

ISSN 1346-7328
国総研資料 第 674 号
ISSN 0286-4630
建築研究資料 第 136 号
平成 24 年 3 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE

National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 674

March 2012

建築研究資料

Building Research Data

No. 136

March 2012

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告

Report on Field Surveys and Subsequent Investigations of
Building Damage Following the 2011 off the Pacific coast
of Tohoku Earthquake

平成 24 年 3 月

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

独立行政法人 建築研究所

Building Research Institute
Incorporated Administrative Institution, Japan

はしがき

平成 23 年（2011 年）3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖を震源とするマグニチュード（M）9.0 の東北地方太平洋沖地震が発生し、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県など東日本太平洋沿岸の各県を中心に広い地域で、地震動や津波により、数多くの建築物・家屋の他、工作物の倒壊や流失などの被害をもたらしました。平成 24 年 1 月 27 日現在、警察庁情報によれば、死者・行方不明者は 19,213 人という未曾有の被害をもたらしています。

このような未曾有の大災害における建築物等被害から教訓を学び取り、今後の地震や津波対策に生かすため、国土技術政策総合研究所及び建築研究所では連携して、地震発生翌日から平成 24 年 1 月 27 日までに計 43 回にわたり、のべ 140 人の研究者を現地に派遣し、貴重なデータを収集してきました。また、平成 23 年初夏以降はそれらをもとに新たな技術基準策定のための分析を行うとともに、行政への技術的支援や成果の発信を精力的に行ってきました。

本報告書では、これら成果のうち、主として平成 23 年 5 月 13 日に刊行した速報以降に明らかになった調査結果や行政施策の技術的裏づけとなった研究成果などを中心に、最終報告書として平成 24 年 1 月 27 日時点で取りまとめたものであります。

震災復興計画も平成 23 年末までには被災地のほとんどの県市町村で策定され、本格的な復興・再建が開始されています。本報告書でまとめられた知見が東北地方太平洋沖地震からの復旧・復興に反映され、また、今後想定される他の地震においても活用されることを切に期待します。

最後に、本震災で亡くなられた方及びそのご遺族に対して深く哀悼の意を表するとともに、被災された方々に心からお見舞い申し上げます。また、調査研究にあたり、被災地の困難な状況にもかかわらずご協力いただいた方々、資料を提供して頂いた方々に深く御礼を申し上げます。

平成 24 年 3 月

国土交通省国土技術政策総合研究所
副所長 水流 潤太郎
独立行政法人建築研究所
理事長 村上 周三

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告 目次

はしがき

第 1 章 はじめに	1-1
第 2 章 調査研究の経過	
2.1 被害調査	2-1
2.2 関連研究	2-4
第 3 章 被害の概要	
3.1 被害一般	
3.1.1 人的被害	3.1-1
3.1.2 住宅等に係る被害	3.1-2
3.1.3 応急危険度判定の実施状況	3.1-4
3.1.4 過去の地震災害との比較	3.1-5
3.2 津波による市街地被害	
3.2.1 津波による建築物被害の地理的分布	3.2-1
3.2.2 浸水範囲における公共公益施設の被災状況	3.2-7
参考文献	3.2-14
第 4 章 強震観測記録に基づく地震動特性と建築物の挙動	
4.1 地震動特性評価	
4.1.1 本震および主な余震の地震動	4.1-1
4.1.2 本震の地震動特性	4.1-5
4.1.3 余震と本震の比較	4.1-7
4.1.4 長周期地震動評価	4.1-10
参考文献	4.1-16
4.2 建築研究所の強震観測結果	
4.2.1 強震観測結果の概要	4.2-1
4.2.2 主な強震観測記録	4.2-7
参考文献	4.2-28
4.3 強震観測に基づく建物挙動の解明	
4.3.1 建築研究所のエキスパンションジョイントの余震による変位測定結果	4.3-1
4.3.2 実験棟建屋の余震観測と入力地震動の推定	4.3-9

4.3.3 天井の脱落被害を生じた茨城県内の体育館の余震観測と 本震時の入力地震動の推定	4.3-15
4.3.4 いわき市庁舎の余震観測	4.3-21
参考文献	4.3-26
4.4 超高層建物等における地震応答の検証	
4.4.1 強震観測記録に基づく超高層建物の振動特性の評価	4.4-1
4.4.2 強震観測記録に基づく超高層建物の地震応答解析	4.4-9
参考文献	4.4-19
4.5 超高層事務所建物の管理者・居住者へのアンケート調査	
4.5.1 はじめに	4.5-1
4.5.2 建物管理者向けのアンケート	4.5-1
4.5.3 居住者（施設職員）向けのアンケート	4.5-4
4.5.4 まとめ	4.5-10
4.6 まとめ	4.6-1

第5章 地震による建築物等の被害

5.1 はじめに	5.1-1
5.2 鉄筋コンクリート造建築物	
5.2.1 鉄筋コンクリート造建築物の被害分類と分析	5.2-1
5.2.2 旧耐震基準で建設されたRC造建築物の被害分析と被災度区分判定	5.2-8
5.2.3 被災RC造建築物の解析による検討	5.2-14
5.2.4 まとめ	5.2-49
参考文献	5.2-50
5.2 付録A 鉄筋コンクリート造非耐力壁の損傷に関する実験的知見の整理	5.2 付録A-1
5.2 付録B 詳細調査を実施したRC造建築物の建物概要及び被災度区分判定結果	5.2 付録B-1
5.3 鉄骨造建築物	
5.3.1 はじめに	5.3-1
5.3.2 体育館の被害調査の概要	5.3-1
5.3.3 体育館の被害の形態と特徴	5.3-4
5.3.4 体育館の被災度区分判定と分析	5.3-9
5.3.5 被害部位毎の分析	5.3-14
5.3.6 構造被害を軽減するための対策	5.3-17
5.3.7 まとめ	5.3-18
参考文献	5.3-19
5.4 木造建築物	
5.4.1 調査の目的と概要	5.4-1
5.4.2 抽出的な詳細調査	5.4-2
参考文献	5.4-21
5.4.3 耐力壁量と被害の関係	5.4-21
参考文献	5.4-25

5.4.4	地震応答解析による耐力壁量と最大応答変位の関係	5.4-25
	参考文献	5.4-33
5.4.5	まとめ	5.4-33
5.5	免震建築物	
5.5.1	地震被災地域における現地調査	5.5-1
5.5.2	免震建築物の挙動	5.5-25
5.5.3	免震層およびその周囲の変状と対策	5.5-36
5.5.4	免震・非免震建築物での居住者・使用者アンケート	5.5-50
5.5.5	まとめ	5.5-58
	参考文献	5.5-62
5.6	地盤の液状化	
5.6.1	東京湾岸部の被害の概要	5.6-1
5.6.2	液状化地域の地震動	5.6-2
5.6.3	液状化判定	5.6-6
5.6.4	まとめ	5.6-15
	参考文献	5.6-15
5.7	非構造部材	
5.7.1	はじめに	5.7-1
5.7.2	天井の被害	5.7-1
5.7.3	ガラスの被害	5.7-3
5.7.4	まとめ	5.7-4
	参考文献	5.7-5
5.8	まとめ	5.8-1

第6章 建築物の津波被害を踏まえた検討

6.1	はじめに	6.1-1
6.2	鉄筋コンクリート造建築物の被害	
6.2.1	被害の分類	6.2-1
6.2.2	建築物Aの被害	6.2-5
6.2.3	建築物Bの被害	6.2-10
6.2.4	建築物Cの被害	6.2-14
6.2.5	建築物Dの被害	6.2-22
6.2.6	建築物Eの被害	6.2-29
6.2.7	液状化による杭の引き抜き耐力の低下	6.2-32
	参考文献	6.2-40
6.3	鉄骨造建築物の被害	
6.3.1	被害の分類	6.3-1
6.3.2	残存した鉄骨造骨組の耐力と津波荷重の推定	6.3-5
	参考文献	6.3-9

6.4	木造建築物の被害	
6.4.1	平野部の被害の分類	6.4-1
6.4.2	傾斜地の被害の分類	6.4-9
6.4.3	木造住宅の構造耐力と被害	6.4-12
6.4.4	木造住宅の耐津波設計方針	6.4-19
6.4	付録C 岩手県、宮城県の傾斜地における木造建築物の津波被害調査結果	6.4付録C-1
6.4	付録D 木造公営住宅の津波被害調査結果	6.4付録D-1
6.4	付録E 木造民間住宅の詳細調査結果	6.4付録E-1
6.5	津波避難ビルの構造設計法に関する検討	
6.5.1	背景	6.5-1
6.5.2	設計方針	6.5-1
6.5.3	津波避難ビルの構造設計の概要	6.5-2
6.5.4	津波波圧の算定	6.5-4
6.5.5	津波波力の算定	6.5-6
6.5.6	浮力の算定	6.5-7
6.5.7	漂流物への対処方法	6.5-8
6.5.8	津波避難ビルに要求される条件	6.5-8
	参考文献	6.5-10
6.5	付録F 「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた 津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」(技術的助言)	6.5付録F-1
6.6	まとめ	6.6-1

第7章 火災による建築物の被害

7.1	火災被害の概要	
7.1.1	火災の発生状況	7-1
7.1.2	出火率	7-3
7.1.3	火災被害調査等	7-4
7.2	地震火災(非津波)の発生状況	
7.2.1	地震火災(非津波)の特徴	7-7
7.2.2	出火原因別の特徴	7-10
7.2.3	代表的な地震火災(非津波)事例	7-11
7.3	津波火災による被害状況	
7.3.1	津波火災の特徴	7-18
7.3.2	津波火災の延焼メカニズム	7-21
7.3.3	代表的な津波火災事例	7-21
7.4	地震動による防火対策・設備の被害	
7.4.1	防火区画・防火設備の被害	7-26
7.4.2	消防用設備の被害	7-27
7.5	まとめ	7-28
	参考文献	7-29

第8章 住宅再建・地域復興への動向

8.1 避難者数とライフラインの復旧状況	8-1
8.2 応急仮設住宅等の供給	8-5
8.3 被災後の住宅・居住状況	8-8
8.4 地域性を考慮した住宅再建への取り組み	8-11
8.5 建築制限、都市計画の指定状況と復興計画の策定状況	8-14
参考文献	8-17

第9章 まとめ	9-1
---------	-----

謝辞

執筆分担

第1章 はじめに

砺波 匡 国土技術政策総合研究所企画部 基準研究官

長崎 卓 建築研究所 研究専門役

成藤宣昌 建築研究所 企画部長

村上晴信 建築研究所企画部 企画調査課長

第2章 調査研究の経過

砺波 匡 国土技術政策総合研究所企画部 基準研究官

長崎 卓 建築研究所 研究専門役

成藤宣昌 建築研究所 企画部長

村上晴信 建築研究所企画部 企画調査課長

第3章 被害の概要

大竹 亮 国土技術政策総合研究所 住宅研究部長

柴田好之 国土技術政策総合研究所 都市研究部長

森 正志 国土技術政策総合研究所住宅研究部 住宅計画研究室長

有川 智 国土技術政策総合研究所住宅研究部 住宅生産研究室長

木内 望 国土技術政策総合研究所都市研究部 都市防災研究室長

阪田知彦 国土技術政策総合研究所都市研究部 主任研究官

石井儀光 建築研究所住宅・都市研究グループ 主任研究員

第4章 強震観測記録に基づく地震動特性と建築物の挙動

大川 出 建築研究所構造研究グループ 主席研究監

小山 信 建築研究所構造研究グループ 上席研究員

斉藤大樹 建築研究所国際地震工学センター 上席研究員

森田高市 建築研究所国際地震工学センター 上席研究員

犬飼瑞郎 建築研究所企画部 国際研究協力参事

長谷川隆 建築研究所構造研究グループ 主任研究員

脇山善夫 建築研究所建築生産研究グループ 主任研究員

石原 直 建築研究所国際地震工学センター 主任研究員

鹿嶋俊英 建築研究所国際地震工学センター 主任研究員

第5章 地震による建築物等の被害

西山 功 国土技術政策総合研究所 建築研究部長

向井昭義 国土技術政策総合研究所建築研究部 建築新技術研究官

槌本敬大 国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター

評価システム研究室長

小豆畑達哉 国土技術政策総合研究所建築研究部 構造基準研究室長

新井 洋 国土技術政策総合研究所建築研究部 主任研究官

井上波彦 国土技術政策総合研究所建築研究部 主任研究官
岩田善裕 国土技術政策総合研究所建築研究部 主任研究官
諏訪田晴彦 国土技術政策総合研究所建築研究部 研究官
飯場正紀 建築研究所 構造研究グループ長
福山 洋 建築研究所構造研究グループ 上席研究員
中島史郎 建築研究所建築生産研究グループ 上席研究員
斉藤大樹 建築研究所国際地震工学センター 上席研究員
森田高市 建築研究所国際地震工学センター 上席研究員
加藤博人 建築研究所構造研究グループ 主任研究員
田尻清太郎 建築研究所構造研究グループ 主任研究員
長谷川隆 建築研究所構造研究グループ 主任研究員
平出 務 建築研究所構造研究グループ 主任研究員
中川貴文 建築研究所材料研究グループ 主任研究員
山口修由 建築研究所材料研究グループ 主任研究員
脇山善夫 建築研究所建築生産研究グループ 主任研究員
石原 直 建築研究所国際地震工学センター 主任研究員
向井智久 建築研究所国際地震工学センター 主任研究員
荒木康弘 建築研究所構造研究グループ 研究員
壁谷澤寿一 建築研究所構造研究グループ 研究員
谷 昌典 建築研究所構造研究グループ 研究員

第6章 建築物の津波被害を踏まえた検討

西山 功 国土技術政策総合研究所 建築研究部長
向井昭義 国土技術政策総合研究所建築研究部 建築新技術研究官
深井敦夫 国土技術政策総合研究所建築研究部 基準認証システム研究室長
樋本敬大 国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター
評価システム研究室長
新井 洋 国土技術政策総合研究所建築研究部 主任研究官
井上波彦 国土技術政策総合研究所建築研究部 主任研究官
岩田善裕 国土技術政策総合研究所建築研究部 主任研究官
喜々津仁密 国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター 主任研究官
原口 統 国土技術政策総合研究所建築研究部 研究官
福山 洋 建築研究所構造研究グループ 上席研究員
奥田泰雄 建築研究所構造研究グループ 上席研究員
中島史郎 建築研究所建築生産研究グループ 上席研究員
斉藤大樹 建築研究所国際地震工学センター 上席研究員
加藤博人 建築研究所構造研究グループ 主任研究員
田尻清太郎 建築研究所構造研究グループ 主任研究員
中川貴文 建築研究所材料研究グループ 主任研究員
山口修由 建築研究所材料研究グループ 主任研究員

石原 直 建築研究所国際地震工学センター 主任研究員
荒木康弘 建築研究所構造研究グループ 研究員
壁谷澤寿一 建築研究所構造研究グループ 研究員
谷 昌典 建築研究所構造研究グループ 研究員

第7章 火災による建築物の被害

岩見達也 国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター 主任研究官
鍵屋浩司 国土技術政策総合研究所都市研究部 主任研究官
吉岡英樹 国土技術政策総合研究所都市研究部 主任研究官
萩原一郎 建築研究所防火研究グループ 上席研究員
林 吉彦 建築研究所防火研究グループ 上席研究員
鈴木淳一 建築研究所防火研究グループ 研究員

第8章 住宅再建・地域復興への動向

大竹 亮 国土技術政策総合研究所 住宅研究部長
柴田好之 国土技術政策総合研究所 都市研究部長
有川 智 国土技術政策総合研究所住宅研究部 住宅生産研究室長
木内 望 国土技術政策総合研究所都市研究部 都市防災研究室長
竹谷修一 国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター
建設経済研究室長
角倉英明 国土技術政策総合研究所住宅研究部 研究官
米野史健 建築研究所住宅・都市研究グループ 研究員

第9章 まとめ

西山 功 国土技術政策総合研究所 建築研究部長
飯場正紀 建築研究所 構造研究グループ長

※所属は執筆時点（平成24年3月1日）のものである。