

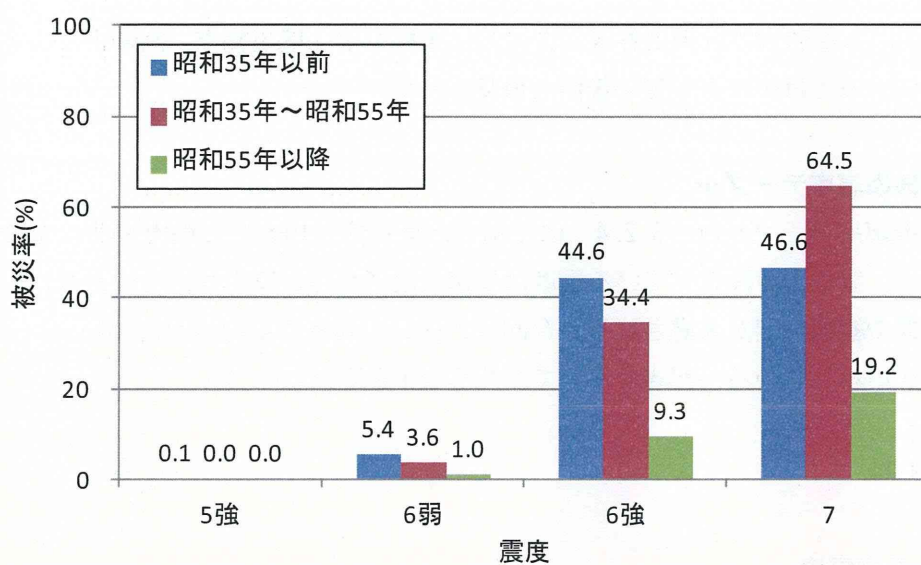


図-3.10 震度と被災率の関係

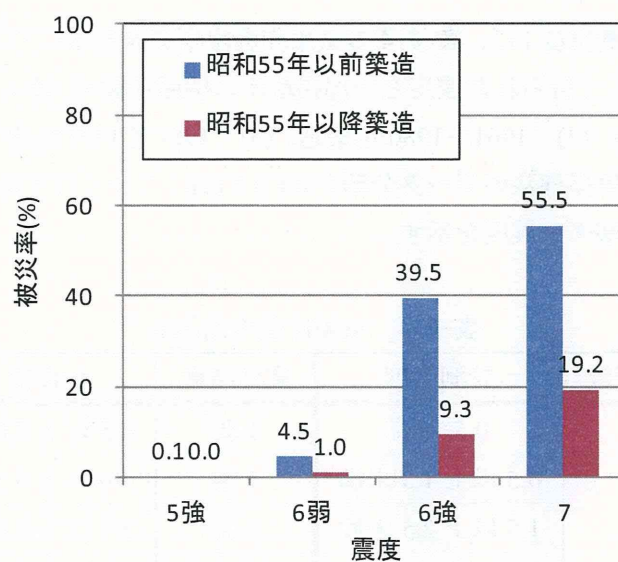


図-3.11 使用した震度～被災率関係

4. 建築工事業における「墜落・転落」災害と建物一部損壊被害との関係性

建物被害（一部破損）と建築工事業の「墜落、転落」災害の関係は平成 24 年度統括・分担研究報告書や文献¹⁰⁾に分析結果が示されている。ここでは、これらの結果について示す。図-3.12 は、建物被害（一部破損）と建築工事業の「墜落・転落」による死傷者数を、東日本大震災の各県および新潟県中越地震、新潟県中越沖地震の新潟県の結果をプロットしたものである。同図から岩手県と千葉県を除くと一部損壊棟数が増加すると死傷者数も増加する線形関係となることが分かり、以下の式で与えることが出来る。

$$y = 2.67 \times 10^{-4} x$$

(3.2)

ここで、x は建物被害（一部損壊棟数）、y は建築工事業の「墜落・転落」による死傷者数（人）である。(3.2)式の相関係数は、線形関係から外れている岩手県と千葉県の結果も含めて 0.962 であり強い相関性を示している。

この結果を踏まえて、今回の予測では式(3.2)を使用する。

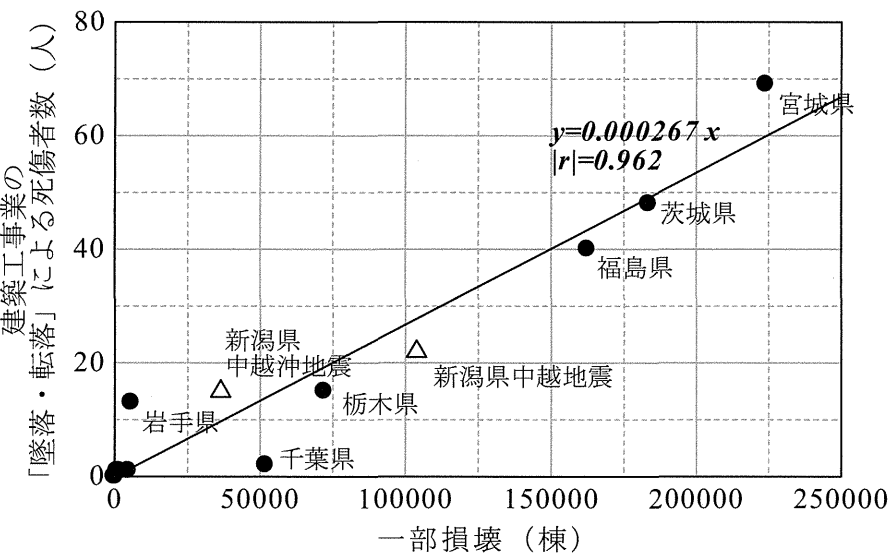


図-3.12 建物被害（一部損壊）と建築工事業の「墜落・転落」による死傷者数の関係

3.4.3 検討結果

予測モデルを試検討した結果を図-3.13 に示す。中央防災会議にて想定した都心南部直下地震が発生した場合の復旧・復興工事中の建築工事業「墜落・転落」災害での想定死傷者数は136名であった。死傷者数が多くなると予想された区市町村を表-3.5 に示す。死傷者数が最も多くなると予想されたのは、世田谷区（7名）であった。これは、昭和55年以前の木造建物が多いことと、想定される最大震度が「6強」であることから一部損壊棟数が多いためである。

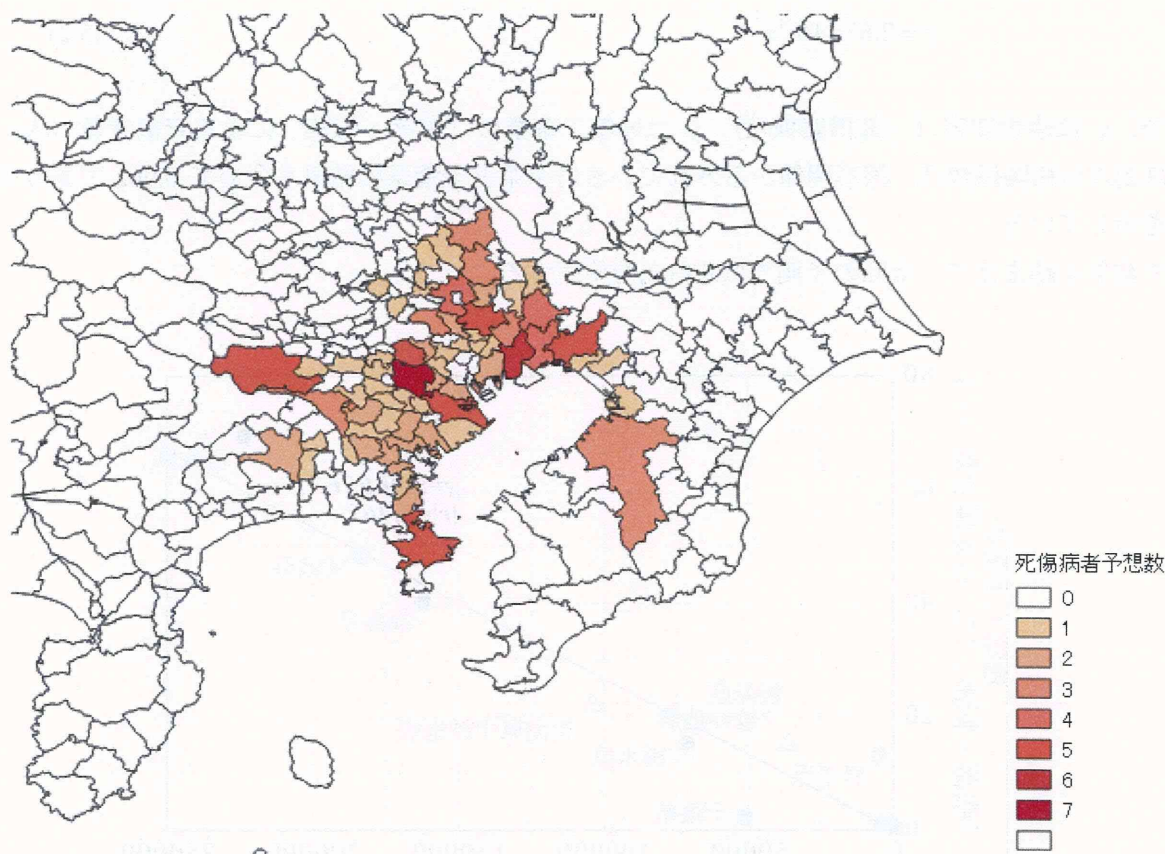


図-3.13 復旧・復興工事中の建築工事業「墜落・転落」災害での死傷者予想分布

表-3.5 死傷者数が多いと予想される区市町村

区市町村名	予測 震度	木造建物棟数（棟）		一部損壊 棟数（棟）	推定 死傷者数（名）
		1980 年以前	1980 年以降		
世田谷区	6 強	46,660	86,310	26458	7
江戸川区	7	28,290	54,200	26107	6
船橋市	6 強	34,330	69,260	20002	5
大田区	6 強	39,200	54,740	20575	5
杉並区	6 強	35,100	61,410	19576	5
足立区	6 強	35,300	51,730	18754	5
八王子市	6 強	33,730	65,140	19381	5
横須賀市	6 強	38,530	55,390	20371	5
川口市	6 強	29,700	53,340	16692	4
市川市	6 強	26,680	56,420	15786	4
松戸市	6 強	28,490	57,830	16632	4

3.5 まとめ

本章では、前章にて示された建築工事業における「墜落・転落」災害と建物一部損壊被害との関係性から震災発生時の被害予測から労働災害発生の一貫性を把握するモデル構築について検討した。本章にて得られた知見は、以下のとおりである。

1. 中央防災会議等にてゆれによる建物被害想定を行う手法を参考にすると、震度分布、構造物・建物年代別・建物データ、一部損壊率テーブル、建築工事業の「墜落・転落」災害と一部損壊棟数の関係式から、建築工事業の「墜落・転落」災害発生の一貫性が高い箇所を予測するフローチャートを作成できる。しかし、データの一部に入手困難なデータが存在することが分かった。
2. 入手困難なデータの代替データを検討して概略的なフローチャートの作成を行い、それを用いた予測モデルの構築を行った。
3. 予測モデルの試検討として、首都の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」にて検討された都心南部直下地震での震災復旧・復興工事における建築工事業の「墜落・転落」災害の被災者数を算定した。

本研究の範囲では、個人情報や行政機密情報の観点から「構造物・建物年代別・建物データ」の入手することができなかった。今後、このデータの代替となる簡易なメッシュ情報の構築もしくは、中央防災会議や各自治体での被害予測等にて震災復旧・復興時の労働災害の予測が組み入れられて検討されれば、より正確な把握が可能となる。また、現状の予測モデルでは、ゆれによる木造建物の被害のみを対象としており、今後予測モデルの高精度化を行う場合には、その対象項目（ゆれ以外、非木造等）についても検討が必要である。

3.6 第3章の参考文献

- 1) 損害保険料算出機構：地震保険研究 8「自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査」、2006 年 7 月発行，391p (http://www.giroj.or.jp/disclosure/q_kenkyu/8.html)
- 2) 翠川三郎，藤本一雄：計測震度と住家被害率の関係－罹災調査結果を用いた検討－，日本地震工学会論文集，第 2 巻，第 2 号，pp.15-22，2002.
- 3) 中央防災会議：「南海トラフの巨大地震 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要」(http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829_gaiyou.pdf)
- 4) 東京都防災会議：東京における地震被害の想定に関する調査報告書（被害想定手法編），1997
- 5) 岡田成幸，鏡味洋史：震度による地震被害系統評価のためのパルナラビリティ関数群の構成，地震 2，第 44 巻，pp.93-108，1991.
- 6) 総務省統計局：平成 20 年住宅・土地統計調査，(<http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2008/>)
- 7) 中央防災会議：「首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」，2013
(http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutochokkajishinmodel/pdf/dansoumodel_01.pdf)

- 8) 中央防災会議：「首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」追加資料 市町村毎の最大震度の表
(http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutochokkajishinmodel/pdf/dansoumodel_shiryo_01.pdf)
- 9) 国土交通省気象庁：計測震度の算出方法,
(http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.htm)
- 10) 伊藤和也，高梨成次，堀智仁，日野泰道，吉川直孝，高橋弘樹，大幢勝利，玉手聡，豊澤康男：
東日本大震災の復旧・復興工事における労働災害の発生状況に関する調査分析，土木学会論文集
F6（安全問題），Vol.69，No.1，pp.32-45，2013

3.7 謝辞

今回の試検討では使用できなかったが，中央防災会議の地震動データ（①東海地震，東南海・南海地震，②首都直下地震，③日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震，④中部圏・近畿圏の内陸地震）を内閣府からご提供頂きました。また，内閣府（防災担当）渡部金一郎主査には，上記地震動データの御提供に加えて「構造別・建築年代別・建物データ」についても，提供できない理由等をご説明頂きました。末筆ではありますが感謝いたします。

第4章 ニュージーランド・カンタベリー地震後の

復旧・復興工程と労働災害防止対策の実態調査

4.1 はじめに

東日本大震災が発生する約1か月前の2011年2月22日12時51分(現地時間)にニュージーランド・クライストチャーチ近郊のリトルトン付近を震源としたM6.3の直下型地震が発生し、クライストチャーチ市内の歴史的建造物や商業施設等が倒壊し185名が犠牲となった。クライストチャーチはその半年前の2010年9月4日にもモーメントM7.1の地震(2010 Darfield (Canterbury) Earthquake)が発生しており、その後2回(2011年6月13日M6.3, 2011年12月23日M6.0)大規模な余震が発生している。2011年2月の地震と2010年9月に発生したDarfield地震との関係性については、震源域からその余震か否かについては議論が分かれているが、カンタベリー地方にて2010年9月から発生している地震全体を“Canterbury Quakes”と呼ばれている。東日本大震災とほぼ時を同じとして始まったカンタベリー地震後の復旧・復興工事について、現状の把握とともに、ニュージーランド政府や関連機関の取組みについて情報収集するために政府機関の一つであるWork Safe NZと建設業の非営利団体であるSite Safeを訪問した。また、カンタベリー地震での大きな被害の一つに地盤の液状化を原因とした地盤沈下、建物の不同沈下、線状構造物被害があげられる。このような液状化に関する研究のニュージーランドの第一人者の一人であるUniversity of Auckland, Professor Dr. Michel PenderとAssociate Professor Dr. Rolando Orenseを訪問し、液状化被害と今後の対策方法等について情報収集を行った。

なお、調査工程のスケジュール調整に時間が掛かったため、調査日時が本報告書執筆時期から近いこともあるため、今年度の報告書では速報として記載する。詳細については、次年度の「総合研究報告書」に記載することとする。

4.2 調査工程

調査工程を下記に示す。

2014年3月8日-9日

移動(東京ークライストチャーチ)

2014年3月9日

14:00-18:00 クライストチャーチ市内中心部の調査

2014年3月10日

10:00-12:00 Site Safe 訪問(90 Carmen Road, Hornby, 8042, Christchurch)

12:30-14:30 Work Safe NZ 訪問(55 Shands Rd, Hornby 8042, Christchurch)

15:00-15:40 クライストチャーチアートギャラリー工事現場視察(Site Safe 紹介)

16:00-17:00 Burwood 地区調査

2014年3月11日

移動(クライストチャーチーオークランド)

オークランド大学訪問（午後）

2014年3月12日

オークランド大学訪問

2014年3月13日

移動（オークランドー東京）

4.3 被災地の現状（2014年3月9日～10日現在）

4.2に示した調査工程の中で実施した調査箇所を図-4.1に示す。それぞれについて、代表的な写真とともに地震から3年後の状況を示す。

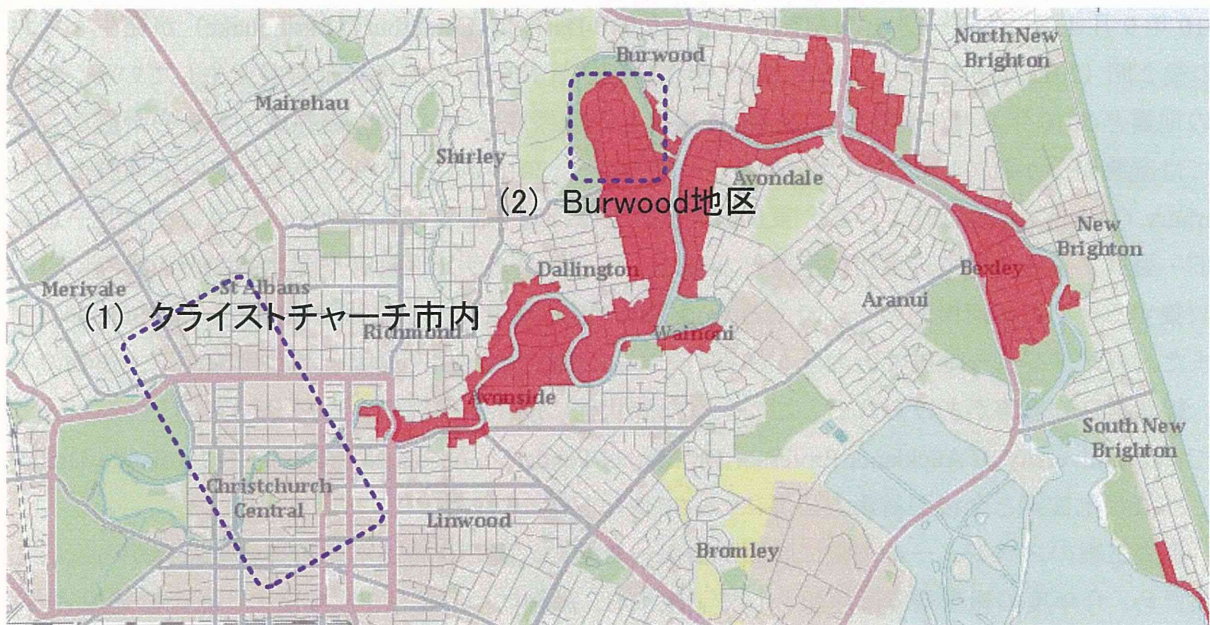


図-4.1 調査箇所

(CERA Base map(<http://maps.cera.govt.nz/html5/?viewer=public>))に加筆)

※赤で塗られている箇所は「Red Zone」“the land has been so badly damaged by the earthquakes it is unlikely it can be rebuilt on for a prolonged period（地震によって土地が酷い損傷を受けており、その修復には長期間を要する）”として指定された箇所であり、居住することはできないが、政府に家屋、土地を売ることができる。

4.3.1 クライストチャーチ市内中心部

到着した当日（2014年3月9日）に滞在したホテルからクライストチャーチ市内中心部まで徒歩で移動して復興状況を把握した。以下に主な復興状況の写真を示す。なお、被災前の写真はクライストチャーチ市発行の Central City Heritage Guide によるものである。

1. ノックス教会 (Knox Church)

1902年に R. W. England によって設計されたゴシック調のレンガ造りの教会であったが、地震によりレンガ造りは大規模に被災。現在、現代の様式と材料で再建中とのことである。



Knox Church（遠撮）



被災前の Knox Church



完成予想図



Knox Church（近撮）

写真-4.1 Knox Church

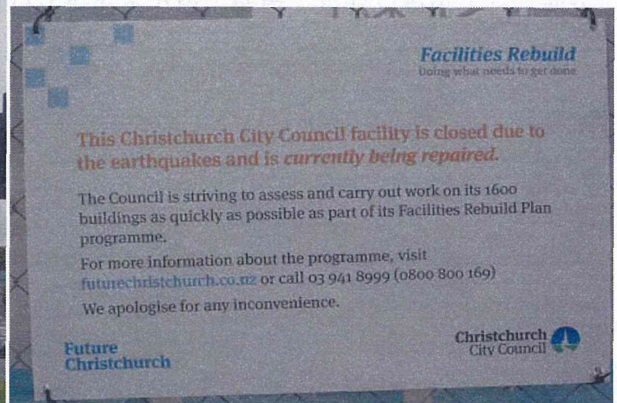
2. ビクトリア クロック タワー (Victoria Clock Tower)

上部構造は Benjamin W. Mountfort (ベンジャミン マウントフォート) によって設計され、1859 年に英国にて建設された。1897 年にビクトリア王朝統治 60 周年記念として High street, Lichfield street, Manchester street の交差点に設置されたが、交通事情等により 1930 年に現在位置に移設された。

時計の針は、2011 年 2 月の地震発生時刻で止まっている。Victoria Clock Tower は、構造上の損傷と石造物の損傷を受けて現在修復中であった。



Victoria Clock Tower (遠撮)



クライストチャーチ市の案内



Victoria Clock Tower (近撮)

写真-4.2 Victoria Clock Tower

3. クライストチャーチ タウン ホール (Christchurch Town Hall)

ビクトリア・スクエアに隣接する Christchurch Town Hall は 1965 年に設計され、1972 年にオープンした建物であり、南半球最大規模を誇るメインホールや劇場、大小会議場、宴会場、レストランなどの設備を併設していた。しかし、建物は地震による液状化現象によってエイボン川へ側方流動（水平移動）し、重大な損傷であったことから、閉鎖された。



ビクトリア・スクエアから



エイボン川岸壁が沈下している

写真-4.3 Christchurch Town Hall

4. ビクトリア・スクエア～大聖堂・スクエア

ビクトリア・スクエアから大聖堂・スクエアの間の状況を下記に示す。この間の地域は 2013 年 6 月 30 日まで Red Zone として立ち入り禁止区域に指定され、多くの建物が解体されて更地となっている。なお、まだなお残っている建物は、①保険会社と持ち主の補償金額が未解決、②解体中にアスベスト等が発見された のいずれかのようなのである。





写真-4.4 ビクトリア・スクエア～大聖堂・スクエア

5. 大聖堂 (Christchurch Cathedral)

クライストチャーチの中心にそびえていた大聖堂。英国の George Gilbert Scott (ジョージ・ギルバート・スコット) によって設計された。1960 年代から建設され最終的に 1904 年に完成した。しかし、2011 年 2 月の地震により尖塔が倒壊し、大聖堂も一部損壊した。地震後に安全確保のため一部解体されて現在に至っている。大聖堂はクライストチャーチのシンボルであったことから、再建するか、解体するか、または被災状態のまま保存するか、意思決定がされていない。



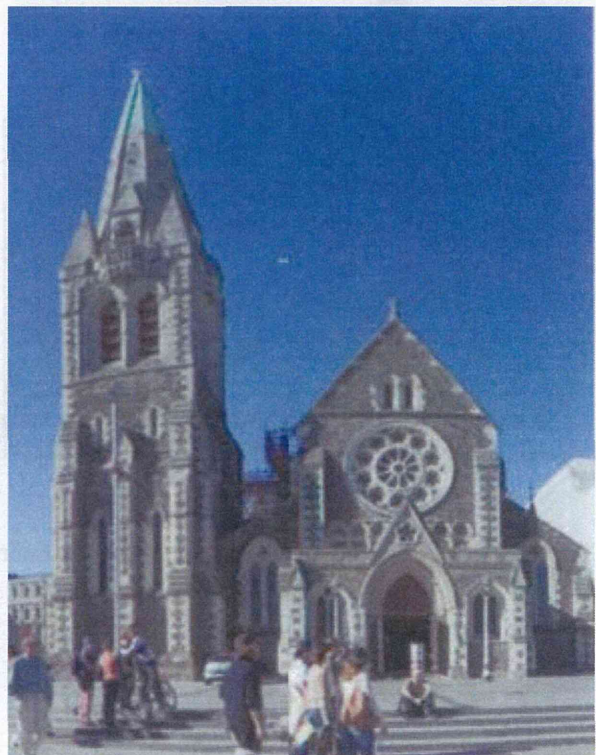
大聖堂 (横から)



大聖堂 (正面から)



大聖堂 (正面から)



被災前の大聖堂 (正面から)

写真-4.5 Christchurch Cathedral

6. Former Municipal Chambers (旧市議会議場)

1800年代にクライストチャーチで多く設計・施工されていたゴシックリバイバル様式の建物でレンガ造りの建物である。建物は、地震によりかなりのダメージを受けており、今後の判断がまとまるまでの間の安全対策として広範囲にわたって鉄骨による補強がされている。



旧市議会議場（遠撮）



鉄骨による補強がされている



被災前の旧市議会議場

写真-4.6 Former Municipal Chambers

7. Hereford Street 沿い

Hereford Street にはクライストチャーチ市役所がある。これは、2010 年 9 月の地震直前に完成したが、その後の地震により修復されている。クライストチャーチ市役所の隣では新しい建物を建設中であった。Hereford Street を東へ歩くと解体されずに廃墟となっている建物と更地となった広大な土地、瓦礫が積まれた土地などが混在していた。Latimer Sq と交差するところに Cardboard cathedral（紙の大聖堂）がある。



クライストチャーチ市役所



市役所隣で建設中の建物



立ち入り禁止の建物



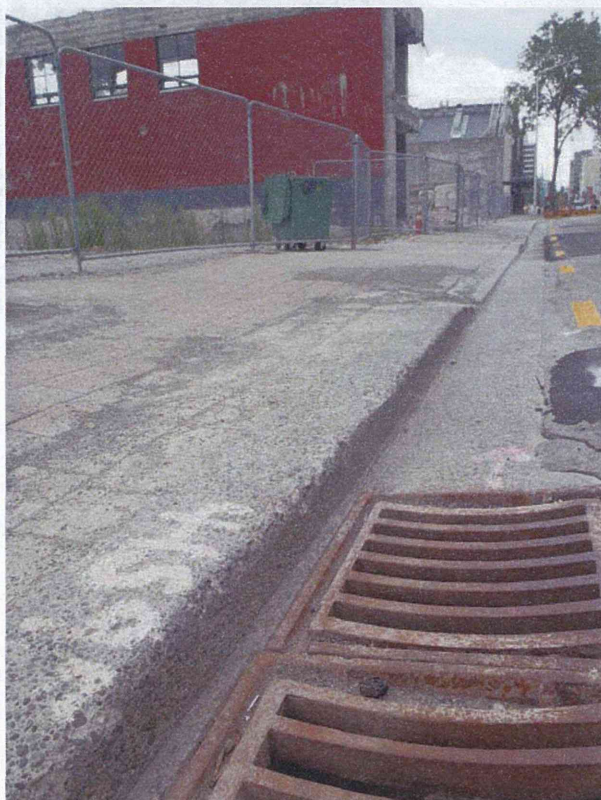
新築工事中の建物



瓦礫置き場



解体されずに残っている建物





紙の大聖堂

写真-4.7 Hereford Street 沿い

8. CTV building

2011年2月の地震ではカンタベリーテレビ（CTV）ビルが倒壊し日本人28人を含む115名が死亡した。CTVビルには語学学校が入居していたため、CTVビル倒壊による死亡者の大半が韓国、台湾など計7カ国・地域からの留学生・職員であった。CTVビルの倒壊については、王立調査委員会（the Royal Commission, 英国連邦の公的調査機関 <http://www.royalcommission.govt.nz/>）が原因調査を行い、最終報告書が既に取りまとまっている。

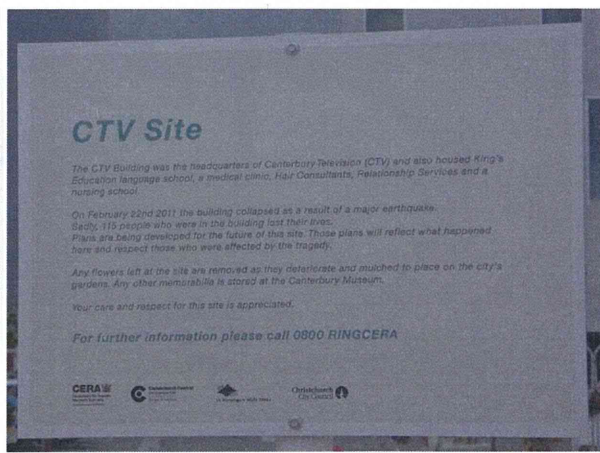
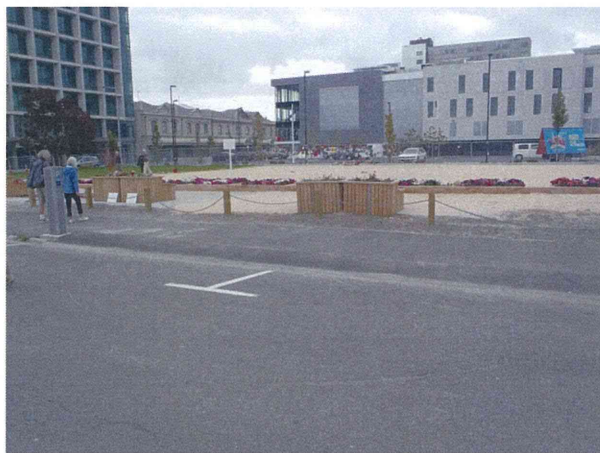


写真-4.8 CTVビル跡地

4.3.2 Burwood 地区

2014 年 3 月 10 日の Site Safe と Work Safe NZ での情報収集後に、Red Zone と判断された Burwood 地区に車で移動して被災状況を把握した。調査する 1 週間前にクライストチャーチでは 50 年ぶりの豪雨となっており各地で増水の被害があった。液状化による地盤沈下の影響もあり、あらゆる場所で水が残っていた。先にも示したが、Red Zone は「地震によって土地が酷い損傷を受けており、その修復には長期間を要する」として指定された箇所であり、居住することはできないが、政府に家屋、土地を売ることができる。Burwood 地区では既に解体され更地になった場所と建物がそのままの場所が混在していた。





写真-4.9 Burwood 地区の被災状況

4.4 Site Safe 訪問と情報収集

4.4.1 Site Safe の役割

Site Safe は、ニュージーランド政府の働きかけと協力もあり、いくつかの企業が出資し非営利団体として 1999 年に設立された。設立当初はニュージーランド全土の労働災害を減少させるための研究が実施され、教育に重点を置くことが最も重要であるとの結論を得た。その後、安全衛生に関する教育を実施し、受講者には受講後にパスポートを発行することで資格（国家資格ではない）を与えた。現在では、段階に応じた様々な資格があり、大規模な建設工事では Site Safe が発行するパスポートなしでは工事に従事できないほど普及している。同資格は 2 年間の有効期限を有するため、安全衛生に関する教育の再受講と資格の更新が求められる。教育内容も最新の災害事例を取り入れ、時代に即した教育を実施するシステムとなっている。

2007 年までニュージーランド政府からの助成金によって運営されていたが、現在は受講料とパスポート発行料で運営費用を確保している。実質的にニュージーランド全土の安全衛生に関する資格を一律で管理監督している。

4.4.2 意見交換の内容

対応した担当者は下記の 1 名であった。

- ・ Mr. Richard Giddings (Southern Regional Manager Safety, Health and Environmental : 南部安全衛生環境マネージャー)

まず、カンタベリー地震後の復旧復興工事に関する一般的な事項を説明していただいた後、Site Safe やニュージーランド政府の動向等も含めて質疑応答という形式にて意見交換した（写真-4.10 参照）。以下に内容を要約する。

1. カンタベリー地震後のクライストチャーチの復興の現状

クライストチャーチの再建（復旧復興）では、保険会社からどの程度の補償金が出るのかが未だに議論している現状にある。補償金の支払いができず、倒産した保険会社もある。政府（CERA : Canterbury Earthquake Recovery Authority : カンタベリー復興庁）が、保険会社と被保険者の間に立ち、補償金額の合意点を探している状況である。土地の査定、建物の査定があり、未だ合意点に至っていない場合もある。

2. 土地の査定

カンタベリー地震では液状化被害によって多くの土地・建物が被害を受けている。CERA では、地盤や土地の査定を TC1, TC2, TC3 というように 3 段階に分けている。TC3 が最悪の場合であり、再建しても再液状化等により建物を構築しても意味がない場合である。その場合、建物が残存していても一度解体して更地にしなければならない。再度、建物を構築する場合には、締固め等で地盤改良したり、杭等を打設したりしなければならない。

3. 復興の安全衛生上の問題と対応

カンタベリー地震後の復興・再建には色々な安全衛生に関する問題がある。1 つには建物の解体に関する安全衛生である。もう 1 つには震災復旧・復興工事に関する安全衛生である。70 万ニュージーラン