

既存建築物の再生・活用(その2) ～空間拡大における構造上の課題と それを解決するための技術開発～



構造研究グループ 上席研究員
福山 洋

はじめに

● 既存建築物の長期的な活用

- 地球環境負荷低減の観点から不可欠
- 従来は使い勝手の悪さから取り壊しが多かった
- 使い易さに関する住まい手からの **要求を充足**

● 空間拡大・・・要求の一つ

- 面積的な狭さ、空間的な **狭さの改善**
- 現代の人々が **求めている住空間のイメージ**に近づける

- 例1) **壁開口の設置**・・・横方向へ導線を拡げる
- 例2) **床開口(吹き抜け)の設置**・・・高い階高の確保
- 例3) **梁せい低減**・・・梁下寸法の確保

空間拡大の要求



梁せい低減前



梁せい低減後

空間拡大が構造性能へ及ぼす影響

- 床の開口設置
… たわみ・振動の増大？ **剛床仮定の不成立？**
- 壁や梁の開口設置
- 梁せい低減
… **強度・剛性の低下**、各部材の**応力バランスの変化**



建築物の構造性能を低下させる

空間拡大技術の開発

- **背景:**
技術的知見の不足 → 躯体改造はタブー
- **目的:**
空間拡大に必要な構造技術・評価法を開発
- **基本方針:**
空間改造後も元の部材の構造性能を確保する
→ 構造バランスが変化せず、当初の構造計算が活かされる
- **位置付け:**
(独)都市再生機構との共同研究

各空間拡大技術の構造設計上の検討項目 ①

ア) 梁せいの低減

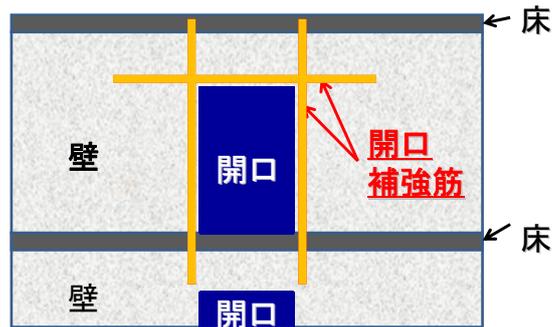
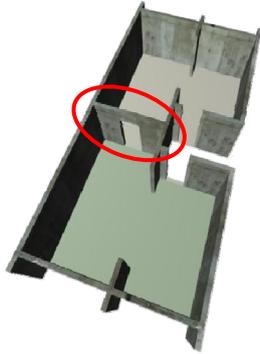
- ・ 元の梁と同等の剛性・耐力を確保
- ・ 梁端部での主筋の定着確保
- ・ 梁端部で、曲げモーメント&せん断力が伝達可能



各空間拡大技術の構造設計上の検討項目 ②

イ) 壁の開口設置

- ・ 壁式構造の必要な壁量の確保 (or 保有耐力の確保)
- ・ **開口補強筋等の端部定着確保**
- ・ 連層開口となる場合の境界梁の構造安全性



各空間拡大技術の構造設計上の検討項目 ③

ウ) 床の開口設置

- ・ 剛床仮定成立の確認
- ・ 床撤去の場合、隣接床の主筋定着の確保
- ・ 切断された鉄筋のかぶり厚さの確保



空間拡大における構造設計上の検討項目 ④

エ) 梁のあと抜き貫通孔の設置

- ・元の梁と同等の剛性・耐力を確保
- ・梁に設ける小開孔の取り扱い



空間拡大における構造設計上の検討項目 ⑤

オ) 減築

- ・剛性率・偏心率の確認(ルート1は不要)
- ・減築した下の階の耐力壁縦筋の定着の確保



空間拡大における構造設計上の検討項目 ⑥

カ) 床のたわみ・振動性状の改善 ・床のたわみや振動性状の確認



空間拡大における構造設計上の検討項目 ⑦

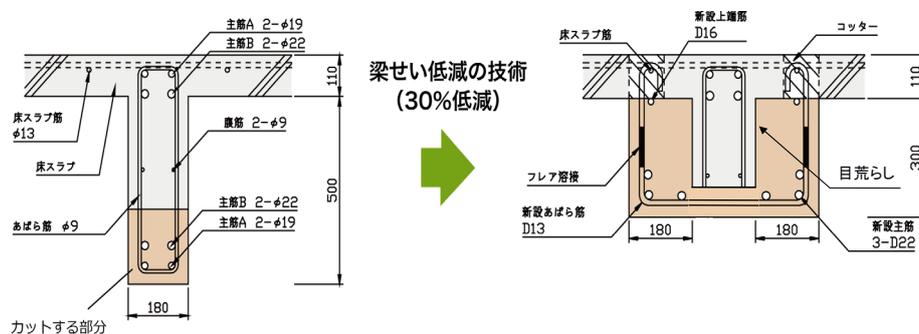
キ) バルコニーや廊下の新設 ・新設床の支持方法や主筋定着方法の確認 →(あと施工アンカーを用いる場合の設計法)



空間拡大技術の開発 における検討項目

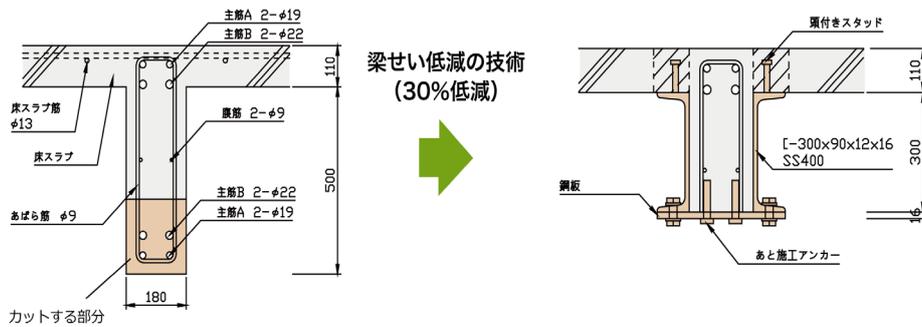
- 1) 梁せい低減技術
- 2) 壁の開口補強技術
- 3) 梁のあと抜き貫通孔補強技術
- 4) 床のたわみ・振動性状の改善技術
- 5) あと施工アンカーの設計
(長期設計は建築基準整備促進事業にて検討)

梁せい低減技術 (1) RC梁による補強方法



(検討対象: 日本住宅公団 65-5N-3K-3 型標準住棟)

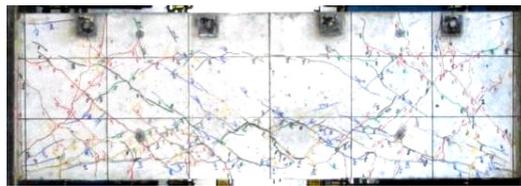
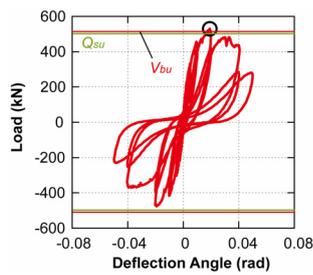
梁せい低減技術 (2) 鉄骨梁による補強方法



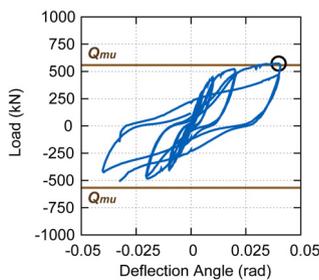
梁せい低減の技術
(30%低減)

(検討対象: 日本住宅公団 65-5N-3K-3 型標準住棟)

実験による妥当性の検証



RC梁による補強



鉄骨梁による補強

実験結果

RC梁、鉄骨梁による補強の何れの方法も、**既存梁の耐力および剛性が確保できた**

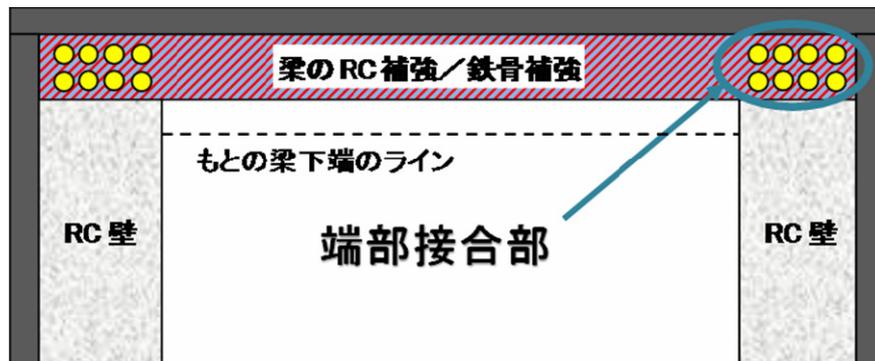
● RC梁による補強

既往の**曲げ耐力・せん断耐力・付着割裂耐力**の評価方法が適用可能

● 鉄骨梁による補強

「各種合成構造設計指針」の**終局曲げ耐力**の評価方法が適用可能

梁せい低減技術 梁壁接合部（端部接合部）



梁せい低減のためのRC梁または鉄骨梁による補強と
端部接合の概念図

梁壁接合部（端部接合部）



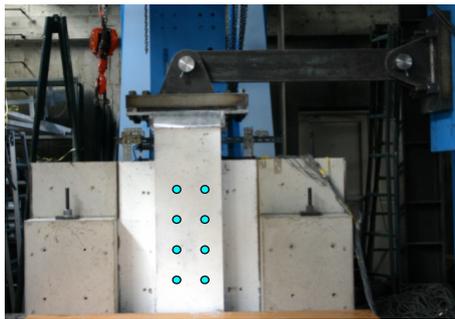
あと施工アンカーによる接合



PC鋼棒の圧着による接合

ひばりヶ丘実証施工現場

増設梁 - 壁接合部の構造実験



あと施工アンカーによる
RC梁の接合



PC鋼棒の圧着による
鉄骨梁の接合

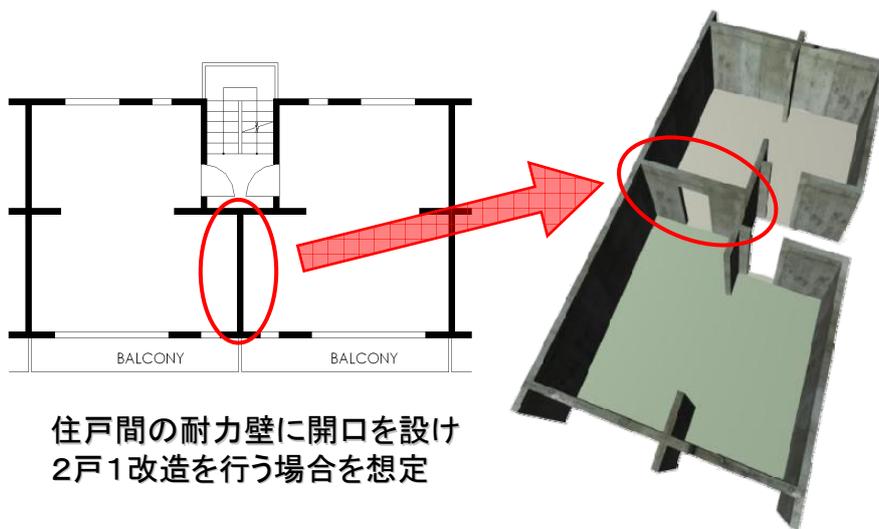
あと施工アンカーによる接合とPC鋼棒による接合のそれぞれについて、実験で得られた抵抗機構に基づき**接合部耐力評価法**を提案した。

梁の撤去 & 新設の例



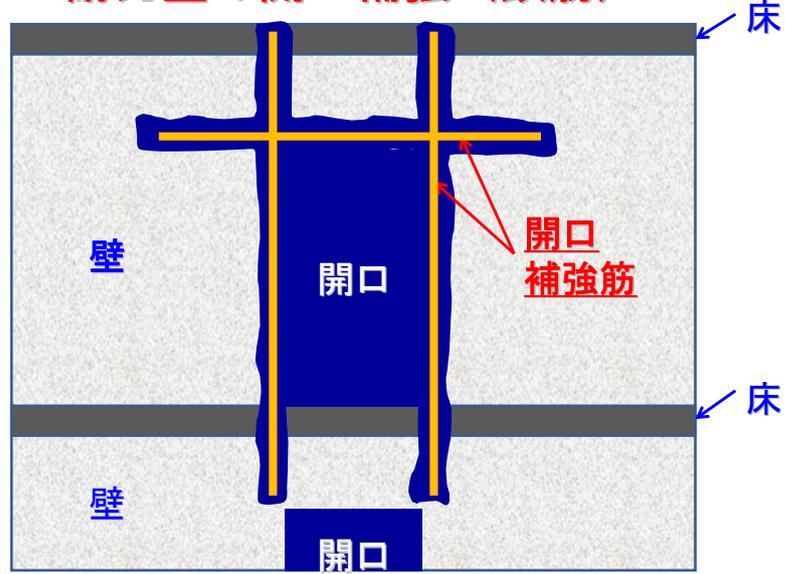
ひばりヶ丘実証施工現場

耐力壁の開口補強技術

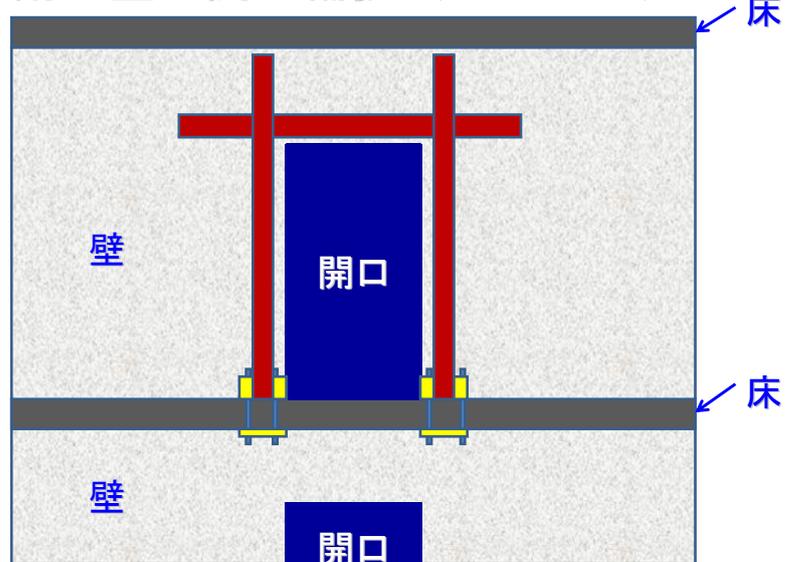


住戸間の耐力壁に開口を設け
2戸1改造を行う場合を想定

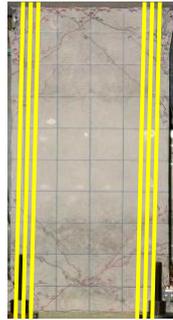
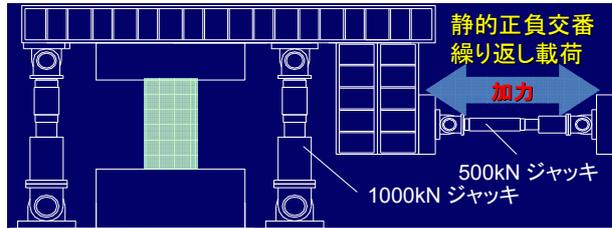
耐力壁の開口補強（鉄筋）



耐力壁の開口補強（CFシート）



荷重方法と 実験結果



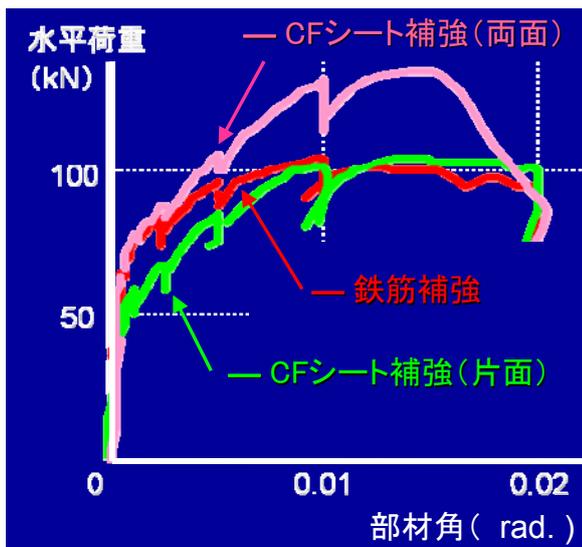
最終ひび割れ状況



RC規準による鉄筋補強
補強筋: 3-D6 (SD345)

CFシート補強
補強量: 両面(2層ずつ)

鉄筋補強とシート補強の比較

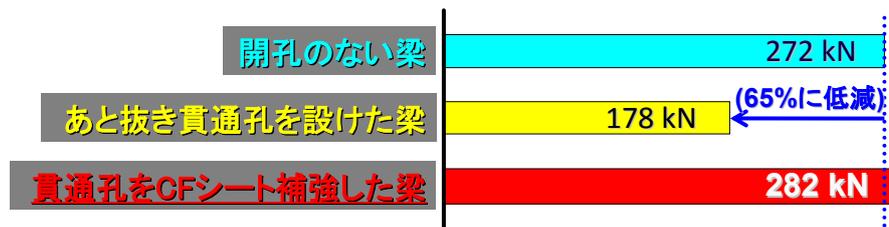


引張力に対し
CFシート補強は
鉄筋補強と
同等以上の
耐力・剛性を
発揮

梁のあと抜き貫通孔補強技術



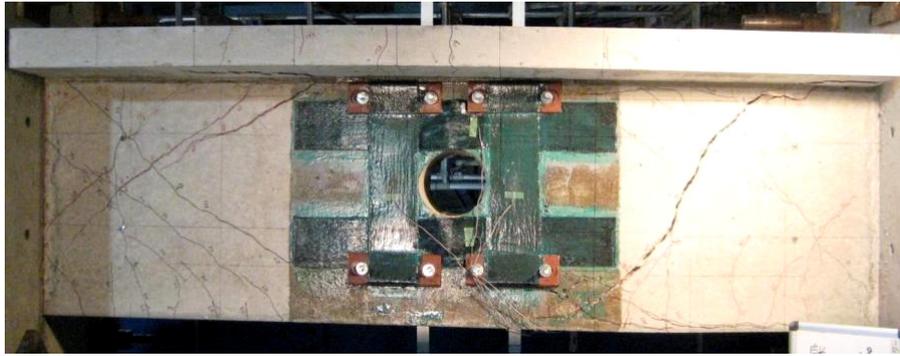
梁のあと抜き貫通孔補強技術 最大耐力の比較



開孔のない梁 あと抜き貫通孔を設けた梁 CFシート補強した梁

本技術により、補強梁のせん断耐力・剛性が元の開孔のない梁のレベルまで復活できることが確認された

基礎梁等のあと抜き貫通孔補強技術 (梁下にCFシートを貼付できない場合)



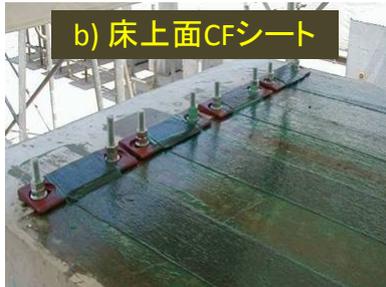
床のたわみ・振動性状の改善技術 劣化スラブの問題点

- たわみが大きい
→ クリープ・乾燥収縮
→ ひび割れの発生
- 揺れやすい
→ 端部固定度の低下
- 補強が難しい
→ ひび割れへの樹脂注入
→ コンクリートの増厚

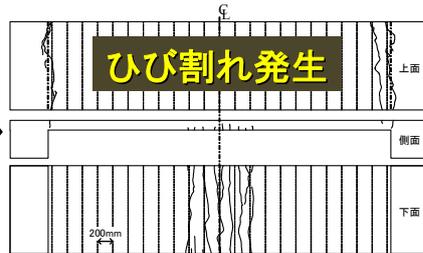


大きなひび割れが入った
床スラブ(下面)

床のたわみ・振動性状の改善



床の補強による性能確認実験 - 1



床の補強による性能確認実験 - 2

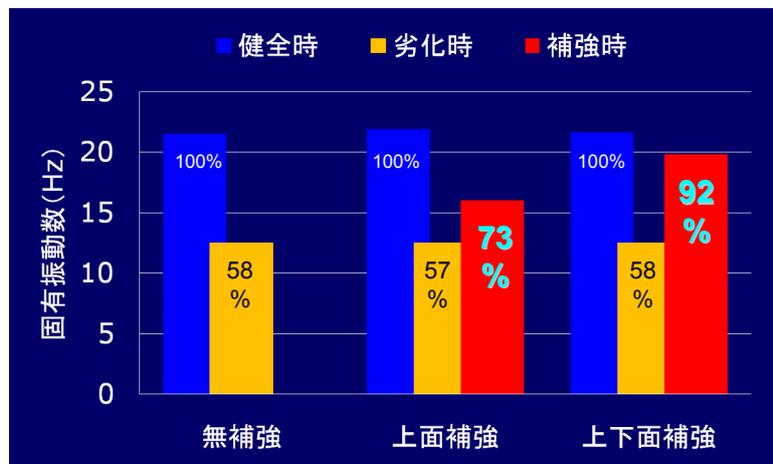


振動計測

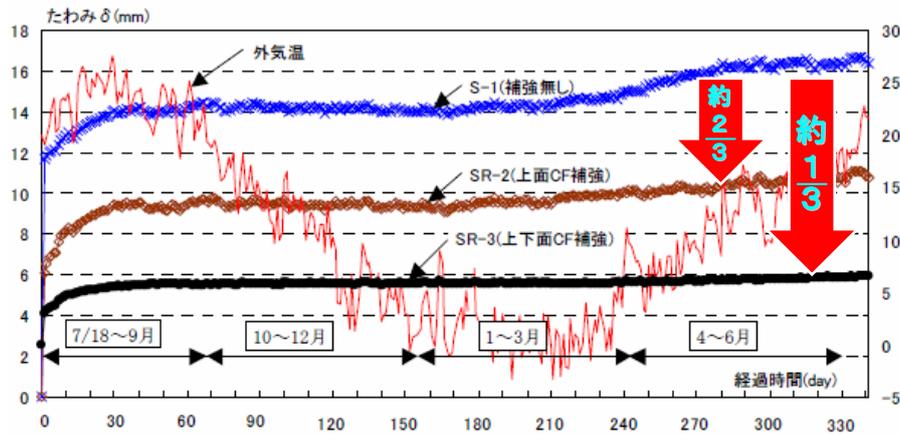


長期載荷

床のたわみ・振動性状の改善 固有振動数の測定結果



床のたわみ・振動性状の改善 長期载荷試験結果



空間拡大に関わる技術基準の取り扱い

- **大規模な修繕や模様替えの場合**
→ 構造安全性は、現行基準適合が求められる
- **それ以外の場合 (増築等を伴わない)**
→ 構造安全性は、設計者等による適切な判断に委ねられる
- **増築の場合 (バルコニーや外廊下の増設など)**
→ 2005年法改正により、増築部分の延べ面積が既存建築部分の延べ面積の1/2以下の場合、次のように緩和

「増築」の場合の構造安全性の検証方法

● 増築部分の構造安全性

→ 現行基準に適合させる

● 既存部分の地震に対する構造安全性

① 増築部分と既存部分をExp.Jで分離する場合:

→ **耐震改修促進法**に基づき確認 (耐震診断基準等が適用可能)

② 増築部分と既存部分をExp.Jで分離しない場合:

→ **現行基準の耐震計算**(許容応力度計算など)に基づき確認

→ 既存部分の**仕様規定適合は免除**(耐久性等関係規定を除く)

● 地震以外の荷重および外力に対する構造安全性

→ **許容応力度計算**により確認

各空間拡大技術で新たに必要となる検討 (Exp.J で分離しない増築がある場合)

1) 梁せい低減のための補強技術

→ **あと施工アンカー**による新設梁と既存梁の接合では、**長期 & 短期**の荷重に対する**構造安全性の検討**が必要

2) 壁開口設置、3) 梁貫通孔設置のための補強技術

→ **連続繊維補強材**とその定着用の**あと施工アンカー**は、何れも**短期**の荷重に対する**構造安全性の検討**が必要

4) 床のたわみや振動性状の改善技術

→ **連続繊維補強材**とその定着用の**あと施工アンカー**は、**長期 & 短期**の荷重に対する**応力計算**と、**長期たわみの検討**が必要

あと施工アンカーと連続繊維補強材の許容応力度

平13国交告第1024号(特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件)の抜粋

第1 特殊な許容応力度

14 **あと施工アンカーの**接合部の**引張り及びせん断の許容応力度は**、その品質に応じてそれぞれ**国土交通大臣が指定した数値とする。**

16 既存の鉄筋コンクリート造等の柱、はり等を補強するために用いる**炭素繊維、アラミド繊維その他これらに類する材料の引張りの許容応力度は**、その品質に応じてそれぞれ**国土交通大臣が指定した数値とする。**

大臣が強度の指定を行うことにより、長期・短期の適用が可能

あと施工アンカーと連続繊維補強材の許容応力度

平成18年 技術的助言

「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」

<対象>

連続繊維シートによる柱の巻き立て補強

RC壁の増設や枠付き鉄骨ブレースの増設

短期の許容応力度・設計法・施工法 が示された

- 本指針の**適用範囲内**で使用する場合
→ 速やかに、許容応力度・材料強度の指定を行う
- 本指針の**適用範囲外**で使用する場合
→ 個別事案ごとに設計・施工上の条件を付すことで対応

あと施工アンカーと連続繊維補強材の許容応力度

現在は、長期性能に関する技術的知見が十分には蓄積されていないため、**長期許容応力度の強度の指定は行われていない**



建築基準整備促進事業(H20-22年度)で、あと施工アンカーの**長期引張性能と長期せん断性能**に関する**実験**を実施

→ この成果を用いてあと施工アンカーの**長期許容応力度と床スラブの増設に関する設計方針**が整理された



空間拡大技術に関する設計・施工指針を整備

技術的助言

(適用範囲を拡大し、既存建築物の再生・活用を推進)

おわりに

既存建築ストックの有効活用を目指し

下記の技術とその構造性能評価方法を開発した

- 1) 梁せい低減技術
- 2) 壁のあと施工開口の補強技術
- 3) 梁のあと抜き貫通孔の補強技術
- 4) 床のたわみ・振動性状の改善技術

→ **元の建築物の構造性能を変えずに空間拡大を行うための技術として開発**

→ 「技術的助言」等への反映を目指す

今後の課題

住まい手からのさらなる多様な要求を充足できる技術



さらに自由度の高い空間改造技術と性能評価法の開発



各部材の元の性能に拘わらず、部材の形状や構造特性を自由に変化できる躯体改造技術と設計法の開発

ご静聴
有り難うございました

Building Research Institute
JAPAN