

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：82115

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02336

研究課題名（和文）建築・敷地レベルでの都市の水害リスク軽減手法とその評価及び誘導策に関する研究

研究課題名（英文）Studies on the Evaluation and Promotion of Urban Flood Risk Mitigation Measures at Building and Site Level

研究代表者

木内 望 (Kiuchi, Nozomu)

国土技術政策総合研究所・住宅研究部・部長

研究者番号：80251346

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：既存分譲マンションを改修する場合及び、RC造建物の1階に事業所が入居する際の内装等工事の場合、を想定して浸水対策案のモデル的な検討を行った。各々について基準となる通常の設計案を設定した上で、これに対して浸水対策を施した設計案を何通りか検討した上で、各案について建築コスト等の試算を行った。さらに、費用として浸水対策にかかわる追加的な建築コスト等、効果として浸水対策に伴う建築（含設備）及び家具・什器・商品等の被害（原状復旧費用）の低減額を計上し、浸水頻度も考慮した上での費用対効果の算定を行った。

別途実施した、木造戸建て住宅の新築の場合も含めた検討結果を「建築研究報告第153号」にまとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果を主体とする一連の研究は、2024年の日本建築学会賞（論文）を受賞することとなった。そこでは、「流域治水」概念が登場し、浸水可能性の高い地域での住まい方の工夫、建築物の対策、建築・土地利用の規制・誘導などが社会的課題となりつつあり、まったく新しい研究と水害対策の方法論が求められた中で、水害対策の研究を、従来のエリア・レベルから建築レベルにまで深めるといった画期的なものであり、従来は得られなかった建築レベルにおける浸水対策について、データに基づく総合的な知見を与えるものであり、今後のあるべき建築治水学の扉を新たに開くという高度でオリジナルで画期的な研究である、などと評価された。

研究成果の概要（英文）：A model flooding countermeasure plan was studied assuming the case of renovation of an existing condominium for sale and the case of interior construction of a business office on the first floor of a RC building. For each of these cases, a standard design plan was established, and several design plans with flooding countermeasures were examined. The cost effectiveness was calculated by taking into account the frequency of flooding.

The results of these studies, together with the results of a separate study conducted on the construction of a new wooden detached house, are summarized in "Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness" (Report of the Building Research Institute No.153).

研究分野：都市計画

キーワード：建築物の水害対策 浸水対策の費用対効果 住まい方の工夫 多段階の浸水想定 分譲マンション 小規模事業所 流域治水

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

平成 26 年 7 月豪雨 (2014 年：福知山市等)、平成 27 年 9 月関東・東北豪雨 (2015 年：常総市等)、平成 30 年 7 月豪雨 (2018 年：倉敷市等)、令和元年台風 19 号 (2019 年) など、近年、都市部でも集中豪雨と浸水被害が相次いでおり、地球規模での気候変動の影響とされている。そのため氾濫を前提とした施策の推進として、従来からの堤防やダム等の構造物による洪水防御に加えて、想定し得る最大規模の降雨を前提とした浸水想定区域図の作成や、洪水時家屋倒壊危険ゾーンの表示、タイムラインに基づいた行動計画の策定による対応等が、新たに進められてきており、加えて、都市計画や建築分野での対応を求める声が強くなっているが、都市計画・建築分野での取り組みは、緒についたばかりである。

ところで、水害対策の前提は、ハザードマップに示された浸水想定区域図とされ、都市計画・建築分野での取り組みも大勢は変わらない。しかしながら、水防法に定めるハザードマップの用途は人命を守るための避難への活用であり、2015 年の水防法改正により、最大規模の降雨 (生起確率 1/1,000 年等) による、ある意味で極端な浸水想定が基本となりつつある。これに対して研究代表者らの問題意識としては、都市計画・建築分野での取り組みの前提とする水害について、資産被害や重要機能の停止等を前面に据えて、ハザードマップよりも高頻度に発生する水害を対象を絞ることで、前述の思考停止状態を脱しうるのであるという点にある。

実際、令和元年台風 19 号による都市部の浸水被害 (タワーマンションの設備被害や、大学図書館の水没、病院・診療所の機能停止等) は、内水氾濫を含めて 1 m 以下の浸水によるものが多く、この規模であれば建築計画の工夫等により被害軽減が可能かつ、ハザードマップに示された想定浸水深への対策に比べて容易である。気候変動影響は、相対的に頻度の低い洪水から高い洪水まで、全般的に発生確率を増すことから、気候変動対策にも反しない。

2. 研究の目的

本研究では、頻発・激甚化しつつあるわが国の水災害の状況を踏まえて、浸水リスクを踏まえた都市部における建築物や土地の利用のあり方について示唆を得るため、建築物の浸水を中心とする水害対策について費用対効果を中心に検討することを目的とする。

建築物の水害対策については、さまざまな取り組みが始まっている。しかしながら、こうした取り組みについて各場所において何を目標にどのレベルの対策を行うべきかについては、ハザードマップや浸水想定区域図を所与の条件とする以外の方法は明らかではない。そこで、浸水リスクのある地域での都市の土地利用とその誘導策のあり方を探るには、建築・敷地レベルでの水害対策について、立地場所のより具体的な浸水リスクの態様を踏まえて費用対効果を追究することが必要と考えた。一方で、建築物や建築行為にはさまざまなタイプと場面があり、それぞれにおいて浸水対策を行う上でのハード及びソフト上の課題も異なることが想定される。そこで本研究では、建築物としては集合住宅および事業所を対象とした。

3. 研究の方法

(1) 既存分譲マンションの浸水対策改修とその費用対効果に関するモデル的検討

令和元年東日本台風 (第 19 号) による被害 (地下階電気室の浸水による機能停止) などから関心が高まった、既存分譲マンションの浸水対策改修を対象として検討を行った。この建築タイプでの対策の検討と実施には、管理組合内での区分所有者間の合意形成が必要であり、その際に費用対効果の検証は主要な関心事項になると予想されること、浸水時の機能維持に際して共用設備等の対策が肝要となることから、こうした視点に基づいた検討とした。都心及び駅周辺立地型と郊外住宅地立地型の 2 タイプを対象として、典型的と思われるマンションモデル及び前提とする浸水ハザードを設定した上で、それぞれについて洪水時の浸水経路・被害範囲と修復費用・浸水対策箇所・浸水対策費用を検討し、費用対効果等の観点から対策の適用性を検証する手順を示した。

検討結果からは、浅い浸水に対して脆弱な施設への被害を防ぐ対策の効果が高い



図 1 マンションタイプの設定

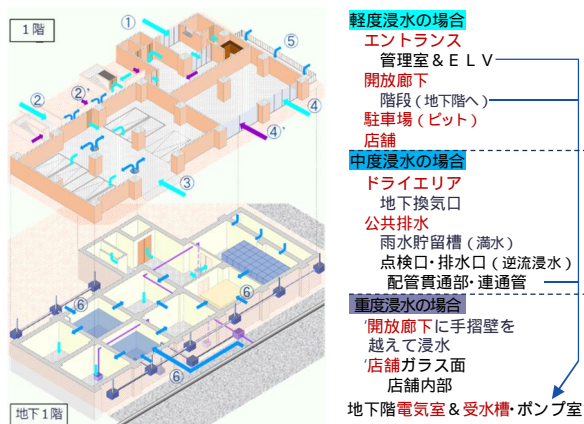


図 2 都心型マンションタイプで想定される浸水経路・被害と対策箇所

こと、確率年 10～30 程度の浸水事象の影響の大きいことなどがうかがわれ、また生起頻度別の最大浸水深情報が検討に役立つことも実証できた。こうした過程と結果を示すことが、対策実施に向けた管理組合内での合意形成に資すると考えられ、リスクが見込まれる既存マンションにおいて、長期修繕計画を見直す際に本手順を参考に水害対策の検討が進展することを期待される。

一方で留意点と課題として、以下を整理して述べた。まず、この結果は管理組合が所管する共有部分についての費用面での検討を対象としたもので、これとは別に金額で示し難い停電や断水等に伴う影響の考慮や、専有部分や駐車車両の被害の問題も重要であり、特に電気設備に関して電力会社管轄分は計上していないが、建物の機能維持全般に関わる重要設備であり、復旧に長期を要した場合の生活への影響も考慮する必要があることや、駐車場が浸水被害を受けた場合の個人所有の車両被害にも留意し、対策の可否を検討する必要があること等も指摘した。こうした点も含めて費用対効果が見込まれる対策がなされた場合、住宅市場における消費者の適切な評価や、災害保険料の引き下げなどのインセンティブにつながることを望まれる。また、対策の運用面からは、脱着式止水板や土嚢などの対策は、浸水発生以前の設置が必要である。設置手順や設置時機の判断の誤りなどの人為的ミスによる浸水の可能性にも留意し、災害運用マニュアルの作成と居住者への周知、定期的な訓練を実施することが望まれる。

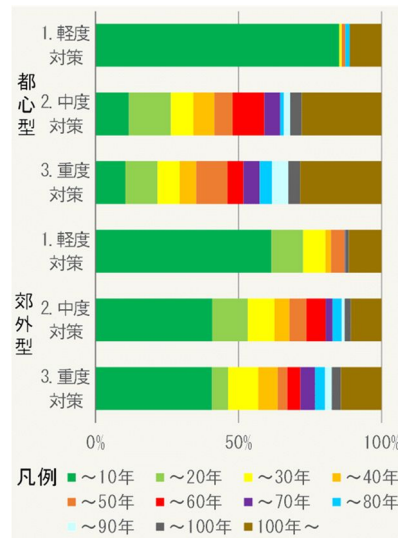


図3 費用対効果の試算

(2) RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策とその費用対効果のモデルスタディ

水害被災地の復旧・復興の観点からは、地域の経済や賑わいを支える事業所の対策も重要と考え、都市部のRC建造建物の1階に小規模な事業所が入居する場合の内装等（インフィル）工事時に浸水対策を講じる場合を想定し、その試設計に基づいて費用対効果を分析してその適用性を検討した。業種による室・設備の構成や備品等の多様性を考慮し、事務所及び、小売店、飲食店、小規模診療所、の4つの業種・モデルを想定して、一次止水区画が機能しない場合に備えて、室内に二次止水区画を設ける場合も含めた浸水対策案についても対象とした。

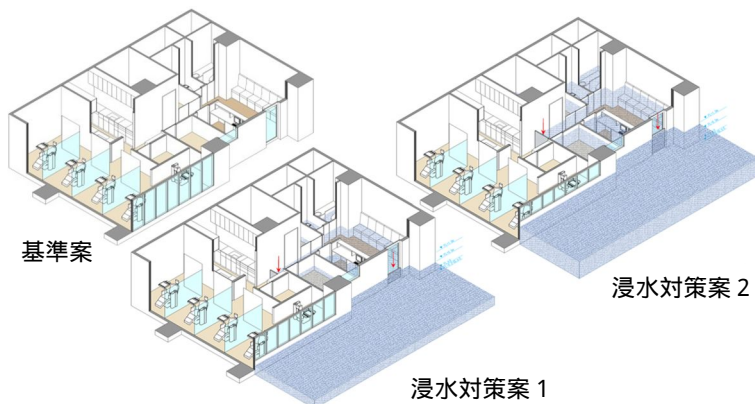


図4 診療所モデルの基準案及び浸水対策案（診療所モデル）

検討は、浸水被害と対策状況の情報収集、検討の前提条件となる諸条件と対策の考え方等の設定、基準案及びこれをベースにした浸水対策案の検討と試設計、浸水対策の追加的費用及び浸水時の原状復旧費用等の推計、期待値に基づいた対策の費用対効果の試算と適用性の考察、の手順で行い、適用性の高い業種の考え方を示した。

これにより次のことなどが明らかとなった。浸水対策の適用性は、事業所の立地場所における浸水リスクの態様の他に、浅い浸水レベルで被害を生じる高価な什器・設備の存在量、それらが2次止水区画を形成できるエリアにまとまっているか、従業員等が止水板を設置する上での障害が少ないか、費用回収を長期のスパンで考えられるかなどにより影響されること。検討した4業種の内では、後段の4条件を満たす小規模診療所で、高いレベルの浸水対策についても適用性が広く認められること。検討した他の業種においては、概ね10年程度での投資費用の回収が求められると想定されるが、浸水リスクの態様から浸水対策の適用性が認められる立地条件が一定程度、存在すること。止水板に関して、漂流物の衝突の影響の懸念と比べれば、事前に確実に設置できることの方が重要であると考えられること。低水位の洪水に対して水密性が確保され浸水を防ぐ安価な外壁の止水方法及び、低廉な費用で浸水直前の人的介入を最少とする止水対策製品等の技術開発が望まれ、研究面では、浸水深30～50cm程度の内水氾濫への簡易な対策の評価が課題となること。

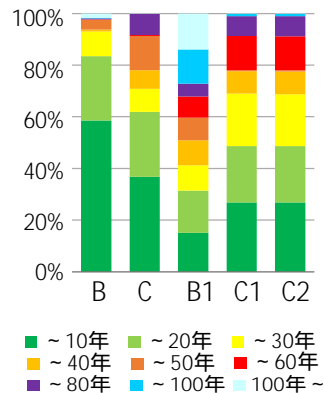


図5 費用対効果の試算（診療所モデル）

4．研究成果

建築物の浸水対策案の試設計について、木造戸建て住宅を新築する場合、既存の分譲マンションを改修する場合、RC造建築物の1階に事業所が入居する場合の内装等工事の、3つの建築タイプ・場面を想定してモデル的な検討を行い、浸水対策の費用対効果等を検討した。なお、は別課題にて実施したが、その結果もまとめて比較・考察を行った。

これらにより、上述の3つの建築タイプ・場面において、一定の適用性のある浸水対策が実現可能であることを、主要な試設計図面の提示等を通じて示すことができ、浸水対策案の費用対効果が見込まれる地点の浸水特性についても、具体例を示すことができた。また、記載した分析手法と手順により、頻度別の最大浸水深情報等を利用することで、浸水対策の費用対効果の検討が可能であることを実証した。これらにより、2020年7月の日本建築学会による建築物の提言において示された建築物の治水対策に関する考え方の一部について、より具体的かつ定量的な検討ができたと考える。

さらに、ハザードマップの示す想定最大規模降雨や計画規模降雨に基づく浸水想定が大きな場合であっても、より頻度の高い浸水に備えた対策を行うことで、年期待被害額を効果的に減少させることが可能であることもわかった。この点について説明すると、例えば論文5等で検討した既存分譲マンションの「軽度浸水対策」は、GL+30cm程度までの氾濫に対する簡易な備えではないが、本検討で利用した地域のデータで確認する限り、都心及び駅周辺立地型マンションタイプにおいて85%、郊外住宅地立地型タイプで60%以上の地点で、対策費用を10年以内に回収することが期待できる結果となっている。同じ地点での生起確率500年以上に対応する浸水深に対して、「軽度浸水対策」は効果がないにもかかわらず、より頻度の高い水害事象に対する効果が上回るからである。

どの程度の頻度・浸水深の水害に備えるのが最も効果的となるかは、対象敷地の浸水リスクの態様や、建物の状況に応じて必要となる対策の形態と必要となる費用、建物内外の設備や動産の鉛直分布、等の状況により異なる。ただ、浸水リスクが認められる比較的多くの場合で、まずは土嚢(水嚢)や簡易な止水板で対策可能な床上30cmから50cm程度の浸水に備えることを最低限として、浸水リスクの態様に応じて、より大きな浸水深に対して段階的に対策を検討していくことが妥当であることがわかった。例えば、論文6等で検討した事業所の4タイプの内の3タイプ(物販店モデルを除く)では、止水板の設置等を事前に行えるという前提に立てば、簡易な浸水対策について「効果がある」(一定期間内に対策費用の回収が期待できる)とした地点は、より高いレベルの浸水対策を講じた案の場合よりも多い。

今後こうした知見を活用することで、本検討で対象とした以外の様々な建築タイプ・場面において、建物レベルでの浸水対策の検討と実践が進むことが期待される。

こうした内容と結果について、随時、学会等において発表するとともに、図面等の詳細データを含めた一連の内容を建築研究報告としてまとめて公表した。また翻訳作業を外注し、今後、英訳版の発行にとりかかる予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 中野 卓, 木内 望	4. 巻 19
2. 論文標題 水害統計調査基本表に基づく河川水害による建物・市街地被害の傾向	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 都市計画報告集	6. 最初と最後の頁 324 ~ 329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/reportscpij.19.3_324	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 木内 望	4. 巻 44 (2)
2. 論文標題 建築物の浸水対策の費用対効果 : RC建物1階の事業所の場合	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IBECs	6. 最初と最後の頁 17 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 木内 望	4. 巻 35 (185)
2. 論文標題 建築物の水害対策における対策目標浸水深と浸水対策手法の考え方について	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 BELCA news	6. 最初と最後の頁 5 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 木内 望	4. 巻 116
2. 論文標題 既存マンションの浸水防水対策の費用対効果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 建築コスト研究	6. 最初と最後の頁 12 ~ 17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木内 望, 中野 卓	4. 巻 153
2. 論文標題 建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 建築研究報告	6. 最初と最後の頁 1 ~ 254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 木内 望, 今井 信博, 山崎 雄二郎, 岡本 祐紀, 井上 拓哉, 中村 凌	4. 巻 29
2. 論文標題 RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策とその費用対効果のモデルスタディ	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 453 ~ 458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.29.453	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kiuchi Nozomu, Nakano Taku	4. 巻 386
2. 論文標題 Countermeasures against flood damage of buildings and their applicability	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of IAHS	6. 最初と最後の頁 251 ~ 258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/piahs-386-251-2024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 木内 望, 中野 卓, 藤木 亮介, 山木 慎介	4. 巻 28
2. 論文標題 既存分譲マンションの浸水対策改修とその費用対効果に関するモデル的検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 442 ~ 447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.28.442	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木内望	4. 巻 36
2. 論文標題 増大する水害リスクに対する都市計画側からのアプローチ	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本不動産学会誌	6. 最初と最後の頁 78～83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5736/jares.36.1_78	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木内望, 中野卓	4. 巻 64
2. 論文標題 流域治水への建築・都市計画からのアプローチ	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木技術資料	6. 最初と最後の頁 32～35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木内望	4. 巻 524
2. 論文標題 住宅と建築物の浸水対策とその費用対効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 建築防災	6. 最初と最後の頁 24-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木内 望, 中野 卓, 藤木 亮介, 山木 慎介	4. 巻 28
2. 論文標題 既存分譲マンションの浸水対策改修とその費用対効果に関するモデル的検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 442～447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.28.442	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中野 卓, 木内 望	4. 巻 56
2. 論文標題 水害実績図を用いた市街地における浸水実績の把握と水害リスクの評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 1473 ~ 1480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.56.1473	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 木内 望
2. 発表標題 建築物の浸水対策案の試設計に基づく費用対効果の検討の意義と課題 3つの建築タイプでのモデルスタディ結果を踏まえて
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 木内望、中野卓
2. 発表標題 建築物の水害対策とその適用性
3. 学会等名 第9回洪水管理国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 今井信博、木内望、山崎雄二郎、岡本祐紀、井上拓哉、中村凌
2. 発表標題 RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策とその費用対効果のモデルスタディ その1: 研究の枠組み及び浸水対策案の作成の方針
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本祐紀、山崎雄二郎、今井信博、木内望、井上拓哉、中村凌
2. 発表標題 RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策とその費用対効果のモデルスタディ その2：事務所・物販店を対象とした通常案及び浸水対策案の作成と追加的建築コストの算定
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山崎雄二郎、今井信博、木内望、岡本祐紀、井上拓哉、中村凌
2. 発表標題 RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策とその費用対効果のモデルスタディ その3：飲食店・小規模診療所を対象とした通常案及び浸水対策案の作成と追加的建築コストの算定
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木内望、今井信博、岡本祐紀、山崎雄二郎、井上拓哉、中村凌
2. 発表標題 RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策とその費用対効果のモデルスタディ その4：浸水対策案の費用・効果の比較及び対策案の適用性の検討
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤木亮介、木内望、山木慎介、中野卓
2. 発表標題 既存分譲マンションの浸水対策改修とその費用対効果に関する研究（その1）研究の枠組み及び対象とするマンションモデル等の前提条件の検討
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山木慎介、藤木亮介、木内 望、中野卓
2. 発表標題 既存分譲マンションの浸水対策改修とその費用対効果に関する研究 (その2) マンションモデル2タイプにおける脆弱箇所と浸水対策の検討
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木内 望、山木慎介、藤木亮介、中野卓
2. 発表標題 既存分譲マンションの浸水対策改修とその費用対効果に関する研究 (その3) 浸水対策の費用・効果の比較及び改修案の適用性の検討
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	中野 卓 (NAKANO TAKU) (30837472)	国立研究開発法人建築研究所・住宅・都市研究グループ・主任研究員 (82113)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	藤木 亮介 (FUJIKI RYOSUKE)	明海大学・不動産学部・准教授 (32404)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------