

GRIPS Discussion Paper 20-13

災害後の建築物の安全性と居住性の評価に関する研究 —米国 FEMA P-2055 からの考察—

菅原 賢

Feb 2021



GRIPS

NATIONAL GRADUATE INSTITUTE
FOR POLICY STUDIES

National Graduate Institute for Policy Studies
7-22-1 Roppongi, Minato-ku,
Tokyo, Japan 106-8677

災害後の建築物の安全性と居住性の評価に関する研究 —米国 FEMA P-2055 からの考察—

菅原 賢

政策研究大学院大学 教授 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)
E-mail: m-sugahara@grips.ac.jp

本研究は、災害後の建築物の安全性と居住性の評価について、米国において、2019年11月に発出されたFEMA P-2055の分析及び日本における制度との比較分析を行った。両国では、地震後に、建築物の構造安全性を確認し、判定結果を建築物に貼付する応急危険度判定の仕組みなどに類似点がみられる。一方、FEMA P-2055は、災害後の建築物の評価について、構造的・非構造的な安全性に加え、居住性を対象とすること、構造的・非構造的な安全性の評価は、広範な災害等の事態を対象とすること、居住性の評価は、環境ハザードや建築物のシステム等を対象とすること、評価において、建築物の様々なリスクに加え、環境、ライフライン及びセキュリティ等の建築物に関連する分野横断の取組みであること、被災後の暫定的な建築基準の方向性を提示していることなど評価の対象や分野等に特徴がみられることを把握した。

Key words: FEMA P-2055, Disaster Recovery Reform Act of 2018, damaged building, Post-disaster Building Safety Evaluation, safety, habitability, resilience

1. はじめに

災害によって、建築物が被害を受け、その使用が困難になると、人々は居住の場を喪失し、避難所の提供や応急住宅の供与等が必要となり、さらに、転居を余儀なくされる場合がある。また、災害時に、防災活動の拠点となる建築物の使用が困難となると、災害応急対応に支障が生じ、被害の拡大につながる。

このように、災害後、使用可能な建築物が減少することは、災害後の人々の生活、応急活動、経済社会活動等に大きな影響を与えることから、災害後に、可能な限り多数の建築物が使用可能な状態で、維持、確保されることが、社会のレジリエンスや持続可能性の観点から重要な意味を持つ。

建築物の使用が困難となる要因としては、まず、構造躯体の損傷が挙げられる。構造耐力が不足し、安全上の問題が発生した建築物からは避難が必要であり、修復や建替等がなされるまでは、使用が困難である。また、建築物の倒壊・崩壊には至らなくても、天井、間仕切り、窓等の非構造部材、エレベーター、換気、冷暖房、給排水等の建築設備の落下や損傷等により、建築物の使用や機能維持が困難となる場合がある。

これらは、建築物の構造躯体や非構造部材の被害によって、建築物の使用等が困難となるものであるが、有害

物質の発生や暴露等の建築物を取り巻く環境の危険性、被災後に建築物内で使用可能な空間が減少するなどの被災した建築物における居住性に係る問題も存在する。

日本においては、災害後に、余震等による被災建築物の倒壊、部材の落下等から生ずる二次災害を防止し、住民の安全の確保を図ることを目的とした被災建築物応急危険度判定や、地震、水害、風害等の被害の程度を証明する罹災証明のための被害調査等が行われてきた。

一方、建築物の使用可否に影響を与え得る事態には、地震、水害、風害以外にも様々なものがある。また、被災後の建築物の使用可否は、構造躯体や非構造部材に加えて、より多面的な観点から評価し得る。

本研究は、米国において、災害後の建築物の安全性と居住性の評価に関して、2019年11月に発出されたFEMA P-2055 (Post-disaster Building Safety Evaluation Guidance – Report on the Current State of Practice, including Recommendations Related to Structural and Nonstructural Safety and Habitability) の内容を分析するとともに、日本における災害後における建築物の評価との比較分析等を行うことを目的とする。

FEMA P-2055, 2018年災害復旧改革法 (Disaster Recovery Reform Act of 2018. 以下「DRRA」という。)等の関係法令、政府や関係機関の資料等により分析を行った。

2. 米国における災害後の建築物の安全性と居住性の評価

2.1 FEMA P-2055 の背景

FEMA P-2055 は、災害後の建築物の安全性と居住性の評価に関するガイダンスであり、DRRA 第 1241 条に基づき作成され、2019 年 11 月に発出された。

DRRA は、2018 年連邦航空局再授權法 (Federal Aviation Administration Reauthorization Act of 2018) の一環として制定された複数の法律の 1 つである。DRRA は、米国における災害対策に関する法律であるロバート・スタフォード災害救助・緊急事態支援法 (Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act) を改正し、壊滅的な事態への対応と復旧に関する国の能力を向上させることを目的として、FEMA (Federal Emergency Management Agency) の政策や規制の変更を要求する 50 以上の規定を含んでおり、その 1 つが、DRRA 第 1241 条 (災害後の建築物の安全性評価) である。

DRRA 第 1241 条において、FEMA 長官は、有資格の建築家や技術者による災害後の建築物の構造の完全性と居住性の適切な分析のガイダンスを作成するために、州、地方公共団体、建築家や技術者等の設計の専門家を代表する組織と調整することとされ、法律の制定日から 1 年以内に、ガイダンスを公開するものとされた。また、FEMA 長官は、災害後の建築物の安全性評価の機能が、国家事態管理システム (National Incident Management System) に確実に位置づけられるように、必要に応じて、ガイダンスを改訂、発行するものとされた。

DRRA の可決後、第 115 回米国議会 (2017~2018 年) の要請に従い、FEMA は、応用技術評議会 (Applied Technology Council. 以下「ATC」という。) と共同で、災害後の建築物の構造の完全性と居住性に関するガイダンスを作成した。ガイダンスの作成においては、災害等の事態後の建築物の安全性評価や事態後に頻繁に発生するその他のタイプの評価に関するレビューと定義が行われた。また、ベストプラクティスの特定は、多様な背景と専門知識を有するプロジェクトチームの支援により行われた。

2.2 FEMA P-2055 の目的と範囲

従来、災害後の建築物の安全性の評価は、構造上の安全性に着目しており、災害等によって建築物の安全性が低下し、建築物の使用が制限されるかどうか重要な問題であった。しかしながら、構造上の安全性が損なわれていない場合でも、非構造部材の損傷、環境ハザード、上下水道、電気、熱、火災警報や消火等の設備やシステムの機能停止等によって、建築物の使用が制限される可能性がある。このため、これらの問題によって、建築物

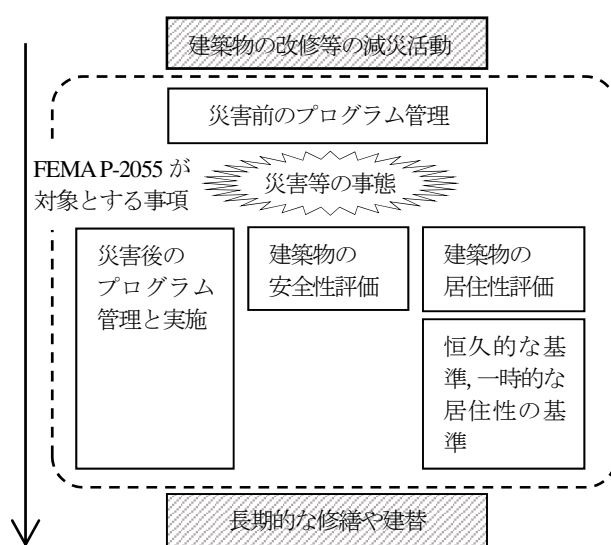
の使用が制限される可能性があるかどうかを判断するためのガイダンスが必要となる。

FEMA P-2055 は、災害等の事態後の建築物の安全性評価のレビューと定義、事態後に頻繁に発生するその他のタイプの評価、構造の完全性と居住性に関する問題、事態前のプログラムの計画、事態後のプログラムの管理と実践に関するガイダンス、ベストプラクティスとギャップの特定及び推奨事項を提示している。建築物の安全性 (Building Safety) には、構造的な安全性と非構造的な安全性の両方が含まれており、居住性 (Habitability) については、住宅だけではなく、事務所、学校及び店舗等の建築物も広くカバーしている。

なお、FEMA P-2055 は、FEMA 等の連邦政策の確立や基準等の設定ではなく、基準を設定する権限を有する者が検討するための推奨事項を提供することを目的としており、推奨事項は、災害対応のコミュニティによる将来の取り組みのロードマップに資するものとされている。FEMA P-2055 が対象とする読者としては、第 1 に、災害後の建築物の安全性評価に関与する建築家、技術者及び建築関係者、第 2 に、環境衛生問題等の災害後の評価プロセスの管理に関与する可能性のある緊急事態管理者及び保健当局、第 3 に、州、地方、部族、領土及び連邦政府の政策立案者が想定されている。

FEMA P-2055 が対象とする事態としては、地震、ハリケーン、竜巻、洪水、津波、火山、地滑り等の土地の不安定性、雪、雹及び氷の嵐、火災及び爆発が挙げられる。また、地震後の余震や火災、林野火災後の土砂崩れや鉄砲水等のマルチハザードインシデント、建築物の損傷や洪水に起因する化学物質の流出や生物学的汚染にも対応する。図-1 は、事態のタイムラインに沿って、FEMA P-2055 が対象とする事項を示す。

図-1 FEMA P-2055 の対象²⁾



2.3 災害後の建築物の安全性評価の背景

2.3.1 建築物の安全性評価の構成要素

建築物の安全性評価の基本的な構成要素は、FEMA P-2055 においては、多くの事態に対して共通であり、事態後、有資格の専門家が、損傷又は損傷の可能性のある建築物を調査し、継続使用のための安全性と居住性を評価し、立ち入りを制限又は禁止する必要性を判断するものとされている。表-1 は、大規模な事態後の主な活動の流れの概要を示す。

表-1 大規模な事態後の主な活動の流れ³⁾

1. 事態の発生
2. 被害の重大さや場所に関する初期情報を収集する。
3. 警察や消防職員等の初動対応者は、建築物の初期評価を実施し、電線落下等の危険なエリアを封鎖し、負傷者を適切な医療機関に導く。
4. 建築職員等は、被害の重大さと分布をさらに評価するために、被災地域における車窓や飛行での調査を実施する。
5. 都市の捜索救助隊員は、被災建築物に閉じ込められた人々を救助する。
6. 遺体を回収する。
7. ライフラインの担当者は、電線落下、ガス漏れ等の機器の被害や危険な状態を調査し対応する。
8. 災害後の建築物の安全性評価は、訓練を受けた建築部門の担当者が実施し、必要に応じて、訓練を受けた代理の評価者が実施する。大きな事態の場合、被災地域外からの評価者を得るための相互扶助が必要となる場合がある。
9. 建築物の安全性評価のプロセスには、建築物の再利用に影響を与える可能性のある非構造的な危険性に関する調査が含まれる。また、建築物の安全性評価者は、限定的な初期の環境ハザードを確認し、潜在的に有毒な化学物質の流出、電線落下、天然ガス漏洩等の問題がみられた場合、適切な監督者、緊急対応要員又は専門家に警告する。
10. 環境ハザードは、地域の保健部門等の機関の訓練を受けた担当者によって調査される。
11. 建築物の安全性評価のプロセスにより、建築物のみ又はエリア全体が封鎖される可能性がある。

2.3.2 建築物の安全性評価に関する既存のガイダンス

FEMA P-2055 において、地震、暴風及び洪水に関しては、災害後の建築物の安全性評価に関する既存のガイドラインとして、ATC-20、ATC-20-1 及び ATC-45 が示されている。



ATC-20 (Procedures for Postearthquake Safety Evaluation of Buildings) は、地震後の被災建築物の安全性評価の手順やガイドラインを文書化したものであり、ATC により、1989 年に初版が発行された。ATC-20 は、ATC により、

改訂や増補が続けられており、現在、ATC-20-1 (Field Manual: Postearthquake Safety Evaluation of Building (2nd Edition)) 等の一連の関連文書がある。ATC-20-1 の手順は、米国等において、地震後の建築物の安全性評価のデファクトスタンダードとみなされている。

ハリケーン、トルネード、その他の暴風雨、洪水及び爆発後の建築物の安全性評価については、ATC-45 (Field Manual: Safety Evaluation of Buildings after Windstorms and Floods) が、ATC により、2004 年に発行された。

ATC-20-1 及び ATC-45 は、有資格の専門家が、被災した建築物の継続的な使用と占有について現場で評価と決定を行うために、迅速な評価 (Rapid Evaluation) と詳細な評価 (Detailed Evaluation) の手順と様式を提示している。評価結果によって、調査済 (Inspected) は緑色のプラカード、使用制限 (Restricted Use) は黄色のプラカード、危険 (Unsafe) は赤色のプラカードが、建築物に貼付される (図-2)。また、ATC-20-1 及び ATC-45 には、病院等の重要な建築物の評価のための特別な手順、非構造部材 (天井、間仕切、被覆材等) の評価手順、地盤工学的なハザード、及び被災した建築物の占有者と所有者への対応に関するガイダンスが含まれている。

図-2 建築物の安全性評価結果の表示⁴⁾

プラカード	判定結果
	<ul style="list-style-type: none"> ・調査済 ・明らかな構造上の危険性はみられない。
	<ul style="list-style-type: none"> ・使用制限 ・損傷が判明。 ・入館、占有及び合法的な使用が制限。(制限の内容 (立入禁止区域、短時間の入館の許可等) が記載)
	<ul style="list-style-type: none"> ・危険 ・深刻な損傷があり、占有は安全でないことが判明。 ・書面で特別に許可されている場合を除き、入館禁止。入館は、死亡、負傷の可能性あり。

2.3.3 災害後の建築物の安全性評価のタイプ

災害後の建築物の評価のタイプとして、FEMA P-2055では、車窓・予備調査（Windshield or Reconnaissance Survey）、迅速な評価（Rapid Evaluation）、詳細な評価（Detailed Evaluation）及び技術評価（Engineering Evaluation）が挙げられている。

車窓・予備調査は、評価チームを現場に派遣する前に、建築物の担当官や緊急事態管理者が、地上や空中から実施し、地域の建築物の被害の特性と程度を判断し、評価を実施する必要がある地域に優先順位をつけるものである。この段階では、通常、建築物にはプラカードは貼付されない。

迅速な評価は、建築物あたり平均30分間で実施される。損傷と安全性について初期の概ねの評価が行われ、危険（UNSAFE）と明らかに安全な構造物が迅速に特定されるとともに、詳細な評価や建築物の使用制限が必要な建築物が特定される。

詳細な評価は、建築物あたり平均1～4時間で実施される。建築物とその構造システムについて注意深く目視検査が行われる。疑わしい建築物の評価、建築物の使用制限の特定や技術評価の必要性が特定される。

技術評価は、図面、損傷データや構造計算を含む詳細な技術的調査である。疑わしい建築物の評価、損傷の程度の判断、建築物の安定化、修繕方法の判断がなされる。

2.4 構造的・非構造的な安全性評価

災害後に、柱、梁、床や壁等の構造的な構成要素の能力の低下、天井材、間仕切り壁や建築設備等の非構造的な構成要素の損傷によって、建築物内の人々が危険にさらされる可能性がある。

非構造的な構成要素に関する建築物の安全性評価は、主に、出口のキャノピーの損傷など、生命の安全に対するリスクに焦点があてられるが、非構造的な構成要素の損傷に関しては、停電やスプリンクラーの停止など、機械、電気や配管に被害が発生すると、建築物の居住性が損なわれる可能性がある。

構造的・非構造的な安全性評価について、FEMA P-2055では、表-2に示す地震、水災害や地盤等の自然災害のほか、火災、爆発といった事故など多様な事態が対象とされている。

災害等の事態について、適用し得る既存の建築基準や過去の事態への対応の事例等のベストプラクティス、基準の現況等を踏まえた暫定的な推奨事項、今後、安全性評価に関して追加的に必要な議論等が、事態のタイプごとに示されている。

表-2 構造的・非構造的な安全性評価の対象⁵⁾

・地震 (Earthquakes)
・暴風と洪水 (Windstorms and Floods)
・土地の不安定性 (Land Instability)
・火山噴火 (Volcanic Eruptions)
・降雹 (Hail Storms)
・雪氷 (Snow and Ice Storms)
・火災 (Fire)
・爆発 (Explosion)
・マルチハザードインシデント (Multi-hazard Incidents)
・歴史的・文化的資源の評価 (Evaluation of Historic and Cultural Resources)

2.4.1 地震 (Earthquakes)

地震力は、建築物の構造部材に損傷を与え、それらを基礎から脱落させる可能性がある。構造部材の耐力が失われると、建築物の部分や全体の崩壊の可能性がある。さらに、揺れによる非構造部材の損傷は、有害物質の流出やアスベスト汚染等を引き起こす可能性がある。こうしたことから、地震後に、建築物において、構造部材や非構造部材の損傷の程度を早急に把握することが重要である。

建築物の地震後の安全性評価について、米国では、ATC-20が、基本的な文書であり、それに関連して、フィールドマニュアル等の文書がある。表-3は、ATC-20とその関連文書の主要な経緯を示す。

表-3 ATC-20と関連文書の主な経緯⁶⁾

1989	ロマプリータ地震	ATC-20 Procedures ATC-20-1 Field Manual
1994	ノースリッジ地震	
1999- 2002		ATC-20-2 Addendum ATC-20-3 Case studies, Tech brief
2004		ATC-45 Windstorm and floods
2005		ATC-20-1 Field Manual second edition
2010	ニュージーランドクライストチャーチ地震	
2014		ATC-20-1 Bhutan ATC-109 Observations from New Zealand

ATC-20-1は、ATC-20の方法論について、現場における簡潔で使いやすい参照文書として作成され、被災地域に持ち込まれて、訓練を受けた者によって使用されることを目的としている。表-4は、構造的な安全性の迅速な評価と主な対応の基準を示す。

表-4 ATC-20-1 における迅速な評価の基準⁷⁾

状況	対応
建築物が倒壊、部分的に倒壊、又は基礎から脱落.	危険 (UNSAFE) を貼付
建築物や階が、大幅に鉛直から乖離 (傾斜等).	危険 (UNSAFE) を貼付
一次構造部材への深刻な損傷が明白、壁の深刻な欠如、その他の深刻な損傷等の兆候が存在.	危険 (UNSAFE) を貼付
欄干、煙突、その他の落下の危険が明白に存在.	使用制限 (RESTRICTED USE) を貼付、危険なエリアをバリケード
地面の大きな亀裂、地面の大きな動き、斜面の変位が存在.	危険 (UNSAFE) を貼付
その他の危険が存在する (有害物質の流出、アスベスト汚染、ガス管の破損、送電線の落下等).	危険 (UNSAFE) を貼付、危険なエリアをバリケード

米国における地震後の建築物の安全性評価について、FEMA P-2055 では、ATC-20-1 (Field Manual: Postearthquake Safety Evaluation of Building (2nd Edition)) の使用が推奨されている。ATC-20-1 は、迅速な評価 (Rapid Evaluation)、詳細な評価 (Detailed Evaluation) に使用され、より詳細な評価である技術評価 (Engineering Evaluation) は、通常、建築物の所有者に雇用されたコンサルタントによって行われる。技術評価のガイダンスとしては、FEMA 352 (Recommended Postearthquake Evaluation and Repair Criteria for Welded Steel Moment-Frame Buildings)、及び FEMA 306 (Evaluation of Earthquake-Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings: Basic Procedures) が参照可能とされている。

ATC-20-1 は、ATC-20-1 Bhutan Field Manual 及びニュージーランドのフィールドガイド (Field Guide: Rapid Post Disaster Building Usability Assessment – Earthquakes) を踏まえて、改訂が行われている。

ATC-20-1 Bhutan Field Manual 及びニュージーランドのフィールドガイドには、「使用性 (usability)」の分類が含まれており、使用性の分類は、建築物の占有者と政策立案者にとって、被害の評価や個人とコミュニティの復旧への対応に資するものとされている。使用性の情報は、データベースに入力され、復旧や再建のためのリソースの割当てに必要な損傷の見積にも使用できるとされている。表-5 は、ATC-20-1 Bhutan Field Manual における使用性の分類を示す。

表-5 ATC-20-1 Bhutan Field Manual における使用性の分類⁸⁾

被害の程度	ブラカード	使用性の分類
軽微な被害	調査済 (緑)	G1: 占有可能、さらなる調査は、すぐには必要なし。 G2: 占有可能、修繕が必要な場合がある。
中程度の被害	使用制限 (黄)	Y1: 短期の入館。 Y2: 損傷した部分に安全に入館するには修繕が必要。
大きな被害	危険 (赤)	R1: 危険であるが安定。修繕が可能な場合がある。 R2: 危険で不安定。修繕できない場合がある。 R3: 隣接する施設または地盤崩壊によるリスクがある。

2.4.2 暴風と洪水 (Windstorms and Floods)

米国における暴風と洪水の後の建築物の安全性評価について、FEMA P-2055 では、ATC-45 (Field Manual: Safety Evaluation of Buildings after Windstorms and Floods) の使用が推奨されている。風の災害としては、甚大な暴風、雷雨、竜巻やハリケーン等の旋風等に対応している。また、洪水の災害としては、河川の洪水、閉鎖流域の洪水、沿岸の洪水、鉄砲水、土砂崩れ、ハリケーン等がある。ハリケーンは、風と洪水の災害が組み合わせられたものであるため、被害は、ATC-45 の風による被害の評価と洪水による被害の評価の部分を使用して評価される。また、ATC-45 は、ダムの決壊による被害の評価、外皮の破損等により、内部に瓦礫が堆積した建築物の評価のためのガイダンスともなる。さらに、ATC-45 は、波の高さ、大きさ、瓦礫の種類によっては、津波後の建築物の安全性評価のツールとして役立つ場合があるとされている。

ATC-45 は、迅速な評価 (Rapid Evaluation)、詳細な評価 (Detailed Evaluation) に使用され、より詳細な評価である技術評価 (Engineering Evaluation) は、通常、建築物の所有者に雇用されたコンサルタントによって行われる。

ATC-45 の作成においては、最近の非常に大きな津波や大きなハリケーンでみられる現象である、建築物の上部への非常に大きな物体の堆積や、建築物の内部への大量のものの密な充填による建築物の潜在的な過負荷は、考慮されていなかったことが、FEMA P-2055 に示されている。また、ATC-45 の改訂においては、災害の教訓を踏まえ、トリガーの閾値の再検討、建築物の角部や不連続部等での風害についての議論等の追加の必要性が言及されている。

2.4.3 土地の不安定性 (Land Instability)

土地の不安定性に関して、FEMA P-2055 では、ATC-20-1 には地盤工学のセクションがあるが、情報が限られ、具体的なガイダンスがないとされており、ニュージーランドのフィールドガイド (Field Guide: Rapid Post Disaster Building Usability Assessment – Geotechnical Assessment) は、以下の事項を含む最近のより包括的なガイドであることから、使用が推奨されている。

- ・土地の不安定性の分類スキーム
- ・土地の不安定性に固有の収集データのリスト
- ・土地の不安定性の評価基準 (地すべり、崖の崩壊、土石流、横方向の広がり、地表の断層等)
- ・地盤工学的な迅速な評価の様式
- ・安全設備の図
- ・有用なリソースのリスト

ただし、ニュージーランドのフィールドガイドについては、米国とは、法律、管轄当局、手順及びプラカード等が異なるため、米国の状況に合わせるべきと注記されている。

2.4.4 火山噴火 (Volcanic Eruptions)

火山噴火によって引き起こされる主な危険性としては、溶岩流、降灰、灰の重さ、灰による摩耗や腐食、地面の揺れや動き、爆発や爆風、泥石流及び洪水が挙げられ、FEMA P-2055 では、これらによる建築物の被害の評価は、ATC-20-1 や ATC-45 などによって部分的に対処できるとされている。

溶岩流は、火災を引き起こす可能性があり、鋼やコンクリートの構造物に影響を与える熱を発生させる可能性がある。溶岩によって、構造物は、横方向の荷重の影響を受ける可能性がある。降灰の重さによって崩壊の危険性がある。火山噴火は、地震を伴うことが多く、被害は、他の地震災害と同様である。火山爆発は、建築物を押し倒す可能性がある。火山が雪で覆われている場合、洪水、泥石流、地滑りによる被害が発生する。急速な融雪によって、水、泥や岩石を含む鉄砲水が発生する。降灰、溶岩流や泥石流等によって、道路や橋が破壊される可能性がある。火山灰によって、航空機や自動車が使用できない可能性がある。灰は、建築物の外皮等に摩耗を引き起こす。建築物の暖房、換気や空調は、屋外部分の腐食によって、故障の可能性があり、居住性に影響を与える可能性がある。広域では、電力網への損傷により、広範囲にわたる停電が発生する可能性がある。火山灰は、給水、水処理や配水システムを損傷する可能性がある。湖や貯水池から供給される水が、灰の堆積によって汚染される可能性がある。

これらのことから、FEMA P-2055 では、災害後の建築物の評価者は、安全に現場に入るために、噴火が止まる

まで待つ必要があるとしている。また、火山災害に関連した建築物の安全性評価に利用できるガイダンスはないが、火山による地盤の揺れ、火山の爆発による爆発的な損傷、灰の重さや火山弾による屋根の損傷、溶岩からの火や熱を受けた構造部材の応力の低下等の火山噴火による物理的影響の多くが、地震荷重による影響と類似しているため、ATC-20-1 が使用可能であるとされている。さらに、ATC-45 が、泥石流、土石流や融雪による洪水によって生じる損傷の評価に推奨されている。なお、火山噴火後の建築物の安全性評価については、火山による地面の揺れや火山爆発による損傷、灰の重さと火山弾による屋根の損傷、溶岩による構造部材の火災と熱による損傷の例等を含むフィールドマニュアルの作成の必要性が言及されている。

2.4.5 降雹 (Hail Storms)

降雹による建築物の外皮への損傷は甚大である可能性がある一方で、雹が建築物の構造に影響を与えることは稀であるが、屋根や開口部が損傷すると、内部への水漏れが発生し、断熱材の性能の低下、カビ、腐敗、室内空気質の問題等が発生する可能性があるとされている。また、降雹は、広範囲にわたる被害によって、業者の需要が急増し、屋根の修復に数か月かかることがあり、屋根が保護されず、建築物の内部が、その後の暴風雨に対して脆弱になる可能性があるとされている。

FEMA P-2055 では、雹は、通常、構造的な損傷や、居住者が建築物から退去する必要がないため、規則や基準は対応していないが、保険や屋根の業界は、知見を有しており、雹による被害のフィールドガイドは保険業界に存在するとしている。

雹による損傷に関する安全性評価のために、FEMA P-2055 では、より詳細なガイダンスが追加されるまで、雹の嵐は激しい雷雨と竜巻を伴うことから、現行の ATC-45 及び Haag Education が 2019 年に発行した屋根の損傷評価を扱う Composition Roofs Damage Assessment Field Guide が使用できるとしている。

ATC-45 では、評価者は、気象条件への継続的な暴露により、被覆部のさらなる損傷が懸念される場合や、内部の仕上げや天井が水に浸り、落下や空気質の問題の可能性がある場合には、使用制限 (RESTRICTED USE) のプラカードを建築物に貼付することとされている。また、Composition Roofs Damage Assessment Field Guide は、現場で見られる製造、設置や風化から、雹、風、機械的な損傷までの状態を特定することに資するとされている。

FEMA P-2055 では、ATC-45 の改訂では、雹による損傷に関するトレーニングの例を含めること、詳細な評価の様式を変更すべきであることなどが言及されている。

2.4.6 雪氷 (Snow and Ice Storms)

雪氷による建築物への深刻な被害として、雪の重さによる崩壊がある。平らな屋根、傾斜の小さい屋根、高さが変化する屋根は、損傷のリスクが高い。屋根の損傷は、広範囲の被害、事業の中断、人命の損失を引き起こす可能性がある。また、雪氷の落下による建築物の出入口の閉鎖、雪氷の蓄積による機械ユニットや通気口の閉塞による居住者の一酸化炭素中毒などのリスクがある。屋根に関する安全性評価では、雪の重さの評価が重要であるが、雪の密度が場所によって異なること、積雪の経緯や状況等によって分布が不均一となることなどから、推計が難しい。FEMA P-957 及び FEMA Snow Load Safety Guidance では、雪害時の建築物への過大な荷重の兆候、建築物の主な安全上の課題とリスク、雪害後の対応について要約されている。

雪氷による損傷に関する安全性評価のために、FEMA P-2055 では、より詳細なガイダンスが作成されるまで、例えば、屋根の崩壊は危険 (UNSAFE)、部分的な屋根の崩壊等は使用制限 (RESTRICTED USE) を貼付するなど、主に、屋根の構造安全性に関して ATC-20-1 が使用できるとしている。また、雪氷災害に固有の安全評価ガイドの作成、標準化された雪氷のサンプリングとデータの収集手順の必要性について言及されている。

2.4.7 火災 (Fire)

火災後の建築物の安全性評価は、FEMA P-2055 では、評価の開始時における構造的な変形を特定するために、ATC-20-1 と同様の方法論が、ほぼ利用できるとされている。より大きな課題としては、構造部材に部分的な損傷がある場合に、建築物の占有を安全に再開できるかどうかの判断が挙げられるが、焦げた部材の断面の損失の評価から、部材の応力の低下や構造的な欠陥の程度を把握できる。詳細な評価 (Detailed evaluation) においては、設計の専門家向けの知識や資料が活用できるが、迅速な評価 (Rapid evaluation) においては、構造部材が、火災への暴露が問題となる時期を判断する効果的な方法論が欠如しているとされる。

FEMA P-2055 は、火災による損傷に関するガイダンスのベストプラクティスはないが、より詳細なガイダンスが作成されるまで、ATC-20-1 は、暫定的に、火災による損傷の安全性評価に使用可能であるとしており、構造的・非構造的なハザードに関する詳細な評価基準の利用が推奨されている。また、大規模な火災発生後の建築物のトリアージと評価について、隣接する建築物の影響も踏まえた火災暴露の構造的・非構造的な影響を含む方法論やガイダンスの必要性について言及されている。

2.4.8 爆発 (Explosion)

爆発は、一般的な建築物の設計基準の荷重よりも大きい圧力を生成するが、持続時間は大幅に短く、被災した建築物は、爆風と圧力波の影響を大きく受け、一般的な荷重とは異なる影響を引き起こす可能性がある。爆発の特徴として、爆発後に大規模な火災が発生する場合と全く火災が発生しない場合があることが挙げられている。また、もう1つの特徴として、爆風で損傷した建築物の外皮から流入する圧力に曝された際に、水平部材や床に生じる負の曲げ応力があり、通常、建築物では、このような荷重は考慮されていないことが挙げられている。さらに、爆風の非構造的な影響として、ガラスの破片、ドアの開口部の損傷、過圧による機械、電気や配管システムの損傷等が挙げられている。

爆発の影響を受けた建築物について、FEMA P-2055 では、詳細なガイダンス文書が作成されるまで、ATC-45 の基準を利用して評価できるとされている。また、爆発は、損傷の性質が、様々な爆発材料の組成や離隔距離等によって複雑になることから、爆発後の建築物の安全性評価に対応するためのガイダンス文書の作成の必要性について言及されている。

2.4.9 マルチハザードインシデント (Multi-hazard Incidents)

事態のほとんどは、本質的に複雑であり、コミュニティ、インフラ、自然環境、社会に広範な影響を及ぼす。マルチハザードインシデントでは、二次被害が小さく範囲が限定されている場合もあれば、一次被害よりも甚大で広範囲である場合もある。二次被害は、地震による津波のように同時に発生する場合もあれば、山火事後の土砂崩れや鉄砲水などのようにしばらくは発生しない場合もある。インシデントが発生した場合、最初に考慮すべきことの1つは、二次被害やカスケード的な事態が発生する可能性を評価することであり、チームの安全を確保するために、現場のチームの安全プロトコルを確立することが重要とされている。FEMA P-2055 では、一次被害後の二次被害やカスケードインシデントの分類のためのガイダンスの作成の必要性について言及されている。

2.4.10 歴史的・文化的資源の評価 (Evaluation of Historic and Cultural Resources)

歴史的・文化的な重要性を有する建築物は、建築当時の構造的・装飾的な要素についての迅速な評価の困難さ、歴史的な完全性の維持のための基準の免除など、災害後の評価において、独自の課題がある可能性がある。FEMA P-2055 では、歴史的、文化的な復旧を評価するための具体的な評価のガイダンス作成の必要性について言及されている。

2.5 災害後の建築物の居住性評価

2.5.1 居住性評価に関連する課題

建築物において、2.4の安全性のリスクがない場合でも、環境ハザードや必要なサービスの欠如等によって建築物の使用が困難となる可能性がある。このため、建築物の安全性以外に、居住性について考慮することが必要である。居住性の概念については、FEMAのIndividual Assistance Program and Policy Guideにおいて、「居住可能(habitable)」を安全、衛生的及び機能的であると定義されている。「安全」とは、災害による危険や居住者への脅威から安全であること、「衛生的」とは、災害による健康上の危険がないこと、「機能的」とは、本来の目的に使用できるアイテムや住宅を意味するとされている。なお、「機能的」とは、単に建築物が住居として機能することを意味し、内部の全てのシステムやサービスが機能することを意味するものではないとされる⁹⁾。表-6は、居住性評価に関連する課題の概要を示す。

表-6 居住性評価に関連する課題の概要¹⁰⁾

環境ハザード (Environmental Hazards)

- ・天然ガス (Natural Gas)
- ・一酸化炭素 (Carbon Monoxide)
- ・化学物質放出 (Chemical Release)
- ・煤煙 (Soot and Fumes)
- ・汚水、下水、カビ (Blackwater, Sewage, and Mold)
- ・アスベスト (Asbestos)
- ・鉛系塗料 (Lead-Based Paint)
- ・寄生虫 (Parasites)
- ・野生動物、野良動物、動物死骸 (Wild, Stray, and Dead Animals)
- ・刺咬昆虫 (Biting and Stinging Insects)
- ・瓦礫やごみ (Debris and Refuse)

建築物のシステムとサービス (Building Systems and Services)

- ・照明 (Lighting)
- ・換気 (Ventilation)
- ・暖房・冷房 (Heating/cooling)
- ・電気 (Electricity)
- ・飲用水 (Portable water)
- ・煙・一酸化炭素警報器 (Smoke and carbon monoxide alarms)
- ・消火 (スプリンクラー) (Fire suppression (sprinklers))

その他の基準の課題 (Other Code Issues)

- ・居住可能な空間 (Habitable Space)
- ・退出・緊急脱出手段 (Means of Egress/Emergency Escape)
- ・障害者のアクセシビリティ、アクセスと機能的ニーズ及び高齢者 (Accessibility for Persons with Disabilities, Access and Functional Needs, and Seniors)
- ・セキュリティ (Security)

2.5.2 居住性に関する FEMA の方針

災害後の住宅の居住性に関連して、FEMAは、The FEMA Individual Assistance (IA) Grant program や The FEMA Home Repair Assistance program によって、住宅の損傷の修理を支援している。住宅の検査後、FEMAは「居住性の修理が必要」と判断する場合がある。住宅の損傷が、安全性、セキュリティや機能性に影響を与える場合に、FEMAは、居住可能(habitable)な状態に戻すために必要な修理に対して支援する場合があるが、必ずしも住宅を完全に災害前の状態とするものではないとされる。

2.5.3 居住性評価の取組みと評価者のスキル

(1) 居住性評価の取組み

米国の過去の災害において、居住性評価は実施されたが、安全性評価ほど標準化されておらず、例えば、安全性評価のようなプラカードを貼付するプロセスはない。居住性に関する評価は、様々な関係者によって行われ、災害の種類と規模、発生する損害に大きく依存する。構造的に健全な建築物の場合、災害後の居住性評価において、建築物に、どのような安全な居住性を制限又は制限する可能性があるか、建築物は人の居住に十分安全かを考慮することが推奨されている。また、過去の評価の取組みにおいて、以下が含まれている。

- ・警察や消防等の初動段階の対応者は、建築物の初期評価を実行し、電線落下等の危険な状態のエリアを封鎖し、負傷者を医療に導く。これらは、損傷の場所や重大さを特定し、環境ハザードや機能していない可能性のあるサービスに関する初期情報の提供に資する。
- ・インフラ担当者は、電線落下、ガス漏れ、損傷したシステムや機器等の危険な状態を調査して対応する。
- ・地域の保健等の機関から訓練を受けた要員が、被災地全体、深刻な被害を受けた区域や隣接する通りの環境ハザードを評価する。評価は建築物の外観と限定的なアクセスによる視覚調査であり、一般に、内部の状態を評価するための住戸ごとの検査は実施されない。
- ・災害後の建築物の安全性評価は、構造的・非構造的な安全性を焦点としているが、安全性評価者は、環境ハザードや重大なサービス等の問題を調査し、様式やプラカードに記録できる。これらは、ガス漏れの臭い、明らかな化学物質の流出、カビの成長、出口経路の遮断など、すぐに把握できる問題に限定される。

(2) 評価者のスキル

居住性の評価には、建築物の安全性とは異なる評価者のスキルとトレーニングが必要である。また、一部の環境ハザードについては、専門家が必要であり、広範な環境ハザードの知見、リーダーシップ、情報伝達能力、学際的なスキルなども必要になる場合があるとされる。

2.5.4 環境ハザード (Environmental Hazards) の評価

環境ハザードによって、建築物の居住性が制限される可能性があり、表-7に示されるように、環境ハザードは災害等によって異なる。一般的な環境ハザードに関する限定的な初期の評価は、構造的・非構造的な安全性評価の一部として、迅速な評価に含まれるが、標準化されたガイダンスは存在しない。より複雑な評価は、多くの場合、後に、専門家によって実施される。FEMA P-2055では、個人や複合環境のハザードの重要性を示すために、ATC-20-1やATC-45と同様の多層の意思決定フレームワークを開発することができるとしている。これには、地域の条件、生態学、気候の違い、被災したコミュニティの健康状態、環境ハザードへの曝露による健康への悪影響に対する脆弱性を考慮に入れる必要があるとしている。また、環境ハザードとリスクについて、以下のように段階的に分類できるとしている。

- ・高いハザード：建築物の居住性に切迫した危険をもたらすハザード(活発な化学物質の流出、一酸化炭素等)
- ・中程度のハザード：潜在的に深刻な健康と安全のリスクをもたらすが、迅速な修理や管理手段で管理できるハザード(水の侵入、損傷等)
- ・低いハザード：暫定措置で緊急の占有を可能にできる程度で深刻ではない安全衛生リスクをもたらすハザード(損傷した暖房、換気、空調システムなど、修理が完了するまで、居住者が、ポータブルの空調やヒーターを使用できるものなど)
- ・最低限のハザード：日常生活の一部である最小限の安全衛生リスクをもたらすハザード(鼠など)は、災害後の安全性評価のプラカードに記述される。

(1) 天然ガス (Natural Gas)

天然ガスは、通常、地下パイプとサービスラインのネットワークによって供給されており、漏れたガスは、ガスサービスを受けていない建築物にも移動する。ガスは臭いがない場合もあり、建築物の安全性評価者は、音、空気汚染、地下の火災、池や川の空気の吹き出しなどに

も注意する必要がある。ガスの臭いがある場合、安全性評価者は建築物を離れ、消防署、公益事業者や所管の代表者に直ちに通知する必要がある。これらの関係者は、ガスを停止させる場合がある。建築物内では、電話やモバイルデバイスを使用しないこと、車両、機械、火花を発生する可能性のあるものの始動や停止を避けることなどに留意する必要があるとされている。

(2) 一酸化炭素 (Carbon Monoxide)

一酸化炭素は無臭、無色、有毒なガスである。空調システムにおいて、損傷したボイラーや炉から一酸化炭素が建築物に漏れる可能性がある。また、建築物内の発電機、ヒーター、換気されていないガス、灯油、プロパン器具も一酸化炭素を排出する可能性がある。建築物の安全性評価者は、損傷した空調システム、ドアや窓などの開口部から20フィート以内の発電機等の設備を記録し、管轄に通知する必要があるとされている。

(3) 化学物質放出 (Chemical Release)

化学物質(毒性、腐食性、可燃性、反応性、刺激性や生態毒性)の放出は、火傷、気道の損傷、中毒等の居住性に関する問題がある。化学物質の放出は、配管の破裂、貯蔵タンクの損傷、除草剤等を含む土壌の浸水等により発生し、洪水後に水が引くと、残留化学物質が、建築物の石膏ボードや木材等の多孔質の材料に留まる可能性がある。固形物や液体のこぼれなどが確認された場合、建築物の安全性評価者は、消防署等に通知し、バリケードを設置し、使用制限 (RESTRICTED USE) や危険 (UNSAFE) のプラカードを貼付する必要があるとされている。

(4) 煤煙 (Soot and Fumes)

地域で活発な燃焼がある場合の煤煙の毒性は、燃焼物、風向と風速、粒子の濃度とサイズによって異なる。また、建築物の居住者の個々の感受性を考慮する必要がある。建築物の評価は、外気の質や流入する空気をろ過するシ

表-7 災害等と環境ハザード¹⁾

	ガス	一酸化炭素	化学物質放出	煤煙	汚水 下水 カビ	アスベスト	鉛系塗料	寄生虫	野生動物 野良動物 動物死骸	昆虫	瓦礫やごみ
地震	×	×	×			×	×	×	×	×	×
ハリケーン	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×
トルネード	×	×	×			×	×		×		×
洪水	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×
津波	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×
土地の不安定性	×	×	×			×	×				×
火山	×	×	×	×		×	×		×		×
雪、雹、氷	×	×	×			×	×				×
火災	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×
爆発	×	×	×	×		×	×				×

システムの能力に着目する必要がある。建築物の安全性評価者は、消防署等に通知し、バリケードを設置し、使用制限 (RESTRICTED USE) や危険 (UNSAFE) のプラカードを貼付する必要があるとされている。燃焼が、長時間活発な場合、建築物の安全性評価者は、クリーンルームとして指定された部屋を有する建築物を評価することがあるが、この場合、煤煙の量を減らすための対策が講じられているため、クリーンルームを除いて、使用制限 (RESTRICTED USE) のプラカードを貼付する必要があるとされている。

(5) 汚水、下水、カビ (Blackwater, Sewage, and Mold)

洪水は、下水、細菌、ウイルスや寄生虫を含む汚水で汚染されている可能性がある。洪水で被害を受けた建築物では、特に乾式壁の喫水線の下でバクテリアが増殖し、建築材料を損傷する。下水には、多種のウイルスが含まれ、評価者と居住者の両方に害を及ぼす可能性がある。毛細管現象によって乾式壁が洪水を吸い上げ、カビの成長を刺激する。カビに曝されると、喘息やアレルギー反応が悪化する可能性がある。壁、床下、屋根裏、空調システムに湿気が継続すると、カビの成長が促される可能性があるが、臭いのみによって認識される場合がある。アメリカ疾病予防管理センター (CDC) は、カビの被害がある建築物に入る際に保護具を推奨しており、カビが疑われる場合は、建築物の安全性評価者は外部評価のみを実行する必要があるとされる。

建築物の安全性評価の標準的な方法は、水位がシルプレートより上であった痕跡がある場合、建築物に使用制限 (RESTRICTED USE) のプラカードを貼付することであるとされる。FEMA 549 には、建築物の湿気とそれに関連する細菌やカビによる損傷を評価する手順の概要が示されている。

(6) アスベスト (Asbestos)

米国では、1978 年以前に、建築、改修された建築物においては、アスベストが含まれている可能性が高いとされている。成分に1%超のアスベストが含まれる場合は、アスベスト含有材料 (ACM) とみなされ、取り外しには、作業員と占有者の保護のために、規定の手順に従う必要がある。損傷の際にアスベストを放出する可能性のある材料としては、石膏、乾式壁テープ、パイプ、炉、ボイラーの断熱材、吹き付け天井仕上げ、サイディングや耐火材等が挙げられる。

建築物の迅速な評価において、安全性評価者は、天井、断熱材、乾式壁の損傷等のアスベストの状態に注意する必要がある。状態が深刻な場合、評価者はすぐに退去し、適切な個人用保護具でのみ立ち入りが許可されている旨のプラカード (使用制限) を貼付する必要がある。ACM

の深刻な損傷が疑われる場合は、資格のある専門家による評価が必要であるとされる。災害前の計画の一環として、アスベストの除去を行っていない古い建築物のリストの作成が推奨されている。

(7) 鉛系塗料 (Lead-Based Paint)

米国では、1978 年以前に建築された建築物においては、鉛系塗料が含まれている可能性があるとされている。鉛中毒は、健康被害や学習障害を引き起こす可能性がある。塗料の破片、はがれ等が存在し、占有者が触れる可能性がある場合、建築物の安全性評価者は、プラスチックシートで覆うことなどによって、これらの場所が、清掃、覆い、隔離する必要があることを伝える必要があるとされている。

(8) 寄生虫 (Parasites)

寄生虫は、汚染された水との接触や直接的な接触によって発生し、病気を引き起こす可能性がある。建築物の居住性評価では、寄生虫の問題は、滞留水の存在、衛生設備の欠如、寄生虫の存在を促進する不衛生な状態を評価することが挙げられる。これらに取り組むには、医療や公衆衛生の専門家の関与が適切とされている。

(9) 野生動物、野良動物、動物死骸 (Wild, Stray, and Dead Animals)

動物の咬傷、引っかき傷、狂犬病、アレルギー等への曝露は、怪我、病気、呼吸器や皮膚の障害を引き起こす可能性があるため、建築物の安全性評価者は、野良動物や死骸などを避ける必要がある。野生動物、野良動物、および死亡動物との接触は、公衆衛生の専門家のみとする必要があるとされる。

(10) 刺咬昆虫 (Biting and Stinging Insects)

刺咬昆虫は、安全性評価者を傷つけるだけでなく、建築物の居住性に影響を与える可能性がある。安全性評価者は、刺咬昆虫との接触を避け、アレルギー反応を持つ安全性評価者は、自動注射器の携帯、医療識別票の着用が必要とされる。茂み、背の高い草、落葉落枝を避けることや、服装等にも留意することとされている。

(11) 瓦礫やごみ (Debris and Refuse)

瓦礫には、破壊された建築物のガラスの破片、釘、ネジなどの鋭利な物体、石膏ボード、木材、カーペット、家具など、浸水し、汚染され、カビが生えた嵩張る廃棄物、廃棄された食品や容器などのごみ、油、電池、農薬、塗料、清掃用品等の有害廃棄物、冷蔵庫、洗濯機、乾燥機、ストーブ、食器洗い機等の大型家電製品があり、これらは、化学物質への暴露、不衛生、病気を媒介する動

物との接触、火災や爆発、通行の障害、頭上の危険等をもたらす。

建築物の安全性評価では、瓦礫やごみの居住性への影響は、火災、健康、アクセス性に関する潜在的なハザードとして評価される。安全性評価者は、瓦礫やごみとの接触を避け、瓦礫やごみが建築物の居住性に影響を与える場合は、バリアードを設置して、使用制限のプラカードを貼付し、必要に応じて公衆衛生当局に通知する必要があるとされている。

2.5.5 建築物のシステムとサービス (Building Systems and Services)

建築物の機械、電気、配管、火災警報やスプリンクラー等のシステムが災害によって損傷した場合、居住性評価における課題は、システムの機能の喪失によって、占有を禁止、制限する必要があるかどうか、建築物の暫定的な使用を継続するための一時的な基準があるかどうかとされる。

(1) 機械、電気及び配管サービス (Mechanical, Electrical, and Plumbing Services)

a) 災害前の建築基準

米国において、建築物の居住性に関する最低基準は、モデルコードに示されている。新築に関するコードとしては、ICC (International Code Council) による IRC (International Residential Code) や IBC (International Building Code) 等の一連の関連コード、NFPA (National Fire Protection Association) による FPA 5000 (Building Construction and Safety Code) や NFPA 101 (Life Safety Code) が挙げられる。ICC と NFPA は、いずれも、NFPA 70 (National Electrical Code) を参照している。既存建築物は、IEBC (International Existing Building Code) や IPMC (International Property Maintenance Code) によって規制される場合がある。いずれのコードも、既存建築物は、新築に求められる要件の全てには準拠できない可能性があることが考慮されている。IEBC と IPMC では準拠のレベルを下げるのが提案されているが、居住性は、安全で許容できるレベルであるとみされている。

災害後、新築の要件への完全な準拠のみならず、IEBC や IPMC による低いレベルも準拠できない建築物があることが想定される。このため、人々が屋内に避難できるように、居住性の基準の一時的な引き下げを検討する必要があるとされている。

b) 災害後の暫定基準

米国では、機械、電気、配管に関する建築物の災害後の居住性の評価基準に関するガイダンスはなく、建築物の暫定的な使用を可能にする機械、電気、配管に関して、IPMC より低いレベルの基準を開発する必要があるとさ

れている。暫定基準では、災害と損傷の種類を考慮する必要がある。例えば、トルネードでは、地下の設備は、通常被害を受けないため、飲料水供給と配管システムの排水は影響を受けない。洪水時には、地域の下水道や処理施設の浸水の可能性があるため、建築物の配管に物理的な損傷がなくても、配管の衛生システムをオフラインにする必要がある場合がある。天候は、空調システムにとって重要であり、暴風雨によって、地域の電力網が損傷し、暖房が機能せず、建築物が居住不可能になる可能性がある。また、コミュニティレベルのインフラに損傷がなく、建築物に損傷がある場合、重要なサービスの復旧を支援するために、電気、空調、配管等の専門家が評価を実施する必要があるとされている。

(2) 火災警報器、一酸化炭素警報器及び防火サービス (Fire Alarm, Carbon Monoxide Alarm, and Fire Protection Services)

a) 災害前の建築基準

米国において、火災関連の基準としては、ICC のコード、NFPA5000、NFPA101 が挙げられる。ICC と NFPA は、いずれも National Electrical Code (NEC) を参照している。NFPA 5000 と ICC のコードでは、住居内に煙探知器を設置する必要があるとされている。また、燃焼機器が設置されている場所等に一酸化炭素警報器が必要とされている。IRC では、新築住宅はスプリンクラーが必要とされているが、大多数の州では、この規定は除かれている。スプリンクラーは、新築の集合住宅、ホテル、高層ビル、商業施設で必要とされている。

b) 災害後の暫定基準

NFPA101 では、火災警報やスプリンクラーのシステムなどが故障した場合の標準的な方法として、煙、火災や異常な状態を見つけ、居住者に警告する防火監視を確立することとされている。また、即時入居のための一時的な火災安全基準の作成と精査の必要があり、基準は、火災の発見と抑制に対応する必要があるとされている。

2.5.6 その他の基準の課題 (Other Code Issues)

災害による建築物のシステムやサービスの被害とは直接関係しないが、建築基準の遵守における課題として、居住者が利用できる空間の広さ、退出や脱出の手段、セキュリティなど、建築物の再使用に対して影響を与える可能性のあるものがある。

(1) 居住可能な空間 (Habitable Space)

a) 災害前の建築基準

居住可能性 (habitability) の最低基準は、ICC のコード、NFPA5000、NFPA101 に示されている。居住可能な空間は、IRC において、「住む、寝る、食べる、又は料理する

ための建築物内の空間」と定義されている。住宅の全ての部屋が居住可能とみなされるわけではなく、浴室、トイレ、クローゼット、ホール、倉庫、設備スペース等は、居住可能な空間とはみなされない。IRC や NFPA 5000 において、居住可能な部屋やバスルームの最小寸法等が示されている。

b) 災害後の暫定基準

FEMA P-2055 では、一時的な屋内シェルターの部屋の大きさと居住者数の基準を作成する必要があるとしている。タイニーハウスやマイクロアパートメントの出現によって、安全に居住できる住宅が、大幅に小さくなる可能性は低い、被災していない部屋は限定される場合があるとされる。

(2) 出口や緊急脱出の手段 (Means of Egress / Emergency Escape)

IBC は、出口の手段とは、建築物等の占有部分から公道に至る垂直及び水平の連続的で閉塞されない経路と定義している。この経路は、部屋から屋外まで、通常、耐火性の評価が必要であるため、閉鎖された廊下通路、斜面や階段で構成されることが多い。これらの建築要素は、災害によって、損傷、阻害、性能の低下の可能性がある。

a) 災害前の建築基準

屋外に出るための安全で保護された経路について、IBC や NFPA から、建築要素の設計と構成に関する情報が提供されている。例えば、戸建住宅では、主な脱出手段であるドアは、幅 32 インチ以上必要である。集合住宅や商業施設の廊下の出口の幅は、出口の移動経路の利用者数によって異なる。集合住宅や多層の商業建築物は、2 つの独立した出口手段が必要である。古い建築物では、2 番目の出口手段は、屋外非常階段である可能性がある。

b) 災害後の暫定基準

戸建住宅で退出手段が 1 つの場合、災害における最初の被害後は居住性が十分である可能性がある。大きな建築物や特定の居住者には、より厳しい要件が必要な場合がある。出口の状態は、建築物の初期の損傷とカスケードインシデントによる損傷の潜在的なリスクを考慮して評価する必要がある。所定の耐火性能を有する出口への移動経路が必要な商業建築物では、詳細な評価 (Detailed Evaluation) が必要とされている。

(3) 障害者のアクセシビリティ、アクセスと機能的ニーズ及び高齢者 (Accessibility for Persons with Disabilities, Access and Functional Needs, and Seniors)

建築物の居住性の評価においては、障害者、アクセスと機能的ニーズ及び高齢者を含む居住者のニーズを考慮することが重要である。The Americans with Disabilities Act (ADA) は、公共施設 (Places of public accommodation)

が障害者を差別することを禁じている。公共施設とは、ADA において、レストラン、ホテル、スポーツアリーナ、美容院、食料品店など、一般に公開されているビジネスを示す。また、変更や新築のアクセシビリティに関する最低基準が設定されている。1990 年から ADA が導入されており、新しい施設は準拠している可能性がある。アクセシビリティの要件は、IBC などの建築基準にも組み込まれている。

a) 災害前の建築基準

災害前の建築基準として、The Rehabilitation Act of 1973 - Architectural Barriers Act (ABA) Accessibility Guidelines、ICC による Standard for Accessible and Usable Buildings and Facilities や International Existing Building Code、また、ADA Checklist for Existing Facilities が挙げられている。

b) 災害後の暫定基準

集合住宅と戸建住宅とも、住戸を個別に評価する必要がある。アクセシブルな入口とその経路が 1 つしかない場合は、損傷がなく使用可能である必要があり、他の出口を代用することはできない場合がある。災害前に ADA に準拠していなかった建築物は、災害後にアクセシブルとする必要はないかもしれないが、修繕や改修は、アクセシビリティの基準に準拠する契機となる可能性があるとされる。

(4) セキュリティ (Security)

a) 災害前の建築基準

セキュリティに関して、災害前の建築基準には、通常、ドアロックの要件が含まれる。建築基準は、主に人々ができるだけ早く簡単に建築物から脱出できることに関わる。商業建築物のロックの要件は、占有者の数と用途によって異なる。セキュリティに関しては、住宅と商業建築物ともに、鍵、特別な知識や努力なしに、出口のドアを内部から簡単に開けることができることが求められている。最小限のセキュリティを提供するために何が必要かを判断するためには、個別の対処が必要である。建築物の居住性を評価においては、開口部から入ることや仮設のドアを設けることなどが考えられる。各居住者への影響が異なり、セキュリティや安全性の考え方も異なるため、入居前に、代替の居住性に関する暫定基準への対応と併せて、調整する必要がある。

b) 災害後の暫定基準

住宅の居住性や商業建築物の使用と占有は、在館者を天候の影響から保護する建築物の能力によっても決まる。これは、最小限の無傷の壁、屋根、天井、窓やドアによって覆われることを意味し、建築物の外皮が確保されると、ドアや窓のロックへの対応となる。災害後の火災の危険性を考えると、建築物の内部のロックは、建築基準に準拠する必要があるとされている。

2.5.7 暫定的な居住性の方針のフレームワーク

(1) 住宅の災害後の暫定的な使用

災害後に、住民が移転すると、コミュニティが分断し、住民は、住宅、所有物、資産、生活から分離される可能性がある。災害後に、住民が、許容される安全基準を満たす自宅を使用できるようにすることで、コミュニティが安定し、長期的な人口移動を軽減し、世帯とコミュニティの回復を促進することができるとされる。

損傷した建築物が、健康と安全に関する基準の全てを満たすことは期待できないと考える建築安全の専門家も存在する。甚大な災害後に、5階以上の建築物では、エレベーター、仮設トイレ、シャワー、水などの多くのニーズがあり、暫定的な使用は困難と考えられている。

暫定的な居住性の基準は、通常の基準よりも条件やサービスが劣る場合があるため、柔軟性を持たせ、特定の影響を受けるコミュニティに対応するものとする必要がある。また、許容できる安全性の保証、ユーティリティやサービスなどの必要なサポートの提供、居住者と支援機関の効果的なコミュニケーションなどを考慮する必要がある。子供、高齢者、障害者等には、特別なケアやサービスを提供する必要がある。ペット、介助動物も収容し、食料、汚物処理、ケアなどを提供する必要がある。

災害直後には、住宅以外の建築物も住宅として使用される場合がある。自宅や適切な避難所に安全に移ることができるまで、オフィス、企業、学校に一時的に滞在する場合がある。消防、警察、病院等の非住宅の建築物は、そのような緊急用途に備えるものもあり、ホテルなど短期間のゲストの使用に既に対応している場合は、従業員等が、短期間、容易に使用できる。ほとんどの非住宅の建築物には、ベッド、シャワー、食事の準備や提供のエリアがなく、1、2日以上、シェルターとして使用することは困難である。エレベーターやユーティリティが途絶すると、高層建築物の上層階への避難は、特に問題となるとされる。

(2) 災害後の暫定的な居住性の基準の例

居住性に関して必要とされるものは、災害後の時間の経過とともに変化する。地震直後、近隣支援センターを利用して、自宅に滞在するコミュニティに必要な支援を提供することがSPURにより提案されている¹²⁾。センターは、人々が自宅に滞在することを奨励するためのサービスや情報のリソースとして機能することが想定されている。表-8は、地震直後、1週間、1か月、3か月に想定される状態の例を示す。地震後の暫定的な居住性の基準では、住戸の安全性、天候からの保護、インフラの使用を考慮する必要があるとされる。住宅における緊急事態が終息後、災害前の全ての居住性の基準の適用が望まれるとされる。

表-8 地震後の代替的な居住性の基準¹³⁾

【地震直後】	
建築物が安全である。	安全性は、市の技術ツール（ATC-20）により定義される。危険とされた建築物は占有できない。正式な検査前に、所有者等は、市の簡略チェックリストにより自己検査できる。
全ての占有領域から、1以上の出口経路が必要である。	機能が完全な非常階段は、出口経路にできる。簡単に除去できるものにより閉塞された経路も使用できる。
【地震1週間後】上記の全てに加えて、以下を満たす。	
消火器	集合住宅で必要な場合は設置。
耐候性：屋根	暫定のプラスチックカバーで可。
耐候性：壁	暫定のプラスチックカバーで可。
耐候性：窓	暫定のプラスチックカバーで可。
住所の提示	暫定の住所のプラカードで可。
煙探知機	電池式で可。
CO2 検出器	電池式で可。
5階以上の建築物のエレベーター	電力復旧後7日で動作。
【地震1ヶ月後】上記の全てに加えて、以下を満たす。	
電気	サービス復旧後30日で動作。
ガス	サービス復旧後30日で動作。
下水道とトイレ	サービス復旧後30日で動作。下水道やパイプの被害の場合、汚物を袋に入れ、薬品処理、地域の指示により処分。
水	サービス復旧後30日で動作。
火災警報システム等	電力復旧後30日で動作。
非常口の照明	電力復旧後30日で動作。
電灯：各部屋1以上	電力復旧後30日で動作。
給湯	水、ガス・電力の復旧後30日で動作。
食品の冷蔵	電力復旧後30日で動作。
【地震3ヶ月後】上記の全てに加えて、以下を満たす。	
スプリンクラー、消防ポンプ等	水道復旧後90日で動作。
玄関ドア、ロック	地震後90日で動作。
必要な第2の出口	非常階段は第2の出口とみなす。
暖房サービス	設備復旧後90日で動作。
【住宅の緊急事態終息後】全ての通常の居住性の基準が適用。	

(3) 暫定的な居住性の基準の整備における課題

暫定的な居住性の基準の整備においては、建築物の設備、ライフライン、セキュリティ及び障害者等のアクセス等の技術的な課題に加え、災害の種類や規模、災害後の時間経過と対応、評価者のリソース、占有を許可する権限及び関係者との調整等の管理やポリシーに関する課題について検討し、対応することが重要とされている。

3. 日本における災害後の建築物の評価

3.1 災害後の建築物の評価

日本における災害後の建築物の評価の主なものとして、被災建築物応急危険度判定、被災建築物の被災度区分判定、罹災証明のための被害調査が挙げられる。

被災建築物応急危険度判定は、地震により建築物が被災した場合、余震等による被災建築物の倒壊、部材の落下等から生ずる二次災害を防止し、住民の安全の確保を図るため、建築物の被害の状況を調査し、余震等による二次災害発生の危険の程度の判定・表示等を行うものである。応急危険度判定士が判定業務に従事し、判定結果は、「危険」、「要注意」、「調査済」の判定ステッカーとして建築物に貼られる。

被災建築物の被災度区分判定は、応急危険度判定の実施後に、震災建築物の復旧を目的として行われ、建築構造技術者が建築物の内部に立ち入り、当該建築物の沈下、傾斜および構造躯体などの損傷状況を調査し、被災の程度を「軽微」、「小破」、「中破」、「大破」、「倒壊」などと区分する。

罹災証明のための被害調査は、災害対策基本法第90条の2に基づき、市町村長が、被災者からの申請により、住家の被害その他当該市町村長が定める種類の被害の状況を調査し、当該災害による被害の程度を証明する書面（罹災証明書）を交付するものである。研修を受けた市町村の職員等が、住家の傾斜、屋根、壁等の損傷状況を調査し、住家の屋根、壁等の経済的被害の全体に占める割合に基づき、被害の程度を認定する。一般的には、「全壊」、「大規模半壊」、「半壊」、「半壊に至らない」の4区分で認定が行われる。罹災証明書は、住宅の応急修理等の被災者支援策を受ける際に必要となる。

それぞれの評価が対象とする災害の種類としては、被災建築物応急危険度判定及び被災建築物の被災度区分判定は、地震を対象としており、罹災証明のための被害調査は、地震、水害、風害及び液状化等の地盤被害を対象としている。

3.2 災害後の建築物の機能継続

災害後の建築物の評価とは異なるが、国土交通省住宅局による「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン」には、防災拠点等となる建築物が大地震に見舞われた場合に、倒壊・崩壊を防止するだけでなく、機能継続を図るにあたり参考となる事項が記載されている。

当該ガイドラインの対象となる建築物としては、大地震時に地域防災計画や組織のBCPに基づき防災拠点として機能継続することが期待される建築物である庁舎、避難所、病院等が想定されているが、一般の共同住宅やオフィス等における大地震後の居住継続、機能継続の参

考にもなるとされている。防災拠点等となる建築物について、建築主、設計者、管理者といった関係主体間で共有する事項として、表-9が挙げられる。

表-9 防災拠点等となる建築物の機能継続に関する事項¹⁴⁾

設計等にあたっての関係者の役割	対象建築物に求められる役割の明確化	
	建築主による機能継続の目標設定のサポート	
	一貫した設計のための適切な業務管理	
機能継続に係る目標	日常の管理、大地震時の点検・復旧の実施	
	機能継続の目標の設定	
	建築主による機能継続の目標設定のサポート	
	建築物の状態等に関する目標水準・目標期間の設定	
立地計画	さらに大きな地震動の想定	
	災害に対するリスクの低い立地の選定	
	他の施設との役割分担を考慮した立地選定	
	対象建築物の敷地の広さ、形状	
建築計画	【追補版】災害リスク対策	
	求められる機能を継続するために必要な規模の室や設備の確保	
	活動拠点室等の計画	
構造計画	構造体の耐震設計	バリアフリーへの配慮
		構造体の
		大地震時の構造体の損傷防止
	耐震設計	構造体の変形量等を用いた検証
設備計画	建築設備の耐震設計	大地震時の基礎の損傷、沈下、傾斜の防止
		大地震時における人命の安全確保及び二次災害の防止、施設の機能継続のための非構造部材の設計・施工
	ライフラインの途絶対策	構造体の変形への追従、地震力に対する必要な安全性及び機能継続性の確保、余裕を確保した設計
大地震時の円滑な機能継続確保のための平時からの準備	ライフラインの途絶対策	エネルギー源・水源の確保、仮設設備への補給
		津波による浸水可能性への対応
	各部の点検及び継続使用の可否を判定するための手順の明確化・周知	
	軽微な補修等に必要な資材の備蓄	
ライフライン途絶に備えた備蓄		
代替設備・仮設設備の運用手順の明確化・周知		

3.3 仮設建築物に関する制限の緩和

建築基準法第 85 条において、非常災害があった場合には、非常災害区域等（非常災害が発生した区域又はこれに隣接する区域で特定行政庁が指定）内では、災害によ

り破損した建築物の応急の修繕、応急仮設建築物の建築でその災害が発生した日から一月以内にその工事に着手するものなどについては、建築基準法令の規定は、適用除外等とされている（表-10）。

表-10 仮設建築物に関する制限の緩和¹⁵⁾

恒久的な建築物	非常災害があった場合に、発生区域等において行われる応急の修繕、災害救助のための建築物の建築、被災者が自ら使用するための建築物（延べ面積 30 m ² 以内）の建築に 1 ヶ月以内に着手する場合	災害があった場合において公益上必要な用途に供する応急仮設建築物（応急仮設住宅含む）として建築する場合
建築基準法	建築基準法第 85 条第 1 項	建築基準法第 85 条第 2 項
・建築確認：必要 ・完了検査：必要 ・定期報告：必要	・建築確認：不要 ・完了検査：不要 ・定期報告：不要	・建築確認：不要 ・完了検査：不要 ・定期報告：不要
・単体規定（構造耐力，建築材料，防火・避難，採光，換気，建築設備等） ・集団規定（接道，用途，形態等）	・単体規定：適用除外 ・集団規定：適用除外（防火地域内の建築は不可）	・単体規定（構造耐力，採光，換気等 ※建築材料，防火・避難，建築設備等に係る単体規定の一部は適用除外） ・集団規定：適用除外
・存続期間に特段の定めなし	<p>・3 ヶ月を超えて存続しようとする場合，特定行政庁の許可が必要。</p> <p>・許可後 2 年間，存続が可能。（当初と併せて最長で 2 年 3 ヶ月）</p> <p>（※特定非常災害法の特例により，応急仮設住宅は，1 年を超えない範囲で許可の期間延長が可能。また，東日本大震災復興特別区域法を適用することにより，応急仮設建築物についても，1 年を超えない範囲で許可の期間延長が可能。）</p>	

3.4 米国と日本における災害後の建築物の評価について

米国と日本において、災害後の建築物の評価については、地震後に、建築物の構造安全性を確認し、判定結果を建築物に貼付する応急危険度判定の仕組みは類似している。

地震以外の災害については、日本では、罹災証明のための被害調査において、水害、風害及び液状化等の地盤被害が行われる。米国の FEMA P-2055 では、構造的・非構造的な安全性評価について、地震、暴風と洪水、土地の不安定性、火山噴火、降雹、雪氷、火災、爆発、マルチハザードインシデント、歴史的・文化的資源の評価という広範な事態を対象としている。

地震については、ATC-20-1 (Field Manual: Postearthquake Safety Evaluation of Building (2nd Edition))、暴風と洪水については、ATC-45 (Field Manual: Safety Evaluation of Buildings after Windstorms and Floods) の使用が推奨されている。その他の災害について、具体的なガイダンスがない場合には、詳細なガイダンスが作成されるまでは、ATC-20-1 や ATC-45 などの既存の基準等によって部分的に対処できるとされている。

また、米国の FEMA P-2055 では、災害後の建築物の居住性評価についても対象としている。居住性の評価は、

構造的・非構造的な安全性評価ではリスクがない場合でも、環境ハザード等によって建築物の使用が困難となる可能性があることから考慮されるものである。

居住性評価に関連する課題としては、環境ハザード(天然ガス、一酸化炭素、化学物質放出、煤煙、汚水、下水、カビ、アスベスト、鉛系塗料、寄生虫、野生動物、野良動物、動物死骸、刺咬昆虫、瓦礫やごみ)、建築物のシステムとサービス(照明、換気、暖房・冷房、電気、飲用水、煙・一酸化炭素警報器、消火)、その他の基準の課題(居住可能な空間、退出・緊急脱出手段、障害者のアクセシビリティ、アクセスと機能的ニーズ及び高齢者、セキュリティ)が挙げられている。

これらの課題に対して、FEMA P-2055 では、建築基準や建築基準以外の関係規定等に基づき、建築物の安全性評価者による評価の方法、バリケードの設置、使用制限 (RESTRICTED USE) や危険 (UNSAFE) のプラカードの貼付等の対応方法について言及されている、また、災害前の建築基準、災害後の暫定の建築基準について、現況や今後の方向性が挙げられている。

災害後に、建築物が損傷を受けたり、倒壊したりすることによって、利用可能な建築物の数が減少するが、住民の生活や経済活動の維持等のためには、利用可能な建

建築物の量が維持されることが求められる。損傷した建築物は、平常時の建築基準の全ては満たさないが、危険ではない場合に、暫定的な使用が可能かどうかの基準が求められる。

米国と日本ともに、応急危険度判定によって、二次災害防止の観点から、建築物の安全性の確認が行われる。FEMA P-2055 では、建築物の設備、ライフライン、セキュリティ等の技術的な課題や、災害や評価者の状況等について検討し、対応することが重要とされている。

また、被災地においては、建築物の応急の修繕、災害救助のための建築物や応急仮設住宅の建築等のニーズへの迅速な対応が求められる。これに対して、日本においては、建築基準法第 85 条において、建築確認、完了検査、定期報告を不要とすること、単体規定や集団規定を一部適用除外とすることなどによって対応している。

災害後の建築物の安全性評価においては、建築物の使用者へのリスクの評価に加え、評価者へのリスクという観点も重要である。FEMA P-2055 では、化学物質、環境汚染物質、害虫・害獣等の環境ハザードに暴露され得る評価者の対応等について言及されている。

4. まとめ

本研究では、災害後の建築物の安全性と居住性の評価について、米国の FEMA P-2055 について分析するとともに、日本の関連制度との比較等を行った。その結果、両国で、地震後に、建築物の構造安全性を確認し、判定結果を建築物に貼付する応急危険度判定の仕組みなどに類似点がみられた。一方、米国の FEMA P-2055 においては、評価の対象や分野において、以下のような特徴があることが把握された。

災害後の建築物の評価について、構造的・非構造的な安全性に加え、居住性を対象としている。

構造的・非構造的な安全性評価について、広範な災害等の事態を対象とし、居住性の評価について、環境ハザードや建築物のシステム等を対象としている。

評価においては、建築物自体の様々なリスクに加え、環境、ライフライン、セキュリティ等の建築物を取り巻く分野横断の取組みを提示している。

FEMA P-2055 は、現時点において、適用が推奨される既存の基準に加え、今後のガイドラインの整備が必要な事項、ガイドラインの整備までの使用が想定される暫定的な基準等を含むものである。このため、今後の米国におけるさらなる基準やガイドライン等の整備、運用の状況等を把握し、日本における取組みの参考としていくことが重要である。

参考文献

- 1) Congress.gov (2021): “H.R.302 - FAA Reauthorization Act of 2018”,
<https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/302/text?q=%7B%22search%22%3A%5B%22HR+302%22%5D%7D&u=1> (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 2) Federal Emergency Management Agency (2019): “Post-disaster Building Safety Evaluation Guidance – Report on the Current State of Practice, including Recommendations Related to Structural and Nonstructural Safety and Habitability”,
https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-07/fema_DRRR-12-41-post-disaster-building-safety-evaluation_guide.pdf, p.105 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 3) 前掲 2, pp.2-1-2-2 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 4) 前掲 2, p.2-4 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 5) 前掲 2, pp.3-2-3-3 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 6) 前掲 2, p.3-4 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 7) 前掲 2, p.3-5 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 8) 前掲 2, p.3-6 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 9) Federal Emergency Management Agency (2019): “Individual Assistance Program and Policy Guide”,
https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-09/fema_individual-assistance-program-policy-guide_11-29-2018.pdf, p.77 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 10) 前掲 2, p.4-2 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 11) 前掲 2, p.4-7 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 12) SPUR (2012): “Safe Enough to Stay”,
https://www.spur.org/sites/default/files/publications_pdfs/SPUR_Safe_Enough_to_Stay.pdf, p.5 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 13) 前掲 2, p.28 より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 14) 国土交通省 (2020): “防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン チェックリスト”,
<https://www.mlit.go.jp/common/001292555.pdf>, より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)
- 15) 国土交通省 (2017): “建築基準法制度概要集”,
<https://www.mlit.go.jp/common/001215161.pdf>, より作成 (2021 年 2 月 12 日閲覧)

STUDY ON EVALUATION OF BUILDING SAFETY AND HABITABILITY AFTER DISASTER, WITH REFERENCE TO US FEMA P-2055

Masaru SUGAHARA

This study explored the evaluation of building safety and habitability after disasters in an analysis of United States FEMA P-2055, which was issued in November 2019, and performed a comparative analysis on relevant systems in Japan. Similarities were found in the post-earthquake quick inspection of buildings in terms of assessment procedures, damage evaluations, and placards describing evaluation results. Characteristic aspects of the FEMA P-2055 were found in evaluation targets and fields. For instance, the FEMA P-2055 not only targets structural and non-structural safety but also habitability. In the evaluation of structural and non-structural safety, it targets a wide range of disasters. For habitability, it targets environmental hazards, building systems and services, and so on. It presents cross-sectoral efforts to surround buildings, including environment, lifeline, and security, as well as the various risks of the buildings themselves. It also provides potential temporary standards for damaged buildings after the disasters.