題(0) 鋼・ALCサンドイッチ床版の基本特性
(=本事業以前)

本事業の課題

課題(1) 接着剤

接着剤のパラメータ実験
⇒接着剤のコストダウン

課題(2) 接合部と面内せん断特性

溶接接合＋面内せん断実験
⇒面内せん断剛性は不足 (＝目標未達)

課題(3) 耐火性能

2時間载荷加熱実験＋加熱後の曲げ実験
⇒2時間耐火の性能あり

■ 実技術開発の完成度

構造(面外)・耐火の両面で成立
⇒技術的には、直ちに適用可能

面内せん断剛性は不足
⇒在来工法に準じ、水平ブレースを
用いれば適用可能



水平ブレースを用いた
ALCパネル床版の例

■成功点

実現性の高い軽量床版システムの提案
⇒鋼・ALCサンドイッチ床版

高剛性

軽量性

耐火性

比較的安価

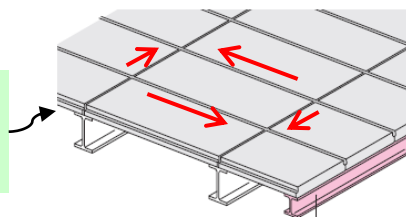
製造容易性

■残された課題

◎技術面：
面内せん断剛性の確保

◎コスト面：
デッキ合成床相当までのコストダウン

◎法規制面：
有機系接着剤の構造材としての使用承認、
設計法の構築

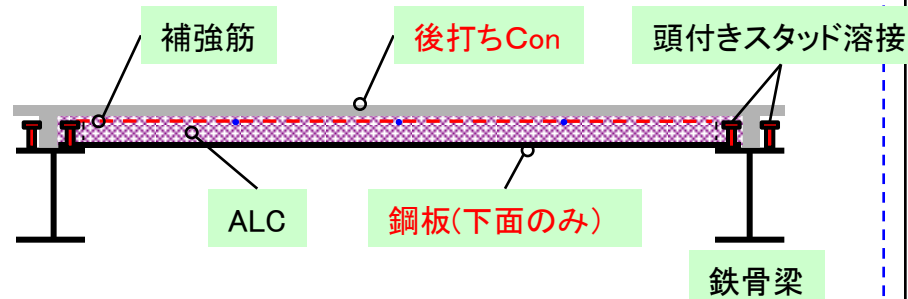


■今後の見通し

残された課題の継続検討

各種性能、生産性の向上を意図した
構造システムの改良研究

(例) 鋼板片面+ 後打ちCon一体化の案



- ・固定度・面内剛性の向上
- ・上面の不陸調整の容易化
- ・遮音性能の向上
- ・ ..等