

# 建築研究資料

*Building Research Data*

No. 210

January 2024

## 既存壁式 RC 造共同住宅における躯体改造 技術に関する研究

Development on Skeleton Remodeling Techniques for Existing R/C  
Buildings

向井智久, 中村聡宏, 有木克良, 南部禎士, 田沼毅彦, 釜瀧和也, 塚本英司  
香取慶一, 岡部喜裕, 高光宏明, 秋山友昭, 沼田卓也, 北堀隆司  
*Tomohisa MUKAI, Akihiro NAKAMURA, Katsuyoshi ARIKI, Yuji NANBU*  
*Takehiko TANUMA, Kazuya KAMATAKI, Eiji TAUKMOTO, Keiichi KATORI*  
*Yoshihiro OKABE, Hiroaki TAKAMITSU, Tomoaki AKIYAMA,*  
*Takuya NUMATA, Takashi KITAHORI*

国立研究開発法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

National Research and Development Agency, Japan

国立研究開発法人建築研究所、関係機関及び著者は、  
読者の皆様が本資料の内容を利用することで生じた  
いかなる損害に対しても、一切の責任を負うもの  
ではありません。

## はしがき

人口減少・少子高齢化および未使用既存住戸（空き家）の顕著化等の社会問題を背景に、スクラップ&ビルドを脱却し、優良な既存ストックを有効活用することが望まれている。また、2050年のカーボンニュートラル社会の実現を標榜しており、既存ストックの有効活用による建築物の長寿命化は、有効な解決策の一つと位置づけられる。既存ストックを長期にわたって活用するにあたり、社会的な生活スタイルの変化に対応するための空間改造の需要があり、戸境壁への開口設置や床スラブの増設・撤去など、建築物の構造性能に影響を与えうる躯体改造に関する技術開発が求められる。

これまでに建築研究所では、第2期中期計画（平成18～22年度）において、既存建築ストックの再生・活用手法に関する研究が実施され、構造安全性能を向上させる技術について個別技術の可能性が検討された。検討における基本方針として「空間改造を行った後も元の部材の構造性能を確保する」を挙げており、そのことが自由な空間確保の制限となることから、空間改造後に構造物全体の構造性能を評価する方法の確立が必要とされた。

一方で、躯体改造において有用な新技術として、従来耐震改修に用いられていたあと施工アンカーの活用が検討された。建築研究所では、第3期中期計画（平成23～27年度）で、新設される床の端部定着筋としてあと施工アンカーを用いることを想定し、あと施工アンカー単体の長期応力載荷試験法の開発等が実施された。また、平成27～29年度に建築基準整備促進事業「あと施工アンカーを用いた部材の構造性能確認方法に関する検討」による調査・研究が行われ、あと施工アンカーの施工品質管理に関する検討が行われた。さらに、第4期中長期計画（平成28～令和3年度）の「共同住宅の躯体改修においてあと施工アンカーを用いた部材の構造性能に関する研究」においては、低騒音・低振動あと施工アンカーを用いた部材の構造性能評価の検討が行われ、これらの技術的な背景に基づき、令和4年3月31日に平成13年国交告第1024号の一部が改正され、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いるあと施工アンカーについて強度指定を行うことができるようになった。

本稿では、主に建築研究所第4期中長期計画（平成28～令和3年度）期間に実施された一般課題「既存中低層鉄筋コンクリート造建築物の空間拡大技術の開発」「既存ストック有効活用に向けた既存中低層鉄筋コンクリート造建築物の躯体改造技術の開発」における研究成果について取り纏め、既存中低層鉄筋コンクリート造建築物の機能性を向上させることで、既存ストック活用を促進するための技術開発結果について報告する。

令和6年1月

国立研究開発法人 建築研究所  
澤地 孝男（理事長）

# 既存壁式 RC 造共同住宅における躯体改造技術に関する研究

## 概要

人口減少・高齢化・未使用既存住宅（空き家）が顕著化する一方で、気候変動の影響による自然災害が頻発していることから、2050年のカーボンニュートラル社会の実現を標榜しており、既存ストックの有効活用、建築物の長寿命化が求められている。

本稿では、既存中低層壁式鉄筋コンクリート造（以下、RC造）建築物の機能性を向上させることで、既存ストック活用を促進するための技術開発結果について報告する。本研究においては、水平方向への面積規模拡大やエレベーターの増設に合わせた住棟内共用廊下の新設などを目的とした耐力壁への開口新設、および、居住性能を高めることを目的とした床スラブの新設について検討した。

床スラブの新設については、主筋の定着に接着系あと施工アンカーを用いた場合の長期性能および終局性能について、長期載荷実験および短期載荷実験により実験的に確認した。

また、耐力壁への開口の新設については、新設開口設置に伴い必要となる周辺部材の補強として、耐力壁端部の曲げ補強筋として接着系あと施工アンカーを用いる方法、および、壁梁部分の外付け壁梁による補強を提案し、その補強の有効性について部材実験・架構実験により確認している。また、新設開口設置および周辺部材の補強工事における、適切な品質管理体制について、実験試験体および実建物における新設開口施工実験を通じて明らかにしている。

壁式 RC 造建築物の躯体改造において、新設開口設置前後の建築物全体の構造性能を評価しうるモデル化手法について検討し、実験結果を再現できること、既存の RC 造共同住宅の構造性能を評価できることを示している。

最後に、これまで検討結果を踏まえ、構造耐力上の危険性が增大しないことを確認する方法として、適切にモデル化された建物解析モデルに基づく保有水平耐力計算により確認する方法を提案する。

## Summary

On the back of recognized social problems of depopulation, aging population and increasing vacant houses and profession of carbon neutral in 2050, effective use and prolongation of existing building stocks is required.

In this study, skeleton remodeling techniques for existing reinforced concrete buildings to improve building function is proposed to promote effective using of the building stock. Specifically, skeleton remodeling techniques for newly openings construct on structural wall to expand dwelling unit area and extend elevator hole, and newly floor-slab to improve residential environment is studied.

The long-term loading tests of newly floor-slab using post-installed adhesive anchors for main reinforcement anchorage was conducted on laboratory and existing building. Then, short-term loading tests to clarify seismic performance of these slabs was conducted.

When a newly openings constructed on structural shear wall, seismic retrofit for surrounding members is required. Seismic retrofit using post-installed adhesive anchors on the side wall of openings was proposed, and structural tests to clarify seismic performance of structural wall adopted proposed seismic retrofit was conducted. Seismic retrofit with external beams for the wall between a couple of openings was also proposed, and structural tests of wall beam with external beams was conducted. And then, construction and structural test of multi-story real-scale multi-story wall with multi-story newly openings and proposed seismic retrofit was conducted.

A modeling technique for existing wall building which is represented seismic performance of whole buildings was studied based on the experimental results and proposed.

Finally, to confirm seismic performance of existing RC wall building before and behind skeleton remodeling, seismic evaluation methods using the calculation of response and limit strength based on relevant modeling was proposed.

## 目次

### 第1章 序論

1.1 研究の背景.....	1-2
1.2 研究の目的.....	1-5
1.3 各章の概要.....	1-6

### 第2章 本研究で想定している改造時のあと施工アンカーの使用手法例

2.1 2章の概要.....	2-2
2.2 床スラブ新設.....	2-2
2.2.1 想定される改造計画.....	2-2
2.2.2 想定事例と実証実験の事例.....	2-4
2.3 耐力壁への開口新設.....	2-9
2.3.1 想定される改修計画.....	2-9
2.3.2 想定事例と実証実験の事例.....	2-11

### 第3章 あと施工アンカーを端部定着に用いたスラブ試験体の構造性能評価

3.1 実験の趣旨・概要.....	3-2
3.2 実大RC造試験体における長期荷重が作用した増設スラブの実験.....	3-4
3.2.1 実験計画.....	3-4
3.2.2 計画方針.....	3-4
3.2.3 設計方針・計算例.....	3-6
3.2.4 試験体計画・製作概要.....	3-11
3.2.5 加力・測定方法.....	3-23
3.2.6 実験結果.....	3-42
3.2.7 考察.....	3-97
3.2.8 まとめ.....	3-123
3.3 実建築物における実験結果.....	3-125
3.3.1 実験の主旨・概要.....	3-125
3.3.2 計画方針.....	3-125
3.3.3 設計方針・計算例.....	3-127
3.3.4 試験体計画・製作概要.....	3-127
3.3.5 加力・計測方法.....	3-134
3.3.6 実験結果.....	3-147
3.3.7 考察.....	3-182
3.3.8 まとめ.....	3-205
3.4 スラブ増設に用いる接着系あと施工アンカーの引張特性.....	3-207
3.4.1 試験の目的・概要.....	3-207
3.4.2 試験体.....	3-208

3.4.3	試験方法・加力方法 .....	3-213
3.4.4	測定方法 .....	3-214
3.4.5	設計荷重について .....	3-217
3.4.6	実験結果 .....	3-220
3.4.7	考察 .....	3-273
3.4.8	まとめ .....	3-282
3.5	まとめ .....	3-283

#### 第4章 既存壁式構造物において下階壁面内に施工される接着系あと施工アンカーの引張特性

4.1	目的 .....	4-2
4.2	あと施工アンカーの引張実験概要 .....	4-2
4.2.1	定着用試験体概要 .....	4-2
4.2.2	あと施工アンカー試験体概要 .....	4-3
4.2.3	使用材料の特性 .....	4-6
4.2.4	加力方法 .....	4-10
4.2.5	あと施工アンカーの設計 .....	4-11
4.3	あと施工アンカーの引張実験結果 .....	4-13
4.3.1	荷重変形関係および破壊性状 .....	4-13
4.3.2	実験結果の比較 .....	4-21
4.3.3	あと施工アンカーの耐力評価 .....	4-23
4.3.4	アンカー筋の付着性状 .....	4-24
4.3.5	抜け出し変位の分析 .....	4-28
4.4	実構造物におけるあと施工アンカーの引張実験概要 .....	4-29
4.4.1	対象構造物の概要 .....	4-29
4.4.2	あと施工アンカー試験体概要 .....	4-30
4.4.3	あと施工アンカーの特性 .....	4-31
4.4.4	既存躯体コアの材料特性 .....	4-32
4.4.5	加力方法 .....	4-33
4.5	実構造物におけるあと施工アンカーの引張実験結果 .....	4-34
4.5.1	荷重変形関係および破壊性状 .....	4-34
4.5.2	あと施工アンカーの耐力評価 .....	4-35
4.5.3	実験室試験体との比較 .....	4-36
4.6	まとめ .....	4-37
	参考文献 .....	4-37

#### 第5章 壁式架構における新設開口設置に伴う補強部材の構造性能

5.1	はじめに .....	5-2
5.2	短辺耐力壁実験 .....	5-3
5.2.1	試験体概要 .....	5-3

5.2.2.	加力計画 .....	5-7
5.2.3.	計測計画 .....	5-8
5.2.4.	実験結果 .....	5-15
5.2.5.	実験に基づく考察 .....	5-145
	参考文献 .....	5-172
5.3	長辺耐力壁実験 .....	5-173
5.3.1.	試験体概要 .....	5-173
5.3.2.	加力計画 .....	5-176
5.3.3.	計測計画 .....	5-177
5.3.4.	実験結果 .....	5-187
5.3.5.	実験に基づく考察 .....	5-263
	参考文献 .....	5-304
5.4.	壁梁実験 .....	5-305
5.4.1.	試験体概要 .....	5-305
5.4.2.	加力計画 .....	5-307
5.4.3.	計測計画 .....	5-308
5.4.4.	実験結果 .....	5-313
5.4.5.	実験結果に基づく考察 .....	5-379
	参考文献 .....	5-390
5.5.	せん断要素実験 .....	5-391
5.5.1.	実験目的 .....	5-391
5.5.2.	試験体概要 .....	5-391
5.5.3.	加力計画 .....	5-395
5.5.4.	計測計画 .....	5-396
5.5.5.	実験結果 .....	5-396
5.5.6.	実験結果に基づく考察 .....	5-402
	参考文献 .....	5-407
第6章 新設開口設置に伴い補強された壁式架構の構造性能		
6.1	はじめに .....	6-2
6.2	実験計画 .....	6-2
6.2.1	試験体概要 .....	6-2
6.2.2	加力計画 .....	6-10
6.2.3	計測計画 .....	6-11
6.3	実験結果 .....	6-17
6.3.1	荷重変形関係と損傷経過 .....	6-17
6.3.2	あと施工アンカーが負担した付着応力 .....	6-99
6.3.3	あと施工アンカーの引張耐力の算定 .....	6-105
6.4	解析における検討 .....	6-107

6.4.1	解析概要	6-107
6.4.2	架構のモデル化	6-108
6.4.3	部材のモデル化	6-115
6.4.4	各部材の骨格曲線	6-144
6.4.5	解析結果	6-154
6.4.5.2	実験結果と解析結果の比較	6-155
6.4.5.2.1	1本柱置換モデルにおける耐力壁の構造芯・せん断形状係数の比較	6-155
6.4.5.2.2	1本・3本柱置換モデルおよびMSモデルの比較	6-164
6.5	まとめ	6-167
	参考文献	6-168

## 第7章 RC造共同住宅を対象とした躯体改造計画と解析検討

7.1.	検討目的・内容	7-2
7.2.	建築物概要	7-3
7.2.1	材料強度	7-3
7.2.2	建築物情報	7-4
7.3.	各部材配筋	7-9
7.3.1	耐力壁部材	7-9
7.3.2	壁梁配筋図	7-20
7.3.3	スラブ	7-32
7.4.	耐力壁軸力、地震時水平力の算定	7-35
7.5.	躯体改造前の建築物の静的増分解析に基づく安全性の検証	7-39
7.5.1	解析概要	7-39
7.5.2	部分モデル解析結果	7-85
7.5.3	全体モデルの桁行方向解析結果	7-87
7.5.4	全体モデルの張間方向解析結果	7-103
7.6.	躯体改造後の建築物の静的増分解析に基づく安全性の検証	7-118
7.6.1	躯体改造方針	7-118
7.6.2	新設開口周辺部材の補強方法	7-120
7.6.3	開口補強後の各部材配筋	7-122
7.6.4	あと施工アンカーの埋め込み長さの検討	7-125
7.6.5	解析概要	7-133
7.6.6	開口設置後における張間方向解析結果	7-135
7.7	まとめ	7-144
	参考文献	7-145

## 第8章 あと施工アンカーを用いて躯体改造を行った場合の施工実験

8.1	はじめに	8-2
8.2	施工手順と管理手法	8-2

8.2.1 壁式架構試験体を対象とした検討.....	8-2
8.2.2. T 団地住棟を対象とした検討 .....	8-16
8.3 あと施工アンカーの検査手法の検討.....	8-71
8.3.1. 壁式架構試験体を対象とした検討.....	8-71
8.3.2. T 団地住棟を対象とした検討 .....	8-90
8.4 まとめ.....	8-135
参考文献.....	8-137

## 第9章 躯体改造のための構造設計指針

9.1 序論.....	9-2
9.2 建築物全体の検討 .....	9-4
9.2.1 検討方針と方法 .....	9-4
9.3 解析モデルを用いた構造性能の検証.....	9-7
9.3.1 架構のモデル化 .....	9-7
9.3.2 部材のモデル化 .....	9-10
9.4 使用性・機能性および損傷制御性の確認(許容応力度計算).....	9-34
9.4.1 使用材料および許容応力度 .....	9-34
9.4.2 応力および変形解析 .....	9-36
9.4.3 使用性・損傷制御性の確認 .....	9-38
9.5 安全性の確認 .....	9-39
9.5.1 耐震診断法 .....	9-39
9.5.2 保有水平耐力計算法 .....	9-42
9.6 基礎構造の検討.....	9-49
9.7 壁梁せい低減 .....	9-50
9.7.1 梁せい低減方法.....	9-50
9.8 戸境耐力壁への出入り口開口設置 .....	9-51
9.8.1 戸境耐力壁への出入り口開口設置方法.....	9-51
参考文献.....	9-55

## 第10章 結論

10.1 まとめ.....	10-2
10.2 今後の課題.....	10-7

## 付録1 壁式架構における新設開口設置に伴い補強された壁梁部の構造性能

付 1.1. はじめに.....	A1-2
付 1.2. 補修前実験.....	A1-2
付 1.2.1. 補修前実験試験体概要.....	A1-2
付 1.2.2 補修前実験加力計画.....	A1-4
付 1.2.3. 補修前実験計測計画.....	A1-5

付 1.2.4. 補修前実験結果.....	A1-8
付 1.3. 補修後実験.....	A1-36
付 1.3.1. 補修方法.....	A1-36
付 1.3.2. 補修後実験試験体概要.....	A1-38
付 1.3.3. 補修後実験加力計画.....	A1-39
付 1.3.4. 補修後実験計測計画.....	A1-40
付 1.3.5. 補修後実験結果.....	A1-46
付 1.4. 実験結果に基づく考察.....	A1-117
付 1.4.1. 破壊モードに関する考察.....	A1-117
付 1.4.2. 荷重変形関係の骨格曲線評価.....	A1-119
付 1.4.3. B-2'と B-3'の正載荷時における靱性能に関する考察.....	A1-127
付 1.4.4. 許容耐力時の損傷について.....	A1-128
付 1.5. まとめ.....	A1-132
参考文献.....	A1-132

付録 2 躯体改造後の建築物の大地震時の安全性の評価における保有水平耐力計算と耐震診断の留意点

付 2.1 はじめに.....	A2-2
付 2.2 既存 WRC 造建築物の保有水平耐力計算と耐震診断計算の比較.....	A2-2
付 2.2.1 建物概要.....	A2-2
付 2.2.2 準拠基規準、使用プログラム、材料強度、計算方針の概要.....	A2-7
付 2.2.4 保有水平耐力計算結果と耐震診断結果の比較.....	A2-8
付 2.3 保有水平耐力計算と耐震診断計算の留意点.....	A2-16
付 2.4 まとめ.....	A2-16

付録 3 UR 壁式賃貸住宅の躯体改造指針（案）（在来構造編）

付録 4 壁式鉄筋コンクリート造共同住宅の躯体改造指針（案）

## 執筆者一覧

第1章	向井智久（建築研究所／国土技術政策総合研究所），中村聡宏（建築研究所）
第2章	有木克良（建築研究所）
第3章	有木克良（前掲），香取慶一（東洋大学）
第4章	中村聡宏（前掲），有木克良（前掲），秋山友昭（東京ソイルリサーチ），沼田卓也（東京ソイルリサーチ）
第5章	向井智久（前掲），中村聡宏（前掲）
第6章	向井智久（前掲），中村聡宏（前掲）
第7章	向井智久（前掲）
第8章	中村聡宏（前掲），有木克良（前掲），北堀隆司（UR リンケージ），釜瀧和也（UR 都市機構）
第9章	向井智久（前掲），有木克良（前掲），南部禎士（UR 都市機構），田沼毅彦（UR 都市機構），岡部喜裕（力体工房），高光宏明（エスアンドエイチ）
第10章	向井智久（前掲），中村聡宏（前掲）
付録1	向井智久（前掲），中村聡宏（前掲）
付録2	塚本英司（UR 都市機構），釜瀧和也（前掲）
付録4	向井智久（前掲），中村聡宏（前掲）