



公益社団法人 **日本地震工学会**

Japan Association for Earthquake Engineering

JAEE NEWSLETTER

編集 日本地震工学会 情報コミュニケーション委員会
 委員長 富田 孝史
 副委員長 久田 嘉章
 委員 鹿嶋 俊英 久保 智弘 (編集担当) 齊藤 正人 中村 いずみ 山口 亮

第5号

公益社団法人 日本地震工学会
 〒108-0014 東京都港区芝 5-26-20 建築会館 4F
 TEL 03-5730-2831
 FAX 03-5730-2830
 Website: <http://www.jaee.gr.jp/>

2013年9月30日 発行

特集 関東大震災から 90 周年を迎えて 情報コミュニケーション委員会・工学院大学 久保智弘

今年 9 月 1 日に関東大震災から 90 周年を迎えました。日本地震工学会等は「関東地震 90 周年記念シンポジウム—過去に学び、未来に備える—」を 8 月 27 日に開催しました。さらに本会の学会誌 10 月号では特集「過去の地震に学び、今後に備える (1) 首都直下の地震を考える」において、関東大震災など過去の首都圏直下の地震像、これからの相模トラフ・首都圏直下の地震像、想定される地震への対応策などの紹介が予定されています。

今回の News Letter では、首都圏を襲った大災害として重要な記録であるとともに、地震工学の分野においても重要な意味を持つ関東大震災を特集として取り上げます。特に、8 月 27 日のシンポジウムと 10 月号の学会誌をつなぐことを意図して、「地震工学にとっての関東大震災とは何か?」、「90 周年を経てどんなことがこれまで分かってきたのか?」、「今後 10 年間 (100 周年まで) に地震工学の分野として進めていく研究とは何か?」をテーマに、建築物の面から諸井孝文先生、地盤工学・液状化の面から安田進先生、地震火災・避難の面から廣井悠先生にご執筆いただきました。

大正末期の建築物と関東大震災

(株) 小堀鐸二研究所 諸井孝文

今からちょうど 90 年前の 9 月 1 日、大正関東地震は首都圏とその周辺を直撃した。正午を迎える 2 分前に発生した巨大地震は 10 万棟を超える家屋を一瞬のうちに倒潰させ、それに続く大規模な延焼火災は 21 万棟以上を焼失した。その他に土砂災害や津波も生じ、大震災の犠牲者は実に 10 万 5 千余名を数える。また日本銀行の推計によれば被害総額は約 45 億円に達しており、これは当時の GDP の約 4 割という途方もない額である。

大正末期の東京は、旧来からの木造建築、明治以降のれんが造建築、米国流の高層ビル、日本流の耐震建築など、様々な種類の建築物が混在していた。地震力の法規制など耐震規定は未整備のままであったが、地震力の評価法や骨組架構の応力計算法など現在の耐震設計の基盤を成す研究成果が世界に先駆けて提案されており、それらはすでに東京海上ビル、日本興業ビル、歌舞伎座などで実用化され始めていた。ところがその一方で米国から建築技術が導入され、それに倣った近代的ビルも流行の兆しを見せていた。ただしその技術とは耐震工学と縁遠く、機械化や合理的管理による工期短縮と経済性に重点を置くものであった。この米国流技術は丸の内ビルディング (丸ビル) を手始めに丸の内界隈の大建築を次々と建設し、当時の建築界に衝撃を与えていたらしい。

関東地震はこれらの建築物の耐震性能を一瞬にして解き明かしたのである。被害はれんが造、木造、米国流ビルに多く発生し、耐震的配慮を施した日本流ビルに少なかった。米国流ビルのうち、鉄筋コンクリート造の内外ビルは建設中に倒潰し、工事中の作業員 46 名が下敷きとなって圧死した。鉄骨造の東京會館は脆弱な骨組みであったことが露呈し、また丸ビルや日本郵船ビルは間仕切り壁に使用した中空れんががごとごとく割れて落下した。それに対し日本流の日本興業銀行や東京海上ビルは、ほぼ無傷でこの地震に耐えたと伝えられている。その一例を写真 1 に見ることができる。

一般の木造家屋の被害はどの程度であったのだろうか。それを知る良い手がかりとして陸軍気球隊が地震直後に撮影した赤坂離宮近郊の航空写真が写真 2 に残されている。赤坂離宮北東側の新宿通り周辺の家屋には、倒潰に至る大きな被害は見当たらない。地震による揺れの強さは地盤条件に大きく左右され、木造家屋の被害もそれに伴って変化する。写真に見る被害の少なさは、周辺の台地の影響が見事に現れた結果であろう。

さて未整備であった地震力の規定は、関東大震災を直接の契機として誕生した。地震翌年の大正 13 年に市街地建築物法施行規則が大改正され、水平震度 0.1 以上という地震力規定の法令が世界で初めて誕生した。この水平震度 0.1 の根拠はあまり明確ではないが、関東地震による東京下町の震度 0.3 程度に 3 倍の材料安全率を見込んで決められたらしい。このような耐震規定は外観を変えながら現在の耐震基準に至っており、わが国の耐震設計の進歩と建築物の耐震性能の向上に重要な役割を果たしてきた。林立する最新の超高層ビル群も、元を正せば関東地震による東京下町の揺れの強さを基準として設計されていると言ってもそれほど間違いではないだろう。



写真 1 関東地震直後の丸ビル (前方) と東京海上ビル (後方)。[中央防災会議 (2006) より引用]



写真 2 陸軍気球隊による関東地震直後の航空写真。赤坂離宮北東側の高度 350m から撮影されている。[宮内庁宮内公文書館所蔵の写真]

SPECIAL TOPICS - 特集 -

関東大震災から 90 周年を迎えて

関東大震災から 90 周年を迎えて —地震火災・避難分野からの提言—

名古屋大学 廣井悠

数ある地震被害の中でも「地震火災」という現象はどのような特徴を有しているのだろうか。そもそも、地震火災による甚大な被害の発生事例はこの 90 年で 3 回ほどに過ぎない（関東大震災、阪神・淡路大震災、東日本大震災。その他は福井地震、新潟地震など）。一般に出火原因はインフラや火気器具の使用率、延焼の程度も不燃化率や建物密度など市街地を取り巻く状況によって大きく異なるが、このように平均 30 年に 1 回という発生確率を考えると、ひとつまえの災害で得られた教訓を対策に生かすのみでは、抜本的な地震火災対策は難しいものと考えられる。例えばこの場合、電気火災や通電火災など、日常的には知覚できないほど緩やかな生活環境の変化が積み重なった結果として、新しいメカニズムの現象の発生を許すことになるであろう。また、そもそも出火件数の多さは季節や発生時刻に強い影響を受け、風速が強くなればなるほど原則として延焼はより拡大するという特徴がある。これらをまとめると、地震火災という現象は、きわめて発生確率が低く（過去の経験のみに頼りにくく）、また不確実性の高い現象であることが示唆される。これは後述するように、地震被害を算定する手法及び結果に対しても大きな影響を与える特徴である。

甚大な被害を呈した関東大震災の教訓から、我が国の市街地整備は常に都市大火への対処を念頭に制度化され、今日に至るまで様々な対策が講じられている。例えば、建物の火災安全性は大きく向上し、消防力も関東大震災当時とは比べようもないほど充実している。もちろん避難場所を市街地火災から守る白髭防災団地や、大都市を分断する延焼遮断帯など、一見過大とも思える地震火災対策も行われている。しかし、これは関東大震災のような無秩序の市街地延焼と甚大な人的被害の発生だけは避けようという、今でいう減災の発想からなるものであろう。

ここでは、現代都市における地震火災の被害像を出火・延焼・避難の 3 点からより細かく述べたい。はじめに出火についてであるが、地震火災の出火件数は近年増え続け、ケースにもよるが関東大震災（134 カ所）を超える出火件数も容易に考えられる。またその出火点も市街地平面のみならず、高層ビルなどで発生することも考えられ、初期消火も含めてその対策は急務と考えられる。一方で延焼については、市街地の耐火建築物割合は関東大震災時とは比べ物にならないほど高くなったとはいえ、一部には木造かつ密集した市街地も少なくなく、ひきつづき楽観視はできない。しかし、延焼遮断帯など火災を都市防火区画で封じ込める対策はある程度の役割を果たすであろう。さて、一番の課題はやはり火災からの避難である。関東大震災時は、市街地を襲った猛火から逃れるための安全な避難場所が十分に足りず、また被服廠跡地で多くの人命が失われたこともあり、帝都復興計画では橋や道路の新設に加えて大規模な公園の整備が行われた。また戦後以降も、輻射熱計算などによってこの安全性は検証され、白髭防災団地に代表される拠点整備などがこれまで継続的に行われてきた。しかし筆者らの調査によると、東日本大震災時においても多くの避難場所で問題が発生しているという事実が明らかになっている。これは東日本大震災時に津波被害をうけた沿岸自治体に尋ねたもので、結論として多くの自治体の避難場所、避難所、津波避難ビルで津波や火災など何らかの問題が発生していることが明らかになった。この傾向は宮城県・岩手県でより顕著であるが、いずれにせよ関東大震災時に問題とされた「避難場所の安全性」は 90 年を経た今でも変わらず問題となり続けており、関東大震災時をはるかに超える人口集中、そして東日本大震災時に首都圏で発生した大量の帰宅困難者が、この問題により一層の拍車をかけるのは間違いない。おそらく次の大都市大震災時には、東日本大震災時と同じく多くの人が行き場所を失い右往左往するか、自宅を目指して盲目的な移動を試みる可能性もある。その結果危惧される最悪シナリオは、2001 年に約 200 名が死傷した明石花火大会歩道橋事故の再現や群集の大規模火災発生地域への突入、そして彼らが起こす大渋滞に伴う消火・救急・救助活動の大幅な阻害である。筆者はこれを「大都市内避難問題」と総称しているが、この問題を解決するためには、複合災害や 2 次避難なども考慮して避難場所の安全性を再検証するとともに、避難行動についても計画と実際の行動に乖離がないかを確認する作業が必要となろう。

（次のページに続く）



写真 東日本大震災時に石巻市で発生した地震火災（著者撮影）

SPECIAL TOPICS - 特集 -

関東大震災から 90 周年を迎えて

関東大震災から 90 周年を迎えて ―地震火災・避難分野からの提言― (続き)

名古屋大学 廣井悠

それでは、関東大震災 100 周年までに我々は何をすればよいのであろうか。先述の通り、地震火災研究の歴史的経緯を振り返ってみると、この間に記録的な大地震が発生しない限り、10 年というタイムスパンは実に短い。新しい知見の積み重ねや対策の効果を十分に論じるためには、本来なら少なくとも 30 年後を当面の目標とすべきのように考えられる。その意味で地震火災研究における今後の 10 年は、東日本大震災で発生した地震火災現象を詳らかにするとともに、その後を見据えて震災時の被害像を適切に認識し、地震火災対策の目標とそれに至る技術を洗練させる時期と考える。というのも、過密と集中やスプロールに代表される都市化の過程や経済成長が加速した時期においては、目指すべき方針は誰にとっても一義的であり、顕在化した課題を対症療法的に解決しながら目標に向かっていくことが可能であった。しかし、今後さらに著しくなると思われる超高齢化、人口減少、逆都市化、そして低成長という時代の趨勢のなかで、我が国の市街地の目標・ひいては社会のありかたはより多様性を増しており、このような社会的背景の中で地震火災研究を含めた防火・防災研究が今後どのような社会的意義を担っていくのかという命題は、広く分野横断的に議論する必要がある。つまり「どの程度の地震火災リスクが潜在し、これに対してどのように・どこまで準備すればよいのか」というシンプルな疑問を真剣に議論し、あるいは局所的に社会的な要請とすり合わせることを必須と考えられるのである。例えば木造三階建て共同住宅のような新たな市街地火災の要因が、認識されないまま密集市街地を再生産している可能性はこれまで意識的に考えられてきたことは少ない。いうまでもなくこれは、地震火災の発生頻度の低さが課題の顕在化を阻む例であろう。津波避難ビルの指定がなかなか進まない地域において、津波火災による津波避難ビルの延焼危険性を喧伝する行為は、果たして適切な態度であろうか。悩ましいところであるが、おそらくその前に、地域ごとの地震対策方針を再整理するべきであろう。このように今後の地震火災研究は、大規模な現象なため実験室での再現も難しいという状況のなかで、各研究者がこれまでに知り得た経験的知見を生かしながらも将来の変化を見通す目を併せ持ち、地域の実情や将来像にあわせる姿勢が重要になるのではないだろうか。

すなわち究極的には、これらの問題の主な論点は防災・防火研究における「科学」の位置づけに帰着するといつてよい。上述したように、地震火災をとりまく多種多様の不確実性は、リスクの顕在化や対策の意義、評価を困難にする。それゆえ、いくら科学的に社会の状態を精緻に記述する手法が確立していようと、出力される結果から政策的含意を導き出すことはそれほど簡単ではない。特に分析のもととなるデータや計算条件などが出力に大きな影響を及ぼす被害想定や延焼シミュレーションなどは、その仮定や前提に政策的な方針が隠れていることも多く、これによって得られた「事実」はともすれば資料の独り歩きの原因ともなりうる。例えば地震被害想定は数値のみならず、その計算手法も様々なものが用いられており、統一的な手法は必ずしも確立していない。これらの多種多様な枠組みの中で地震火災の危険性を相対的に評価し、また対策の効果を一意に把握することは、一般に困難と考えられる。現状においては、地震火災の被害を耐震対策や水害対策など様々な他の都市リスクと比較検討するいわゆる「アセスメント作業」の俎上に載せることは、まだ多くの議論を必要とするであろう。

それゆえ、我々はこの点に大いなる問題意識を抱き、地震火災研究の花形ともいえる被害想定・延焼シミュレーション技術に一通りの根拠を与えなければならない。そのためには被害想定計算手法の統一化をいらいらんで、以下の 4 点を優先的に解決する必要がある。ひとつは、欠損データの取り扱いである。今日のデータインテンシブな潮流の中で、地震火災データの少なさは致命的欠陥と考えられる。それゆえ地震火災研究の成果に相対的な客観性を持たすためには、これらのデータの少なさを補完する何らかの方法論が求められる。ふたつめに、出火現象の記述に関する問題がある。地域防災計画などで実際に行われている被害想定を見まわしてみても、出火率を求める一般的な手法は対策の効果を十分に反映しうるものではなく、また有名な倒壊率と出火率の関係も多分に疑似相関が疑われる。このなかではもちろん「初期消火率」の検証も必要となろう。個々の被害想定を目標に到達するためのマイルストーンとするためには、この点だけでも抜本的な解決が必要と考えられる。みつつめに、個々の建築物、特に準耐火建築物の性能・位置づけを適切に評価する必要がある。現実いくつかの地域において、この準耐火建築物の促進が積極的に進められている以上は、建築物単体の防火性能を精緻に把握する必要があるだろう。最後に、規制の効果を検証することも重要である。例えば東京都においては、規制緩和と組み合わせた条例による新しい防火地域（新防火地域）が近年制定されたが、それが既成市街地に与える影響は十分に検討されなければならない。

いろいろ述べたが、これらの課題が解決されたとき、はじめて地震火災対策は客観性を持った政策評価の 1 つとして語られ、防災行政に特有の「直近の地震被害の様相や世論などによってその投資の投資の意義がおおきく左右される政策群」の枠組みを脱することが可能となるかもしれないのである。

NEWS WATCH - 最新の研究・開発情報 -

最新情報

気象庁における特別警報の発表開始について

気象庁 相澤幸治

1. 特別警報創設の背景

東日本大震災や、平成 23 年 9 月に紀伊半島に甚大な被害をもたらした台風第 12 号などにおいて、気象庁は、警報やそれを補完する様々な情報を発表していました。しかし、災害発生の危険性が通常の警報発表時よりも著しく高いことを住民や地方自治体にわかりやすく伝える手段がなかったため、適時的確な防災対応や、住民自らの迅速な避難行動に結びつかなかった例がありました。そのため、気象庁では、警報の基準をはるかに超える大津波、数十年に一度の大雨や高潮などを予測し、重大な災害の危険性が著しく高まっている場合に、気象庁が最大限の危機感・切迫感を伝えるため、平成 25 年 8 月 30 日から、新しく「特別警報」の運用を開始しました。

2. 特別警報の種類と伝達

特別警報は、大雨、暴風、暴風雪、大雪、高潮、波浪、津波、火山噴火、地震の揺れの 9 つの現象に対して発表します。

このうち、大雨、暴風、大雪、高潮などの気象に関連する現象については、「数十年に一度」の規模の現象が特別警報の対象となり、それぞれ大雨特別警報、暴風特別警報、高潮特別警報など、〇〇特別警報という名称で発表します。「数十年に一度」というのは、それぞれの地域において数十年に一度という意味になりますので、日本全国で見ると特別警報を発表するような現象は、2～3 度発生する年があれば 1 度も発生しない年もあります。

一方、津波、火山噴火、地震の揺れについては、それぞれ現行の大津波警報、噴火警報（居住地域）、緊急地震速報の震度 6 弱以上のものを特別警報と位置づけますが、それぞれ「大津波警報」、「噴火警報（居住地域）」、「緊急地震速報」の名称を引き続き用いることとしています。

特別警報は、気象庁から都道府県、消防庁、警察庁、NTT などの機関を通じて市町村に伝達され、市町村により住民等に周知の措置がとられることとなります。また、気象庁のホームページに掲載することはもとより、放送事業者等の様々な機関の協力をえて住民等に伝えられます。住民の方々は、地域によって状況は異なりますが、テレビ、ラジオ、防災行政無線、広報車、緊急速報メール、気象庁のホームページなどを通じて特別警報の発表を知ることができます。

3. 命を守る最善の行動

「重大な災害が起こる可能性が著しく大きい」場合に特別警報が発表された場合、命を守るための最善の行動をとって頂きたいと考えています（図 2）。命を守るための最善の行動とは、各人の置かれた周囲の環境や気象状況などにより、変わり得るものです。日頃から、様々な状況に応じた最善の行動について考えておくと共に、実際に特別警報が発表された場合には、周囲の状況に気をつけて落ち着いて速やかに行動することが重要になります。いざというときに慌てず適切に命を守る行動がとれるよう、危険な箇所の把握、避難場所や避難経路の確認、そして水や食料の備蓄やラジオの常備など、日頃からきちんと備えをしておくことなど各人の防災力を向上させていく取り組みが不可欠です。

気象庁では、関係機関、マスコミ、気象関係者等の協力を得ながら、住民に対する安全知識の普及啓発や気象情報の利活用推進に関する取り組みを引き続き推進していきます。

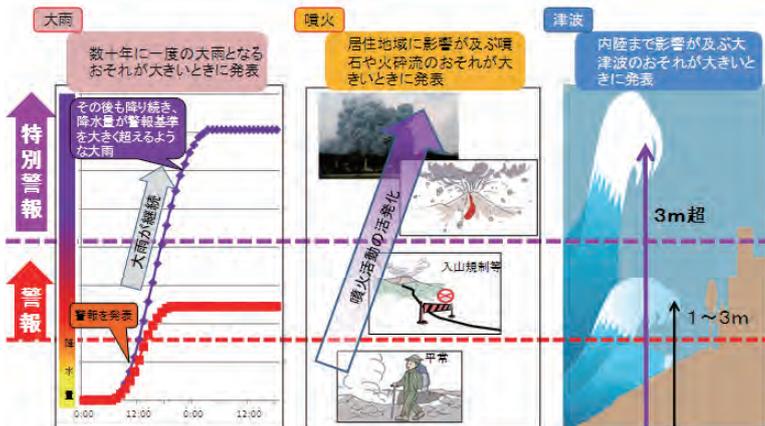


図 1：特別警報のイメージ



図 2：災害から命を守るために（大雨を例に）



JAEE CALENDAR

日本地震工学会イベント情報

システム性能を考慮した産業施設諸機能の耐震性評価に関するセミナー

日程：2013年10月23日(木) 13:00～17:00
場所：建築会館308会議室(東京都港区)
詳細：
http://www.jaee.gr.jp/wp-content/uploads/2012/02/131023seminar_shisutemu.pdf

2013年日本地震工学会 年次大会

日程：2013年11月11日(月)～12日(火)
場所：代々木青少年総合センター(東京都渋谷区)
締切：10月9日(水)まで延期しました
詳細：<http://www.jaee.gr.jp/event/annual2013/>

第2回日本地震工学会 国際シンポジウム(2013)

日程：2013年11月11日(月)～12日(火)
場所：代々木青少年総合センター(東京都渋谷区)
詳細：<http://www.jaee.gr.jp/event/intsymposium/>

「強震動予測－その基礎と応用」 第13回講習会

主催：日本地震学会
共催：日本地震工学会、日本活断層学会
日程：2013年12月16日(月) 10:00～16:00
場所：東京工業大学田町キャンパス(東京都港区)
詳細：
<http://www.mmjp.or.jp/kyosindo/koushuukai/koushuukai131216.html>

JAEE NewsLetter への投稿について

JAEE NewsLetter は、日本地震工学会の学会誌を補完するように、3カ月に1回の頻度(3、6、9、および12月)で発行されます。地震工学に関するトピックスや研究動向等について紹介してまいります。会員の皆さまからの記事の投稿を歓迎いたします。

連絡先：e-media2012@jaee.gr.jp

なお、JAEE NewsLetter は以下でご覧いただけます。

<http://www.jaee.gr.jp/stack/1925-2/>

関連学協会の行事等

土木学会による実務者のための耐震設計入門：実践編

主催：土木学会
日程：2013年10月30日(水)
場所：土木学会 講堂(東京都新宿区)
詳細：<http://www.jsce.or.jp/event/active/information.asp>

日本学術会議主催シンポジウム(案) 「南海トラフ地震に学界はいかに向き合うか」

主催：日本学術会議 土木工学・建築学委員会
東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会
日程：2013年12月2日(月) 13:00～17:30
場所：日本学術会議講堂(東京都港区)
詳細：<http://jeqnet.org/sympo/sympo201312.html>

Tenth U.S. National Conference on Earthquake Engineering

主催：Earthquake Engineering Research Institute (EERI)
日程：2014年7月21日(日)～25日(金)
場所：Anchorage, Alaska, USA
詳細：<http://10ncee.org/>

Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology

主催：European Association of Earthquake Engineering, European Seismological Commission
日程：2014年8月24日(日)～29日(金)
場所：Istanbul, Turkey
詳細：<http://www.2ceesistanbul.org/>

編集後記

今号は、私の作業の遅さから、執筆者の皆様へは急なお願いとなつてしまいましたが、執筆者の皆様にはお忙しい中ご協力いただき、特集をまとめることができました。お礼を申し上げます。

今回、関東大震災から90年が経ち、また東日本大震災から2年半を迎え、震災の教訓が風化していかないように何をすべきかを考えながら、特集を考えさせていただきました。学生の皆さんにとっても、この特集号が過去の震災を知るための有意義な資料となつていただくと幸いです。

情報コミュニケーション(IC)委員会は、さらなる情報発信の充実に向けてまいります。皆様からのご感想、ご意見、ご提案をお待ちしております。

第5号編集担当 久保 智弘



公益社団法人 **日本地震工学会**

Japan Association for Earthquake Engineering

〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館4F

TEL 03-5730-2831

FAX 03-5730-2830

Website:<http://www.jaee.gr.jp/>

Copyright (C)2013 Japan Association for Earthquake Engineering
All Rights Reserved.

<本ニュースレターの内容を許可なく転載することを禁じます。>