

「建築物の耐震レジリエンス性能指向型設計・評価手法に関する研究」

（令和4年度～令和6年度）評価書（年度）

令和6年2月15日（木）
 建築研究所研究評価委員会
 構造分科会長 田才 晃

1. 研究課題の概要

（1）背景及び目的・必要性

人口減少・高齢化・未使用既存住宅（空き屋）が顕著化する昨今、地域の活力を維持しながら生活機能を確保し、高齢者が安心して暮らせるよう地域公共交通と連携したコンパクトに集約された都市形成の促進が近年強く求められている。そのような集約化された高機能な都市が巨大災害を受け、当該都市機能の一時的な停止が我が国の経済活動に与える影響は計り知れない。こういった将来求められている高機能な都市の地震後継続使用という観点において、例えば、再開発によって新たに建設される建築物や現在既に使用されている既存建築物が保有すべき耐震性能は明示されていない。そのような中、建築研究所においては、1995年の新構造総プロで示された方向性に基づき、2006年以降、「地震後の機能維持・早期回復」、「地震後の継続使用性確保」に資する耐震設計手法に関する検討を行い、個別の建築物の耐震性能評価法を提示している。また近年、日本建築学会特別調査委員会において耐震レジリエンス性能が議論され、建物性能の低下と復旧時間を指標とした検討が行われ、その結果が2020年に報告書として取りまとめられている。

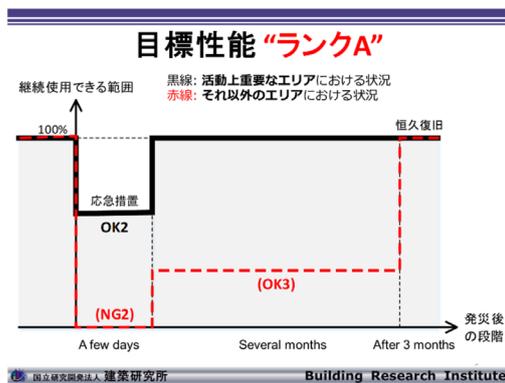


図 継続使用性確保のための要求性能
 (2017, 建築研究所)

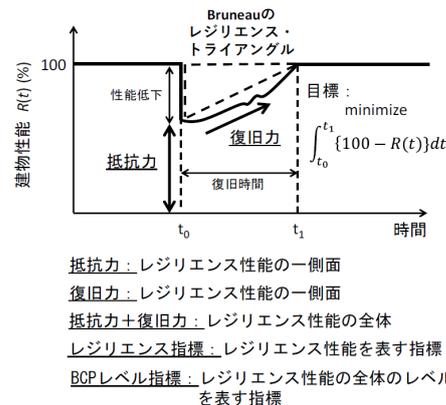


図 建物のレジリエンス性能指標等の概念
 (2020, 日本建築学会)

（2）研究開発の概要

本研究課題では、現行基準で許容される損傷軽減や迅速な被災判定により建築物のレジリエンス性を高めた建築物の推進を目的とし、耐震レジリエンス性能として耐震安全性能および復旧性能を考慮した建築物の設計手法構築に資する各種評価手法を大きく分けて以下の2つの項目を検討する。

1. 建築物の耐震レジリエンス性能の算定方法とその要求性能の提案
2. 建築物の耐震レジリエンス性能を確保する設計のための耐震性能評価技術の調査・開発

（3）達成すべき目標

以下のアウトプットを具体的な目標とする。

- ① 建築物の耐震レジリエンス性能の算定手法に関する技術資料
- ② 耐震レジリエンス性能を確保した建築物の設計・評価に関する技術資料

(4) 令和5年度の進捗・達成状況

事後評価における自己評価結果：a (目標を達成できた)

研究テーマ1：建築物の耐震レジリエンス性能の算定方法とその要求性能の提案

1) 建築物の耐震安全性および地震後復旧性を考慮した指標の整理と各種建築物への適用条件・方法の整理

① 建築物の地震後の耐震安全性と復旧性の評価手法の提案

耐震レジリエンス性能の評価に用いる耐震性能残存率Rについて、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、木造のいずれにも適用できる共通の考え方として、本震と余震（本震と同じものを想定）の2回の地震が連続して発生する事例を示した。最大変形による評価を行う場合（鉄筋コンクリート部材等に適用）は、余震によって減衰が低下し最大応答変形が増大する状況を、累積変形による評価を行う場合（鉄骨造の梁端等に適用）は、累積変形によって安全限界点時の変形が小さくなる状態を想定し、本震後に建物を使用しながら修復できるかどうかで損傷の程度を分類する方法を提案した。また、鉄骨造では、昨年度提案された梁端の修復方法について、任意のH形鋼を対象に修復の時間やコストが計算できるExcelプログラムの開発を行った。

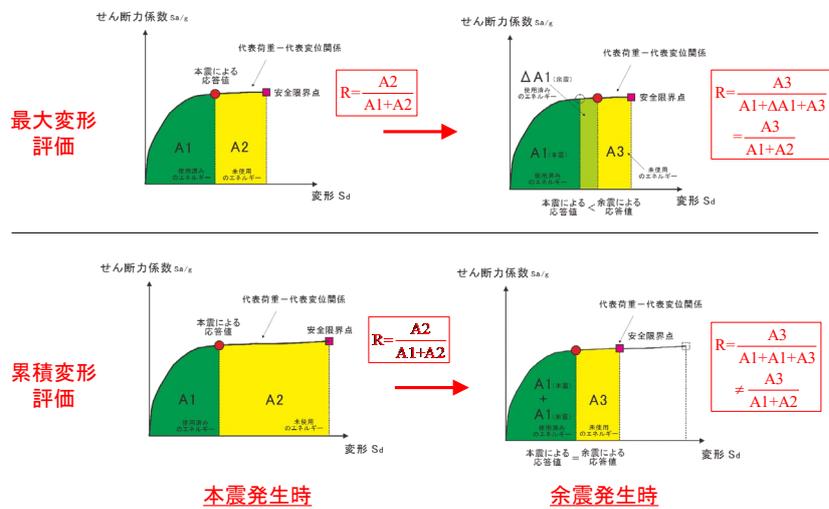


図 各構造に適用可能な耐震性能残存率の考え方の整理

スカフールド

梁サイズ				通しダイヤフラム	
ウェブ高さ	フランジ幅	ウェブ板厚	フランジ板厚	一回	厚さ
298	149	5.5	8	350	19

印刷
Excel出力

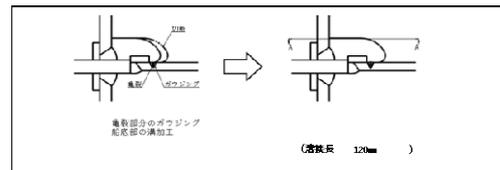
材料リスト

梁サイズ				通しダイヤフラム	
ウェブ厚さ	フランジ幅	ウェブ板厚	フランジ板厚	一回	厚さ
400	200	9	12	450	19
800	300	14	25	550	32
750	350	16	35	550	45

手順

1. 材料リストに計算対象の部材サイズを入力しておく
2. 入力フィールドに部材サイズをコピーペーストする
3. 印刷ボタンをクリックするとシートoutput1の計算結果がフォントのプリンタに印刷される (Misc欄は上記の操作となるが、Windows画面はプレビュー表示となる)
4. Excel出力ボタンをクリックするとシートSheet2にデータがコピーされる

スカフールドII sの造作 (H-298x149x5.5)



作業項目	作業内容	使用材料とその数量	材料費 (円)	作業時間 (min)		人件費 (円)
				工数 (人日)	人件費 (円)	
1	スカフールド削工	ウェブス等価: 5.5x90L, アセチレンガス	12L, 6	11.0	0.023	30,000
2	Hワザジグ	溝き	6mm, 2L	11.0	0.023	888
		溝き	120mm, ハウジング等	25g, 20	11.0	40,000
3	G仕上げ	仕上げ	22.2cal, 77	7.4	0.015	917
		仕上げ	5.5x90L, 鋼板等	22.2cal, 77	7.4	30,000
4	溶接板取付検査	ボウジング等の	鋼板等, 鋼板等	32.3	0.069	463
		鋼板等	鋼板等, 鋼板等	32.3	0.069	50,000
5	溶接	ボウジング等の	溶接ワイヤ	11.7	0.024	3,422
		溶接	溶接ワイヤ	34g, 23	11.7	40,000
6	外観検査、溶接板取付	溶接板取付	溶接板	12.4	0.026	975
		溶接板取付	溶接板	12.4	0.026	50,000
7	塗装	鋼板等の	鋼板等	2.7	0.006	1,262
		鋼板等の	鋼板等	2.7	0.006	30,000
合計				223	0.388	7,973

(a) 入力画面

(b) 自動計算の結果 (スカフールドII s の場合)

図 鉄骨造H形鋼梁端部の修復工数等の自動計算プログラム

研究テーマ2：建築物の耐震レジリエンス性能を確保する設計のための耐震性能評価技術の調査・開発

1) プロトタイプ建築物の選定と耐震レジリエンス性能向上のための耐震性能評価技術の検討

③ 耐震レジリエンス性能の評価対象となる部位の損傷・修復データの収集

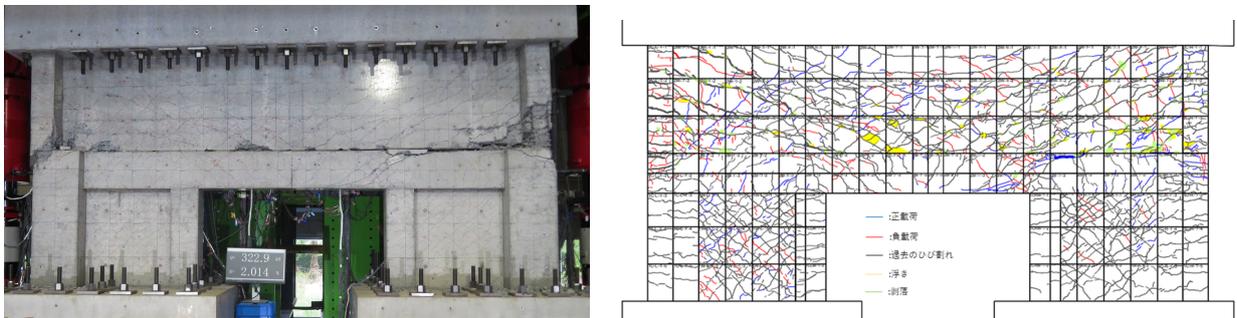
④ 想定建物を対象とした損傷量や修復時間等の試算

鉄筋コンクリート造、木造において、情報が不足している部材の損傷 DB と修復 DB を整備するための構造実験やデータ収集を実施した。具体的には、鉄筋コンクリート造では梁及び耐力壁の載荷実験における損傷データの収集及び梁試験体の修復を、木造では CLT 構造を対象とした修復方法の提案や、要素実験や架構実験における損傷データの収集を行っている。また、鉄骨造、木造において、想定建物を対象とした損傷量の予測や修復に必要な時間やコスト等の試算を行い、構造性能との関連を検証した。

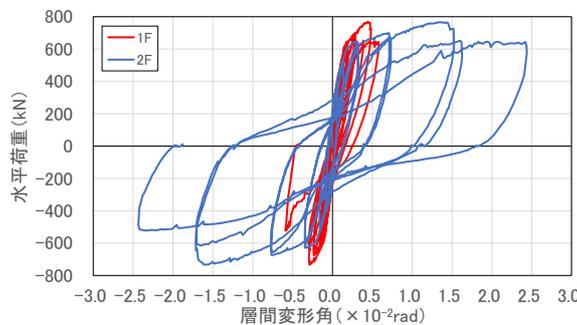
鉄筋コンクリート造

変形と損傷の関係が不足している曲げ降伏型の連層耐力壁を対象とした載荷実験を行い、耐力壁の損傷データの収集を行った。また、近年、構造計算における問題が指摘されている下階壁抜け部分の柱梁等に配慮した設計を行うことで、設計時の想定通りの崩壊機構が形成されることを確認した。

国総研の総プロ「社会環境の変化に対応した住宅・建築物の性能評価技術開発」で実施された実大梁試験体を用いた載荷実験と連携し、曲げ降伏型の梁部材を対象とした損傷データの収集を行った。同時に既往手法の見直しを行い、梁部材の損傷状況に応じた修復方法への更新を行うと共に、本年度中に梁試験体の修復を行い、修復の時間やコストの調査を行う予定である。



(a) 実験における損傷状況



(b) 各階の荷重変形関係

図 RC 造連層耐力壁の載荷実験（損傷量の計測）

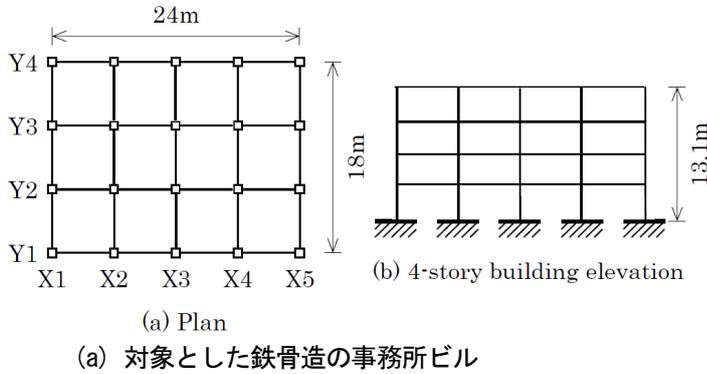
区分	損傷状況	修復方法
A	最大ひび割れ幅 0.2mm以下	「塗布浸透法」による エポキシ樹脂の塗布
B	最大ひび割れ幅 0.2~1.0mm	「ボンドシリンダー工法(低圧・低速)」による自動式のエポキシ樹脂の充填
C	最大ひび割れ幅 1.0mm~5.0mm	「ボンドシリンダー工法(低圧・低速)」による自動式のエポキシ樹脂の充填
D	かぶりコンクリートの 浮き・剥落(小)	エポキシ樹脂モルタルによる 断面修復
E	かぶりコンクリートの 浮き・剥落(大)	無収縮モルタルによる 断面修復
F	鉄筋座屈や内部 コンクリートが崩落	コンクリート全撤去、打ち直し

黄色：浮き 緑：剥落

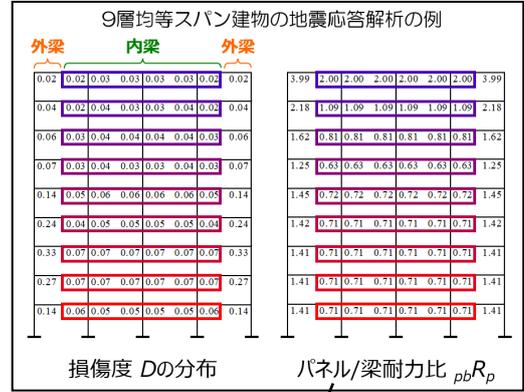
図 RC 造梁の載荷実験（損傷量の計測、修復方法の検討）

鉄骨造

昨年度、梁端部の損傷度 D 値と修復の時間やコストの関係を整理したラーメン構造の事務所ビルについて、損傷度の算定方法を時刻歴応答解析からエネルギー法に変更した場合の予測結果の違いに着目した検討を実施した。エネルギー法では、最大速度と入力エネルギー（継続時間の長さとの関係）を元に応答点を評価するが、ここでは外梁端部の損傷度から内梁の損傷度を予測する方法を適用している。同手法は、外梁端部の損傷を大きく予測する傾向があるが、最大となる損傷度を安全側に評価できることを確認し、損傷量や修復時間、コスト等の試算を簡略的に行う上で有効な手法となることを示した。



(a) 対象とした鉄骨造の事務所ビル



内梁の損傷度を梁/パネル耐力比 ($p_b R_p$) から推定

4-ER1.0-MC4										4-ER1.0-MC4 (エネルギー法)									
時刻歴応答解析										エネルギー法									
Y1, Y4通り					Y2, Y3通り					Y1, Y4通り					Y2, Y3通り				
0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
0.08	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.43	0.18	0.15	0.15	0.15	0.18	0.18	0.43	0.43	0.41
0.15	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.15	0.15	0.53	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.53	0.53	0.46
0.13	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.13	0.13	0.57	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.57	0.57	0.48

(小破～中破, 時刻歴応答解析) (中破, エネルギー法)

(b) El Centro NS (1.0倍) の試算結果

4-LD1.0-MC4										4-LD1.0-MC4 (エネルギー法)									
時刻歴応答解析										エネルギー法									
Y1, Y4通り					Y2, Y3通り					Y1, Y4通り					Y2, Y3通り				
0.02	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.08	0.08	0.08	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
0.15	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.15	0.15	0.15	0.65	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.65	0.65	0.61
0.27	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.27	0.27	0.27	0.82	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.82	0.82	0.79
0.30	0.02	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.30	0.30	0.30	1.02	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	1.02	1.02	0.88

(中破, 時刻歴応答解析) (中破, エネルギー法)

(c) JMA Sendai NS (1.0倍) の試算結果

図 時刻歴応答解析とエネルギー法による損傷度 D 値の予測 (スカルップ梁の場合)

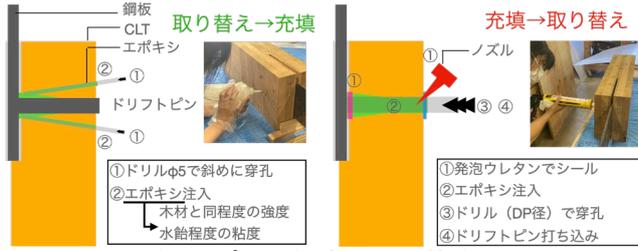
対象物	スカルップ梁RC造のモデル建物				ノンスカルップ梁RC造のモデル建物				被害状況	スカルップ梁RC造のモデル建物				ノンスカルップ梁RC造のモデル建物			
	損傷度 (D値の最大)	被災面積 (%)	修復箇所数	修復工数・コスト	損傷度 (D値の最大)	被災面積 (%)	修復箇所数	修復工数・コスト		損傷度 (D値の最大)	被災面積 (%)	修復箇所数	修復工数・コスト	損傷度 (D値の最大)	被災面積 (%)	修復箇所数	修復工数・コスト
短冊型壁 RC1.0	0.44	11% (中破)	11ヶ (32箇所)	25人日, 386,280円	0.16	1% (小破)	無	2ヶ (2箇所)	0.57	11% (中破)	11ヶ (32箇所)	25人日, 386,280円	0.34	11% (中破)	11ヶ (32箇所)	25人日, 386,280円	
長冊型壁RC1.0	0.59	13% (中破)	13ヶ (39箇所)	37人日, 548,760円	0.34	1% (小破)	無	3ヶ (3箇所)	1.02	13% (中破)	13ヶ (39箇所)	37人日, 548,760円	0.56	13% (中破)	13ヶ (39箇所)	37人日, 548,760円	
壁全面RC造 NF2.0	2.88	75% (大破)	11ヶ (32箇所)	11ヶ (32箇所)	1.08	7% (中破)	11ヶ (32箇所)	36人日, 548,760円	2.09	75% (大破)	11ヶ (32箇所)	11ヶ (32箇所)	1.35	7% (中破)	11ヶ (32箇所)	36人日, 548,760円	

(時刻歴応答解析) (エネルギー法)

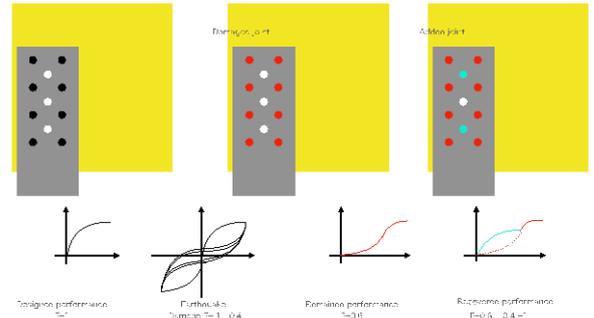
図 時刻歴応答解析とエネルギー法による修復時間, コストの試算

木造

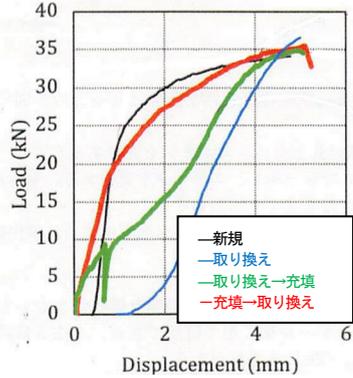
CLT 構造の接合部分の構造性能を回復させる手法として、エポキシ樹脂による充填工法（湿式）及びドリフトピン増し打ち工法（乾式）を提案した。前者については要素実験を実施し、修復方法の違いが施工性や構造性能の回復の程度に及ぼす影響を検証した。また、現在、上記の接合方法を採用した部材実験の準備を進めており、修復による構造性能の回復の程度を検証する予定である。他の目的で実施される載荷実験とも連携し、有開口壁の損傷データの収集や、大判パネルの接合部分に用いられる引きボルトを締め直すことによる性能回復の確認等を行った。



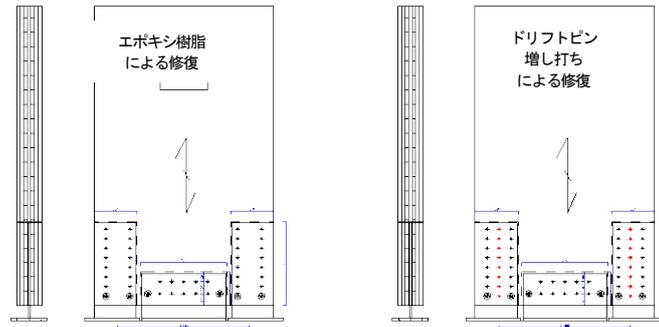
(a) エポキシ樹脂による修復



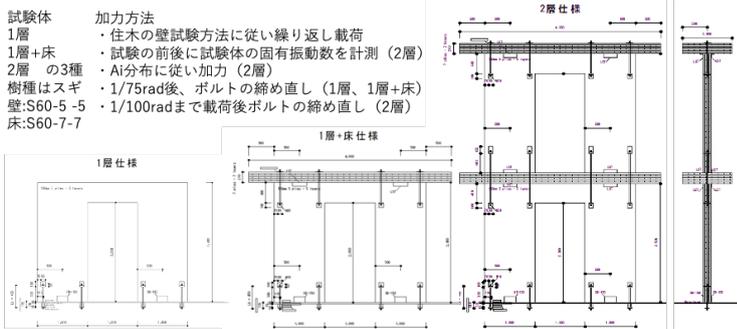
(b) ドリフトピン増し打ちによる修復



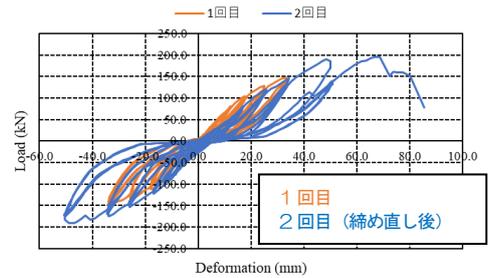
(c) 要素実験の結果



(d) 部材実験に用いる試験体



(e) 引きボルト締め直し実験に用いた試験体



(f) 締め直し試験の結果(1層床あり)

図 CLT 接合部の修復を行うことを目的とした要素実験及部材実験

また、昨年度提案した枠組壁工法における外壁や内装の修復方法について、工務店へのヒアリングを行い、修復に必要となる時間やコストの整理を行うと共に、具体的戸建住宅を対象としたWallstatによる地震応答解析を行い、各部材の損傷量を把握すると共に、壁線区画の大小が、修復時間や修復コストに及ぼす影響を確認した。



図 戸建住宅を対象としたWallstatによる地震応答解析と修復時間等の試算

		内壁部のみ、東を1階・西を2階、南を3階に区画替え				損傷P合計数	時間 (人・日)	費用 (円)	
		東	西	南	北				
小(Small)	Sモル		4.5		4	1.5	10	9.14	211,006
	S吹付								
	Sサイ								
中(Middle)	S内のみ	4.5			4	1.5	10	3.01	72,345
	1		3.5				4.5	1.36	32,555
	Mサイ	9.5	12.5		6	8	36	18.32	406,290
大(Large)	M内のみ	9.5	12.5		6	8	36	23.96	544,324
	7.5	1.5				9	5.99	136,081	
	Lサイ		3.5				3.5	6.96	151,283
	L内のみ			0.5			0.5	1.01	21,125
合計			36.5	34	20	19	109.5	69.75	1,575,009

- 2) 地震直後に被災判定できる手法の調査および検討 (R4-5)
- 4) 被災判定システムから得られる情報を用いた建築物の耐震レジリエンス性能評価法の例示 (R5-6)
- ⑤ 加速度センサやレーザースキャナを用いた被災判定手法に関する検討

PRISM 課題, SIP 課題と連携して, 加速度センサやレーザースキャナを用いた被災判定手法を用いて, 耐震レジリエンス性能を評価する手順や方法を示すための検討を実施した。具体的には, 加速度センサを用いた被災判定結果を収集するサーバの実運用に向けた課題の抽出と解決 (日本建築防災協会と連携), 被災判定を目的とした観測機器類の庁舎等への設置, 3D 点群によるレーザースキャナを用いた損傷評価手法 (損傷評価の手引きを 2023 年 7 月に建研 HP 上で公表) の汎用ソフトウェアへの展開に向けた検証 (民間企業との共同研究) を実施した。

2. 研究評価委員会 (分科会) の所見

- (1) 背景 (目的・必要性) 及び目標とする成果, 成果の活用方法が国の方針や社会のニーズに適合しているか。研究開発の計画が具体的に立案されているか。
- ・本研究開発は, 過去数年にわたり建築研究所が実施してきた, 地震後の建築物の継続使用性に関連する研究によって豊富に蓄積された成果を踏まえ, 「耐震レジリエンス性能」をキーワードに, 発展的に計画されたものである。検討項目として, 建築物の耐震レジリエンス性能の算定方法とその要求性能の提案, および耐震レジリエンス性能を確保する設計のための耐震性能評価技術の調査・開発を掲げている。地震後の速やかな復旧性能を建物の設計段階から考慮することを可能とする, 安心・安全な社会の実現に資する重要なテーマであり, 具体的な研究計画が提示されている。
 - ・構造分野における特に耐震設計において時世によって要求される社会的ニーズに対応する課題として継続的に実施すべきである。各構造の研究者が一体となって課題に取り組めるよう所内で調整した結果も伺え, 研究開発の計画も具体化されており問題はない。
 - ・建築物の耐震レジリエンス性能の算定方法とその要求性能の提案については, 構造種別ごとに最大変形評価, 累積変形評価を提案している。建築物の耐震レジリエンス性能を確保する設計のための耐震性能評価技術の調査・開発については, RC 造・木造に対しては部位の損傷・修復データの収集, 鉄骨造に対してはエネルギー法による鉄骨造均等スパン建物の損傷量や修復時間等の試算を実施している。また, 加速度センサおよびレーザースキャナを利用した被災判定を検証している。
 - ・地震時の建物被害を軽減し, 早期復旧により使用継続性を確保する「耐震レジリエンス」性能の向上は, 国土強靱化の方針や社会ニーズにも適合した取組みであり, 研究開発の計画も具体的に立案されている。
- (2) 他機関との連携等, 効果的かつ効率的な研究のために必要な体制が取られているか。技術的支援や普及のための活動等, 成果の最大化のための取組がなされているか。
- ・研究体制では, 十数名の専任研究員を主担当・担当に配置し, 十分な陣容と思われる。ただし本年度も, 本開発研究に関わった研究員の異動があり, 可能な範囲で助言等の連携が望まれる。(所見 1) サブテーマそれぞれに相応しいと思われる多くの他機関との連携が企画されていること, および本課題に関連する少くない共同研究を実施していることにより, より優れた成果を得る取組みが意識されている。
 - ・論文や共同研究により他機関と連携が取れていて成果も出ている。ただし本項目の評価がより具体的にできるよう, 単に成果を列記するだけでなく, 共同研究の全体像を描いたうえでそれぞれの研究項目についての表記が, それぞれの共同研究や執筆論文における役割を明記してほしい。(所見 2)
 - ・研究開発の実施体制はテーマに応じて様々な研究機関と連携取れており, 成果の最大化のための取組がなされている。
 - ・耐震レジリエンスをキーワードとして, 幅広い研究テーマに対して, 多くの大学, 協会, 企業, 研究機関とも連携を図っている。技術的支援, 普及のための活動が行われていると判断される。

(3) 研究開発が目標に向けて順調に進捗しているか。

- ・令和5年度は、一つ目の検討項目について、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、木造のいずれにも適用できる耐震性能残存率の共通の考え方を例示し、構造種別ごとのエネルギー消費の特性に着目すると、残存性能の評価方法は構造種別によって同じではないことが耐震レジリエンス性能の評価に欠かせない基本的な視点であることを示した。二つ目の検討項目に対しては、鉄筋コンクリート造、木造において情報が不足している部材の損傷DBと修復DBを整備するために、構造実験やデータ収集を実施し、鉄骨造も含めた損傷量の予測や修復に必要な時間やコストの試算を行い、構造性能との関連を検証している。また、加速度センサやレーザースキャナを利用した被災度判定手法の迅速化、精緻化等も検討を進めている。このように検討項目は多岐にわたるが、総合的な取組みを着実に前進させていることが伺える。
- ・実験データの整備に加え、それを生かしたソフト的な検討も十分なされ順調である。
- ・目標達成に向けて、順調に進捗していると思われる。
- ・研究開発は順調に進歩していると判断される。

(4) 総合所見

- ・本指定課題は、建築物の耐震レジリエンス性能を確保するための設計手法の構築、および当該性能の評価手法の構築を目的としている。主要な構造種別を横断的に包含し、地震後の速やかな復旧性能を建物の設計段階から考慮することを可能とする、安心・安全で持続可能な社会の実現に資する重要なテーマである。

耐震レジリエンス性能という概念は、まだ一般的な市民権を得たものではないと思われます。分科会での説明にあった「性能」＝「地震後の耐震安全性」(耐震性能残存率)＋「地震後の修復性」(時間)は意味としてはよくわかりますが、指標としての定量的、有意的、簡潔的に定義されたものを提案していただきたいと考えます。(所見3)

令和6年度は、中期課題としての最終年度です。総合的、精力的に進めてこられた皆さんの熱意には敬服しますが、うまく纏めるのは大変で膨大な作業となると思います。技術資料の提示的な纏めでは、発散した纏まりの無いものになってしまいます。ぜひ少しでも体系的な形に近づけた使える資料にしてください。(所見4)

・構造分野全体にわたる課題は、例えば、これまで十分に検討がなされていまま基準化が済んでいるが一度は振り返らねばならない研究、最新ではないものの喫緊の基準の整備に欠かせない研究、さらに将来を見据えた最先端の研究など、あるがそれらをうまく組み合わせ実施している課題との印象。特に前者2つの課題は予算化が難しいところがあるが、是非とも先端の研究と関連を持たせつつ継続して実施いただきたい。(所見5) また、最先端に重点を置いた研究は別途予算をとって実施しやすい課題でもあり、できる範囲で今後の提案に期待したい。(所見6) 評価手法といったいわば箱的な研究も重要であるが、その箱に入れるデータの整備はお金がかかることと地道な努力が必要なこともあってなかなか進まない。本課題でその実験データや観測などを地道に進めている点を特に評価したい。

・RC造、鉄骨造、木造など構造種別ごとに損傷割合に応じた修復に関する指標が必要であり多岐に渡っている。レジリエンスに対する最終の取りまとめは全体を俯瞰しながら進めていただきたい。(所見7) また、被災判定手法は大地震時における緊急時の建物使用の判断や修復するか否かの判断材料となることから、社会のニーズに適合した重要なテーマであると考えます。

・数多くの機関が関わり、関連する複数の外部資金も活用しながら、研究開発が進められている。RC造、S造、木造などの構造種別や、事務所ビル、体育館、木造戸建て住宅から、非住宅のGLTパネル構造まで幅広く取組まれている。幅広い対象を扱うことは重要ですが、耐震レジリエンスを目指すべき構造形式や建物用途に漏れが無いが、体系的に捉えて個別の研究開発の位置づけを明確化していく必要があると思われます。(所見8)

本研究においては、まずは基本的な耐震構造に取り組むとのことですが、地震後の継続使用性は、免震・制振技術も含めて、得失を明らかにしていくことが重要と思われます。（所見 9）

地震後の早期復旧・機能維持の性能を 修復時間で評価することは有用と思われますが、材料調達や工事の実施可能性等、サプライチェーン全体の評価が必要になると思われます。（所見 10）

耐震レジリエンスを高めることは、本研究においては 基本的に新設建物の耐震性を向上させる技術や評価法のように思われます。早期復旧を可能にする構造形式の提案も目指すべきではないでしょうか。（所見 11）既存建物の耐震性やレジリエンス向上へも展開することを期待します。（所見 12）

（参考）建築研究所としての対応内容

・ 所見 1 への対応

本年度も、本研究開発に関わった研究員の異動がありましたが、異動時の引き継ぎや異動後の連携等も行っており、研究開発の進捗に支障が出ないように対応しております。

・ 所見 2 への対応

ご指摘のように、「共同研究・研究課題一覧」、「論文、学会発表等」については、現状、列記する形となっております。PPT 資料の「5. 研究開発の実施体制」でお示しした実施体制の図等も活用して、共同研究の全体像において、それぞれの論文や共同研究が果たす役割が明確になるように説明の工夫を行いたいと思います。

・ 所見 3 への対応

耐震レジリエンス性能として、本研究課題では二つの異なる性能に着目して検討を進めておりますが、ご指摘のように、成果の社会実装を図る上では、提示する性能の読み方もあわせて示す必要があると考えております。簡易な指標への変換等も含めて、検討を進めたいと思います。

・ 所見 4, 7 への対応

本研究課題では鉄筋コンクリート構造、鉄骨造、木造の関係者が揃って議論を進めていることに意義があると考えております。幅広く適用可能な考え方をお示しできるように、最終年度の取り纏めを行いたいと思います。

・ 所見 5, 6 への対応

耐震レジリエンス性能の評価に不可欠な各部材の損傷 DB、修復 DB の整備を行うためには、基本的なパラメータを持つ部材の構造実験を行い、必要な情報を収集する必要がありますが、ご指摘のように、近年では基礎的な研究の実施が難しくなっている部分もございますので、今後も他の目的で実施される実験等ともうまく連携して、研究開発を進めたいと考えております。また、本年度から、加速度センサを用いた外部予算による研究課題として SIP「建物センシングデータ収集・集約技術の研究開発」を新たに実施することになりましたが、今後もこのような予算を活用して、評価手法の提案に繋げて参ります。

・ 所見 8, 9 への対応

現状では、損傷 DB、修復 DB の整備を進めている段階であり、損傷量や修復時間の試算が可能な構造形式等に制約がありますが、今後、各 DB の整備が進んだ段階で、免震や制震を含めた他の構造形式にも適用できるような耐震レジリエンスに関する基本的な考え方の構築に繋がりたいと考えております。

・ 所見 10 への対応

本研究課題において耐震レジリエンス性能の評価項目として採用した理想修復時間は、建築物の復旧性能を工学的に評価するために、修復時間の算定において「周辺環境に起因する制限」や「社会環境に起因する制限」による影響が排除されており、設計上の工夫や配慮が復旧性能に反映されるように工夫されています。一方で、ご指摘のように、実際には上記の制限（具体的には、災害の大きさや社会環境、地域性等の要因）に左右されることから、理想修復時間の定義や実際の修復時間との乖離の要因についても、事例等を踏まえて丁寧に説明したいと思っております。

・ 所見 11, 12 への対応

耐震性能を向上させることは、耐震レジリエンス性能を向上させる一つの方法ですが、より効率的に耐震レジリエンス性能を向上させるためには、やみくもに耐震性能を向上させるだけでなく、構造安全性に支障がない範囲で損傷の局所化を図ったり、損傷が生じにくい構造形式を選択することが重要だと思っておりますので、そのような着眼点もあわせて示したいと考えております。また、本研究課題では新築建物を対象としておりますが、次期研究課題においては、既存建物等への適用範囲の拡大を図りたいと考えております。

3. 評価結果

- A 研究開発課題として、目標の達成を見込むことができる。
- B 研究開発課題として、目標の達成を概ね見込むことができる。
- C 研究開発課題として、目標の達成を見込むことができない。