

## 第4章 現地調査と各地の被害状況

### 4.1 調査地域

本報告書で収録している被害状況の調査地点を、OCHA が作成した地震被災地の地図に追記して示す(図 4.1)。調査地点は、サンティアゴ、コンスティトゥシオン、タルカ、カウケネス、ペジェウエ、ディチャト、ペンコ、コンセプシオン、タルカワノ、ビニャ・デル・マールの 10 都市である。チジャンについては、参考情報として掲載する。

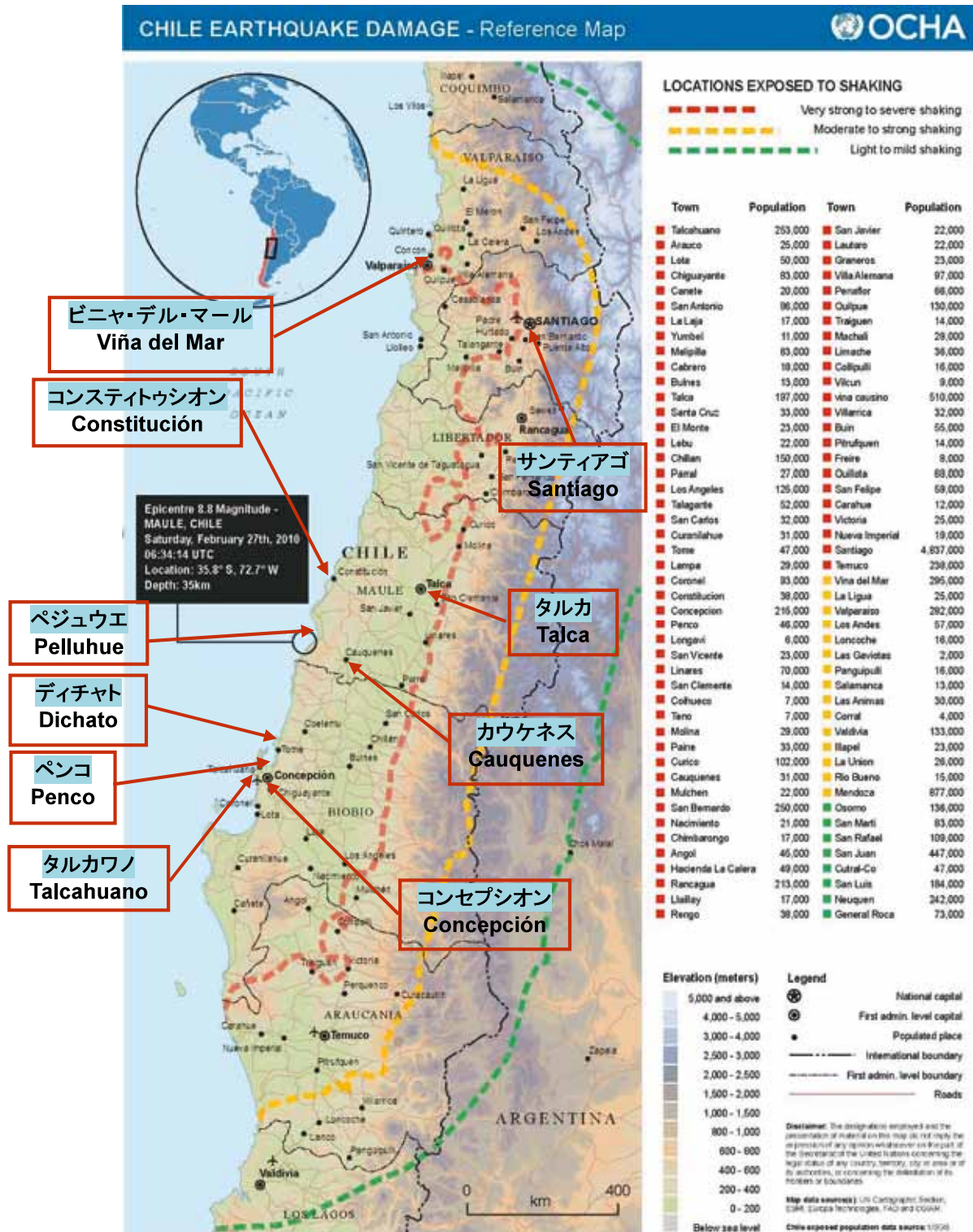


図 4.1 被害調査実施地点 (OCHA の被害地図に追記)

## 4.2 各地の被害状況

### 4.2.1 サンティアゴ（Santiago）市

サンティアゴ市では、図 4.2 に示す建物について被害状況の調査を行った。内訳は、比較的新しい建物（民間マンション）と SERVIU の集合住宅等である。以下に、調査結果を示す。

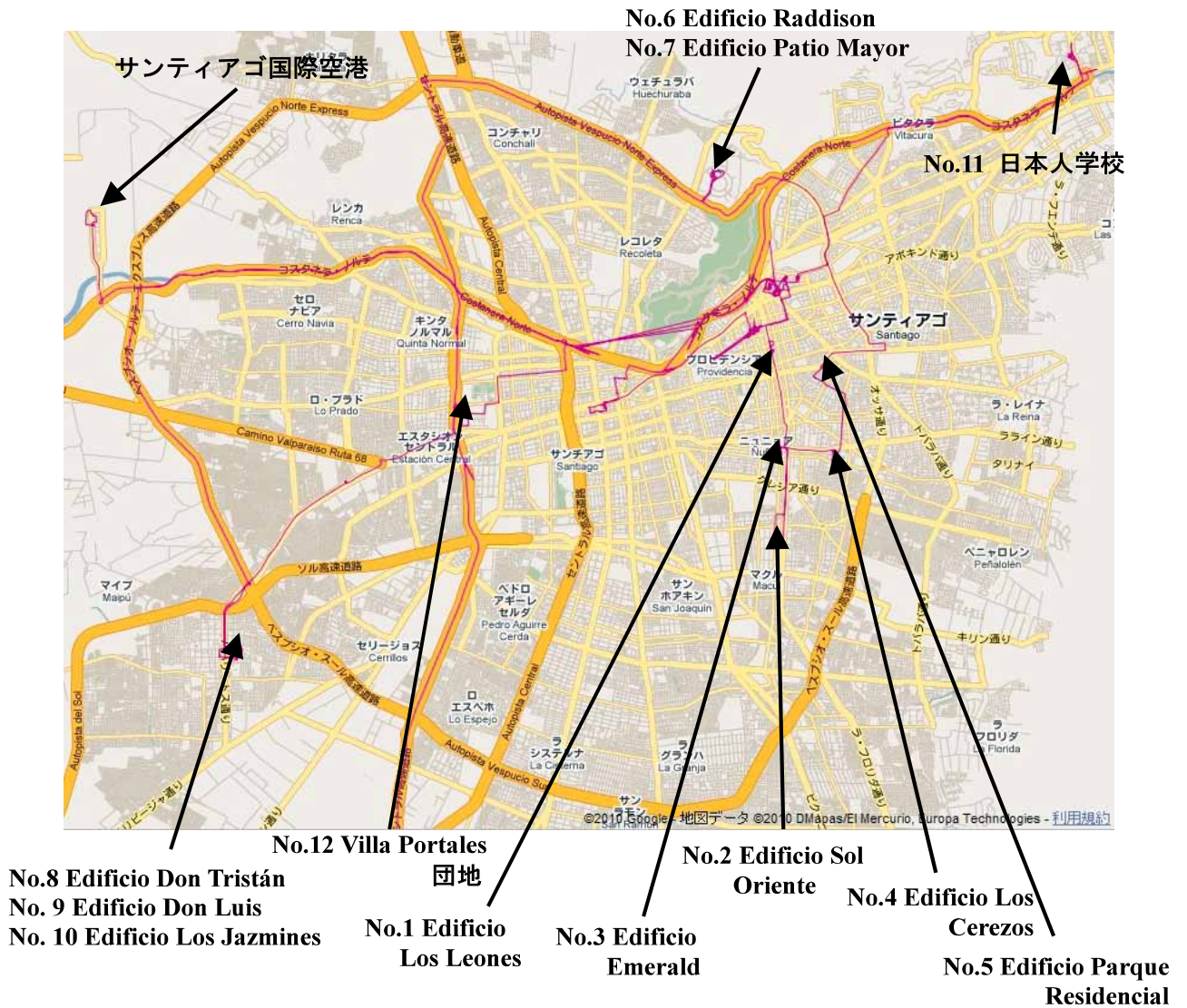


図 4.2 サンティアゴ市での調査建物（調査建物番号を Google Map に追記）

#### No.1 Edificio Los Leones

2009年に建設された、地上12階建て（地下2階）の鉄筋コンクリート（以下、RCと略記）造壁式構造の集合住宅である（写真 4.1.1）。地下2層が自走式の駐車場となっており、地下1階の梁間方向の壁が写真 4.1.2 のように大破し、高さ方向に縮んでいた。壁厚さは、150mmであった。



写真 4.1.1 建物外観





写真 4.1.2 大破した RC 造壁

## No.2 Edificio Sol Oriente

地上 18 階（地下 2 階）建ての RC 造壁式構造の集合住宅である。写真 4.2.1 の手前にも同規模の集合住宅が建っており、それら 2 棟の建物に挟まれる敷地が地下 2 層の自走式駐車場となっている。地下 1 階において、梁間方向の RC 造壁の多くが壁に取り付く梁の下端付近で大破していた（写真 4.2.2、写真 4.2.3）。壁柱主筋は D25、帯筋は D8 相当である<sup>#4</sup>。また、一部の柱では柱頭が大きく損傷しており、1 階床スラブを貫通し外光が差し込んでいた（写真 4.2.4）。



写真 4.2.1 建物外観



写真 4.2.2 大破した RC 造壁



写真 4.2.3 壁柱部分



写真 4.2.4 RC 造柱の破壊

#4 日本の JIS 規格に定める異形鉄筋を指しているものではなく、記載した直径相当の異形鉄筋という意味で使用している。以下同様。

### No.3 Edificio Emerald

細長い平面形の 20 階建て高層集合住宅である。建物全体が少し傾斜しているという情報があったが、許可が得られず内部は調査できなかった。本建物は、市当局によって居住不可と判定されていた（写真 4.3.1、写真 4.3.2）。



写真 4.3.1 建物外観



写真 4.3.2 市の判定結果の表示

### No.4 Edificio Los Cerezos

地上 26 階（地下 1 階）建ての RC 造壁式構造の高層集合住宅である（写真 4.4.1）。玄関脇の RC 造耐力壁の付帯柱（主筋 D35、帯筋 D13 相当）は、写真 4.4.2 のように脚部で圧壊している。写真 4.4.3 は、付帯柱を建物内部から見た様子である。また、当該壁の地下 1 階部分では、柱梁接合部が大きく損傷していた（写真 4.4.4）。これは、連層耐力壁の地下部分で壁が無くなっていること（下階壁抜け柱）が原因していると考えられる。



写真 4.4.1 建物外観



写真 4.4.2 1階柱脚の圧壊



写真 4.4.3 写真 4.4.2 の内部の様子



写真 4.4.4 写真 4.4.2 の地下部分

#### No.5 Edificio Parque Residencial

地上 22 階建ての RC 造高層集合住宅で、築 38 年程経過している（写真 4.5.1）。外壁の方立壁はれんが積みの非構造壁であり、ほぼ全フロアで写真 4.5.2 のような損傷が発生している。構造体の損傷は、ほとんど見られないとのことであった。



写真 4.5.1 建物外観



写真 4.5.2 れんが積み外壁の損傷

#### No.6 Edificio Raddison

地上 12 階建ての宿泊施設であるが、建物内に立ち入れないため外観のみの調査である（写真 4.6.1）。低層部の梁端、高層棟と接する部分と柱頭接合部に損傷が見られた（写真 4.6.2）。建物内部を調査した人の話によると、地下の RC 造隅柱が圧壊していたとのことである。



写真 4.6.1 建物外観



写真 4.6.2 壁梁の損傷

#### No.7 Edificio Patio Mayor

地上 5 階建て建物、他 4 棟からなる商業ビルである（写真 4.7.1）。外階段の目隠し壁が崩落していた。方立壁により短スパン化した壁梁端部が大きく破損しているほか、一部には柱梁接合部の破壊が見られた（写真 4.7.2、写真 4.7.3）。また、ペントハウス階は、下階の床が抜けて傾いていた（写真 4.7.4）。敷地には、地盤の変状も見られた（写真 4.7.5）。





写真 4.7.1 建物外観



写真 4.7.2 外部階段壁の崩落、階段室鉄骨梁の落下



写真 4.7.3 梁と柱梁接合部の破壊



写真 4.7.4 ペントハウス階の落床と屋根非構造材の被害



写真 4.7.5 地盤の変状



#### No.8 Edificio Don Tristán

地上 5 階建ての RC 造集合住宅である（写真 4.8.1、写真 4.8.2）。建物の短辺方向に敷地が傾斜しており（写真 4.8.2 の右方向）、建物長辺方向に連なる壁柱が大きく破壊し、1 層の層崩壊が確認された。



写真 4.8.1 建物外観（長辺方向）



写真 4.8.2 建物外観（短辺方向）

#### No.9 Edificio Don Luis

地上 5 階建てピロティ形式の RC 造集合住宅である（写真 4.9.1）。ピロティ階となる 1 階駐車場では、耐力壁の枚数が少ない（写真 4.9.2）。1 階壁柱の柱頭、柱脚部では引張軸力と曲げによるヒンジが形成されており、1 層の層崩壊が確認された（写真 4.9.3）。また、側柱のない耐力壁にも、せん断破壊が確認された（写真 4.9.4）。



写真 4.9.1 建物外観



写真 4.9.2 1 階駐車場（ピロティ）



写真 4.9.3 曲げヒンジが生じた壁柱



写真 4.9.4 せん断破壊した壁

#### No.10 Edificio Los Jazmines

地上4階建てピロティ形式のRC造集合住宅である（写真4.10.1）。建物1階外周部はT字形の壁柱で構成され、中央部分は連層耐力壁構造となっている。T字形の壁柱は、写真4.10.2のように高さ500～600mm付近で大きく損傷し、部材全域のコンクリートが脱落して軸力を負担できない状態であった。また、1階耐力壁でもコンクリートが剥落しており、損傷程度は大きい。エントランス左側にある壁上端にスタイロフォーム状の充填物があり（写真4.10.3）、外周部の耐力壁は地震力に有効に働いていないと推測される。



写真 4.10.1 建物外観



写真 4.10.2 T形壁柱と耐力壁の破壊





写真 4.10.3 壁上端の充填物

#### No.11 日本人学校

チリ日本人学校の講堂で、コンクリートブロック造の2階建て建物である（写真 4.11.1）。ブロック壁の目地部と躯体から張り出した片持ち壁の一部に、ごく軽微なひび割れが見られた（写真 4.11.2）。その他、天井材の一部にずれが生じていたが（写真 4.11.3）、全体的には軽微な被害である。



写真 4.11.1 建物外観



写真 4.11.2 片持ち壁のひび割れ



写真 4.11.3 天井材のずれ

#### No.12 Villa Portales 団地（BLOCK-4）

SERVIU によって建設された地上4階、中廊下形式の低所得者向け集合住宅（分譲）で、築54年程度経過している（写真 4.12.1）。RC造耐力壁付きラーメン構造で、架構内の壁はれんが積み非構造壁（Infilled Wall 造<sup>#5</sup>）である。

SERVIU が IDIEM に依頼して既に被災度調査を終えており、その診断結果と注意事項が掲示さ

れていた（写真 4.12.2）。中廊下と戸堺壁部分の組積造壁にひび割れが見られ、完全に脱落している部分もあった（写真 4.12.3）。本建物は、これまでにチリで起こった 1960 年の地震（Mw9.5）や 85 年の地震（Mw7.8）などの大地震も経験していることになるが、現在まで継続使用されてきた。組積造壁には、ひび割れの修復跡も散見された。一方、外部階段の踊り場部分を支える梁部材に、長期荷重によるひび割れやたわみが生じていた（写真 4.12.4）。また、別棟では一端をローラー支持された飾り梁が地震の影響で脱落する被害も見られており（写真 4.12.5）、補強工事を行う際にはこれらに対する措置も必要と考えられる。

なお、JICA 専門家チームの調査に合わせて、住宅・都市計画大臣が就任後初めて被災した本団地を視察し、記者会見を行った。駐チリ日本国大使 林渉大使と共に JICA 専門家チームも同席し、その様子はテレビや新聞で報道された<sup>#6</sup>。



写真 4.12.1 建物外観



写真 4.12.2 診断結果の表示



写真 4.12.3 非構造内壁の損傷







写真 4.12.4 外部階段踊り場を支える梁のたわみとひび割れ



写真 4.12.5 屋上部分の飾り梁が脱落（左は落下した梁）

#5 このような構造を特に区別して、Infilled Wall 造と表現することもある。詳しくは、5章に示す。

#6



Ms. Magdalena Matte Lecaros 住宅・都市計画大臣の現地視察と記者会見

### No.13 市内の情況

今回調査した範囲では、サンティアゴ市内の古い組積造（石積みやれんが造）建物には、大きな被害は殆ど発生していないようである。また、市内の多くの一般建物では、地震後出入口のドアが開かない等の不具合は起きていたようであるが、外観上、殆ど被害は見られなかった<sup>#7</sup>。

なお、サンティアゴ市内にはアドベ（Adobe、日干しれんが）造建物は、既に存在していない。さらに、今後は地方においてもアドベ造の建設は認めない方針であるとの説明を受けた。



写真 4.13.1 サンティアゴ市内の組積造建物（無被害）



写真 4.13.2 サンティアゴ市内の一般建物（無被害）

#7 公表されている強震観測記録（参考文献 2-3、2-4）によると、サンティアゴ市内での地表面の加速度は一部の観測点を除き 0.2G～0.3G 程度であり、日本の気象庁震度階に当てはめれば震度 5 強～6 弱程度の揺れであったものと推測される。



#### 4.2.2 コンスティトゥション (Constitución、マウレ州)

コンスティトゥションは、マウレ川の河口に位置する人口約 3.8 万人の海に面した小都市で、町の背後には山が迫っており平坦な土地は少ない。ここでは、SERVIU の集合住宅と市内の被害状況調査、および海岸近くの津波跡を視察した。調査建物の位置を図 4.3 に示す。なお、津波被害については 4.3 でまとめて記述する。



図 4.3 コンスティトゥションでの調査建物（調査建物番号を Google Map に追記）

##### No.1 丘の上の集合住宅

枠組み組積造（Confined Masonry、以降、CM 造と略記）3 階建て SERVIU の低所得者向け集合住宅で、丘の斜面に建つ築 10～15 年程度の建物である（写真 4.14.1）。柱寸法は 200x300mm、主筋は D10 相当でφ4 程度の帯筋が約 150mm 間隔で入っている。壁には穴あきレンガを使用し、4～5 段おきに目地部に水平鉄筋（はしご筋）が壁全幅に渡って入っているが、鉛直鉄筋は入っていない（写真 4.14.2）。



写真 4.14.1 建物外観



写真 4.14.2 CM 造の柱と壁部分



写真 4.14.3 1 層部分で層崩壊した建物



写真 4.14.4 柱梁接合部

敷地の一番高い場所（崖近く）に建つ住棟が 1 層部分で層崩壊し（写真 4.14.3）、2 家族 8 名が死亡している。崖の上部に少し亀裂が入っており、盛り土の可能性もある。柱梁接合部には、帯筋は入っていない（写真 4.14.4）。

## No.2 河口近くの集合住宅

河口近くに建つ SERVIU の集合住宅で、れんがを使った CM 造 4 階建て築 20 年程度である（写真 4.15.1）。高さ 40cm 程度の津波の痕跡が見られた。

4 棟の内 1 棟は、1 階妻壁がせん断破壊し階高が少し下がっている（写真 4.15.2）。破壊した部分のコンクリートにはジャンカが見られ、鉄筋に錆が出ていた。別棟では、妻壁頂部の梁が崩落している（写真 4.15.3、写真 4.15.4）。





写真 4.15.1 建物外観



写真 4.15.2 妻壁のせん断破壊



写真 4.15.3 妻壁頂部の梁の崩落



写真 4.15.4 落下した梁

### No.3 古いれんが造やアドベ造建物の被害

コンステイトゥションでは、古いれんが造やアドベ造建物の被害が各所で見られた(写真4.16.1)。一方、山の斜面に建つ木造住宅や新しい低層住宅には、大きな被害は発生していないようである(写真4.16.2)。



写真 4.16.1 れんが造やアドベ造建物の被害



写真 4.16.2 れんが造やアドベ造建物の被害

#### 4.2.3 カウケネス（Cauquenes、マウレ州）

カウケネスでは、SERVIU の集合住宅の被害状況を調査した。調査建物位置を図 4.4 に示す。



図 4.4 カウケネスでの調査建物（調査建物番号を Google Map に追記）

##### No.1 集合住宅

CM 造 3 階建て SERVIU の集合住宅で、緩やかな傾斜地に 4 棟の住棟が建っている。築 16 年程度とのことである。穴あきれんがを使用し、桁行方向の壁にはれんが 4~5 段おきに目地部に水平鉄筋が入っているが、梁間方向の壁には入っていない。敷地の一番高い場所にある住棟では 1 階部分の壁がせん断破壊し、ほぼ全ての柱部材が激しく損傷しており、被害程度は大破である（写真 4.17.1、写真 4.17.2）。

同じ敷地の少し離れた場所に建つ別棟では、エキスパンションジョイント（以降、EXPJ と略記。ただし、殆ど隙間がなかった。）で区切られた片側の建物にせん断ひび割れが発生していたが、全体的には軽微な被害に留まっていた（写真 4.17.3）。



写真 4.17.1 被害建物全景と妻壁の被害



写真 4.17.2 大破した桁行方向壁



写真 4.17.3 別棟の軽微なせん断ひび割れ

#### 4.2.4 タルカ市（Talca、マウレ州）

タルカ市は、震源から約 115km に位置する、人口約 20 万人の中規模都市である。ここでは、CM 造の集合住宅や SERVIU 庁舎の被害状況のほか、CM 造低層住宅の建設現場を調査した。調査建物位置を図 4.5 に示す。





図 4.5 タルカ市での調査建物（調査建物番号を Google Map に追記）

#### No.1 低層住宅建設現場

2階建て低層住宅の建設現場で、1階部分はCM造、2階は木造である（写真 4.18.1）。コンクリート基礎の上に柱と壁の縦筋（500mm 間隔）が配筋され、壁部分には穴あきレンガを組積する。組積造壁の水平目地部には数段毎に鉄筋を配筋し、壁と柱の頂部は場所打ちコンクリート梁で一体化される。柱主筋、および基礎梁主筋は接合部内で直線定着され、90° に折り曲げられたコーナー筋が主筋上に長さ 400mm（40d）程度、重ねて配筋されていた（写真 4.18.2）。柱帯筋は 200mm 間隔で配筋されているが、帯筋端部のフック角度は 90° であった。

スラブは、コンクリートブロックを用いた一方向ジョイストスラブである（写真 4.18.3）。今回の地震では、柱部分のコンクリートを打設する前の組積造壁が面外方向に転倒した（写真 4.18.4）。



写真 4.18.1 CM 造住宅建設風景



写真 4.18.2 基礎梁の配筋とコーナー鉄筋



写真 4.18.3 スラブ（見上げ）



写真 4.18.4 転倒した組積造壁

## No.2 高層オフィスビル

RC 造のオフィスビルで、非構造壁部分が崩落している（写真 4.19.1）。崩落したコンクリート部材には、日本の軽量骨材程度の大きさの発泡スチロール粒が混入されていた（写真 4.19.2）。



写真 4.19.1 建物外観



写真 4.19.2 発泡スチロール粒が混入された  
コンクリート

## No.3 SERVIU 庁舎

SERVIU のタルカ市庁舎で、築 30 年程度の RC 造地上 6 階建ての建物（上部 3 階はアパート）で、桁行方向外周部には鉄骨柱が用いられていた（写真 4.20.1）。1 階屋外通路では、窓ガラスが割れて飛散している様子も見られた（写真 4.20.2）。1 階正面の組積造壁がせん断破壊しているほか、屋内の RC 造耐力壁、並びにドア開口上部の短スパン梁の多くがせん断破壊している（写真 4.20.3）。耐力壁の端部の柱に相当する部分には 4 本の軸方向鉄筋が配筋されているが、鉄筋の間隔が非常に狭い（写真 4.20.4）。



写真 4.20.1 建物外観



写真 4.20.2 桁行方向鉄骨柱と窓ガラスの飛散



写真 4.20.3 せん断破壊した耐力壁と短スパン梁



写真 4.20.4 柱脚部の配筋状況

#### No.4 公営住宅

築約 50 年の低所得者向け公営住宅で、長辺約 47.4m×短辺約 7.7m、地上 5 階建ての RC 造建物 (Infilled Wall 造) である (写真 4.21.1)。写真 4.21.2 の正面壁の裏側は隣接住棟で、空隙のない EXP.J で接しているため衝突と振動によって組積造壁が損傷し RC 造架構から脱落しかけている。その他、非構造れんが壁の損傷、1 階妻壁の隅柱や開口部脇に鉄筋の露出が見られた (写真 4.21.3)。中破程度の被害と考えられるが、SERVIU 関係者によると本建物は取り壊し予定とのことであった。





写真 4.21.1 建物外観



写真 4.21.2 組積造壁の損傷



写真 4.21.3 隅柱の損傷

### No.5 市内の情況

古いれんが造やアドベ造建物の被害が、市内の各所で見られた（写真 4.22.1）。一方、比較的新しい建物や住宅では、それほど被害を受けていないものも多かった（写真 4.22.2）。



写真 4.22.1 れんが造やアドベ造建物の被害



写真 4.22.2 新しい建物や住宅の様子

#### 4.2.5 コンセプション市 (Concepción、ビオビオ州)

コンセプション市は、震源から約 105km に位置する人口約 22 万人の都市である。ここでは、新築のオフィスビルや転倒した集合住宅の被害状況を調査した。調査建物位置を図 4.6 に示す。

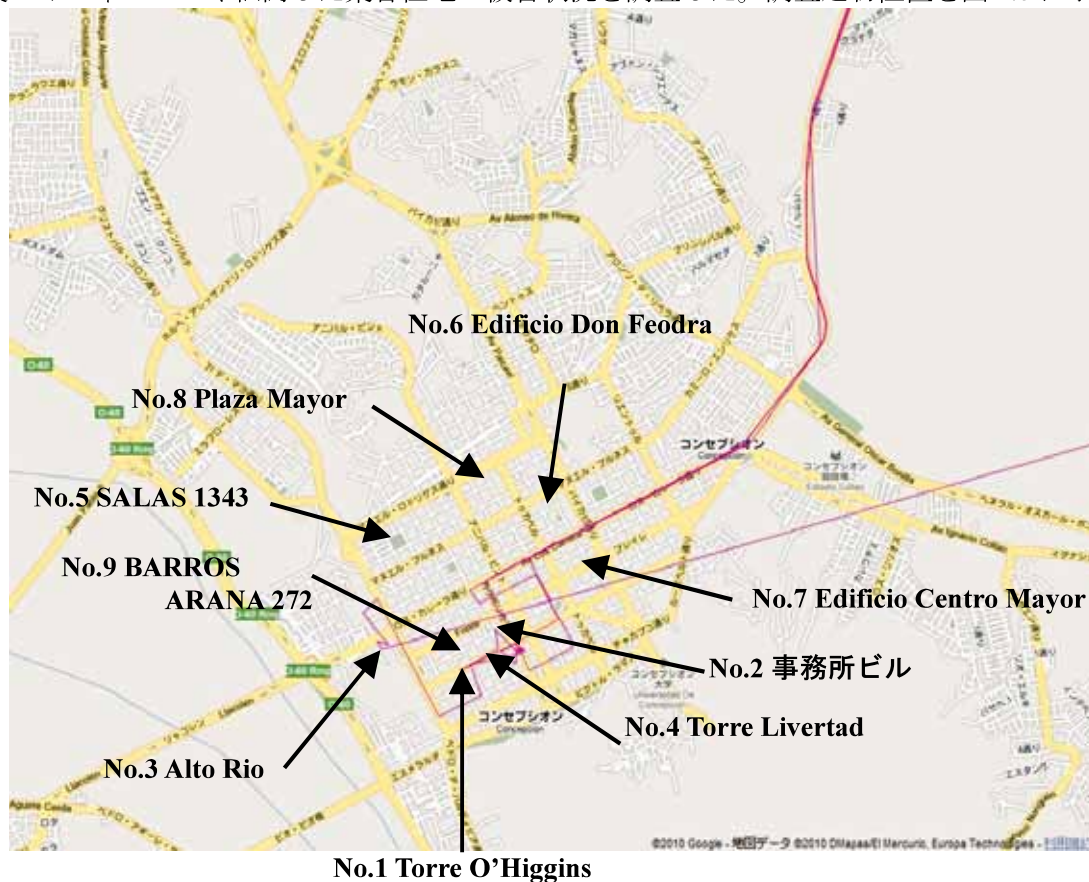


図 4.6 コンセプション市での調査建物 (調査建物番号を Google Map に追記)

##### No.1 Torre O'Higgins

2008年に竣工した地上21階、地下2階の高層RC造オフィスビルである(写真4.23.1、写真4.23.2)。建物正面側の12階付近の中間層で層崩壊し(写真4.23.3)、上層部が道路側に傾いており、前面道路は車両通行禁止となっていた。層崩壊している階付近で、セットバックしている。建物背面側には開口の少ない連層耐力壁があり、顕著な損壊は起きていない。SERVIU関係者の話によると、崩壊層より上部の階を取り壊し継続使用することを考えているとのことであった。



写真 4.23.1 地震前の建物外観 (Web Page から引用)



写真 4.23.2 建物外観



写真 4.23.3 層崩壊している 12 階付近

## No.2 事務所ビル

SERVIU が所有する事務所ビルで、RC 造地上 4 階建てである（写真 4.24.1）。室内や階段室部分の組積造壁が大破しており（写真 4.24.2）、書類等が散乱している。また、3、4 階の円形 RC 造柱の柱頭部に、曲げせん断ひび割れが一定間隔に発生している（写真 4.24.3）。損傷は非構造壁に集中しており、修復を行えば建物を使用することは十分に可能と考えられる。



写真 4.24.1 建物外観





写真 4.24.2 組積造壁の破壊



写真 4.24.3 円柱の曲げせん断ひび割れ

### No.3 Alto Rio

2008年に建設された地上15階、地下2階(駐車場)建てのRC造の民間集合住宅で(写真4.25.1)、1階の足元から、完全に転倒している(写真4.25.2)。写真4.25.2に見られる壁の破壊は、救助活動で開けられたものである。地震時に建物5階に住んでいた住民からのヒアリングによると、「地震が起きて1分程経ったところで建物が下に沈み込み、その後、転倒し始めた」とのことである。写真4.25.3は、1階の壁柱および耐力壁で、転倒時に1階部分の全ての鉄筋が引き抜き、あるいは切断された様子が確認できる。一方、妻構面の地下壁には、ほとんど損傷は見られなかった(写真4.25.4)。



写真 4.25.1 地震前の建物 (Web Page から引用)



救助活動で開  
けられた穴



写真 4.25.2 倒壊した建物外観



写真 4.25.3 引きちぎられた 1 階壁柱および耐力壁



写真 4.25.4 建物地下壁

#### No.4 Torre Livertad

RC 壁式フラットスラブ構造で、1973 年に建設された。地上 17 階、地下 1 階（地下駐車場なし）で、下部 3 階にはテナントが入居し、4 階から上は住宅として使われている（写真 4.26.1）。地下 1 階の機械室には、ほとんど損傷はなかった。上層に行くほど非構造れんが壁の崩落が激しい（写真 4.26.2）。1 階、2 階の壁が曲げ引張破壊し、壁端部の主筋が破断もしくは座屈している（写真 4.26.3、写真 4.26.4）。北東、南西方向の壁に被害が集中しており、直交する方向の壁には損傷はほとんど見られなかった。



写真 4.26.1 建物外観



写真 4.26.2 非構造壁の損傷



写真 4.26.3 1 階の壁の損傷



写真 4.26.4 2 階の壁の損傷

#### No.5 SALAS 1343

2007年に建設された地上13階の集合住宅で、地下駐車場は建物の横に設けられている。2棟の建物がL字型に配置され、EXP.Jでつながっている（写真4.27.1、写真4.27.2）。平面形上は中廊下式で、壁量は桁行き方向の方が多い。写真4.27.1の左側の棟は大破しているが（写真4.27.3、写真4.27.4）、右側の棟は小破であった。



写真 4.27.1 建物外観



写真 4.27.2 エレベータ部の損傷



写真 4.27.3 大破した棟の南妻壁



写真 4.27.4 大破した棟の1階部分

#### No.6 Edificio Don Feodra

5階建てCM造の集合住宅である。元々あった1階部分に、2階以上が2006年に増築された建物である（写真4.28.1）。1階部分で、層崩壊を起こしている（写真4.28.2～写真4.28.4）。



写真 4.28.1 建物外観



写真 4.28.2 1階部分に被害が集中





写真 4.28.3 短柱の被害



写真 4.28.4 建物裏側の被害

### No.7 Edificio Centro Mayor

建物内には入ることができず、外観調査のみ行った。被害程度は、大破と判断された(写真 4.29.1～写真 4.29.4)。



写真 4.29.1 建物外観



写真 4.29.2 建物入口部の壁脚が損傷



写真 4.29.3 桁行側の構面にも被害



写真 4.29.4 前面の花壇が1mほど沈下

### No.8 Plaza Mayor

高層集合住宅が立ち並ぶ団地である。建物内に入れなかったため、外見からの調査であったが、被害程度は軽微であると感じられた(写真 4.30.1、写真 4.30.2)。ただし、中の柱が大きく損傷しているとの情報があった。



写真 4.30.1 建物外観



写真 4.30.2 外から確認できる損傷

### No.9 BARROS ARANA 272

3階建て、鉄骨造の診療所である（写真 4.31.1）。1948年に建設された。3階れんが壁の一部が損傷しており、隣が学校のため、れんが壁を撤去する工事が行われていた（写真 4.31.2）。屋根は、鉄骨造トラスであった。



写真 4.31.1 建物外観



写真 4.31.2 撤去中のれんが壁

### No.10 市内の情況

コンセプション市内では、多数の古いれんが造やアドベ造建物が被害を受けている。一方、建物の一部損傷やガラスの破損等によって修復作業中の建物も多く見られたが、RC造と推測される中低層建物でも、致命的な損傷を受けている建物はそれほど多くないという印象を受けた。市内の被災状況を写真 4.32.1、写真 4.32.2 に示す。



写真 4.32.1 コンセプション市内の様子



写真 4.32.2 組積造建物（2階部分が崩壊）

#### 4.2.6 ディチャト（Dichato、ビオビオ州）

ディチャトは、コンセプション市の北方30km程に位置する海に面した小さな村である。SERVIUが手掛ける低層住宅群の被害状況を調査した。4.2.7に示すペンコでの調査と併せて、建物位置を図4.7に示す。



図 4.7 ディチャトおよびペンコでの調査建物（調査建物番号を Google Map に追記）

##### No.1 エルサウス住宅

SERVIUが手がける住宅群で、鉄骨フレームにプレキャストRC造壁を組み合わせた住宅で（軒高さ4.8m）、2008年に建設された（写真4.33.1、写真4.33.2）。建物の被害は、津波によるもので、地震による大きな損傷は見受けられなかった。





写真 4.33.1 建物外観



写真 4.33.2 プレキャスト RC 造壁

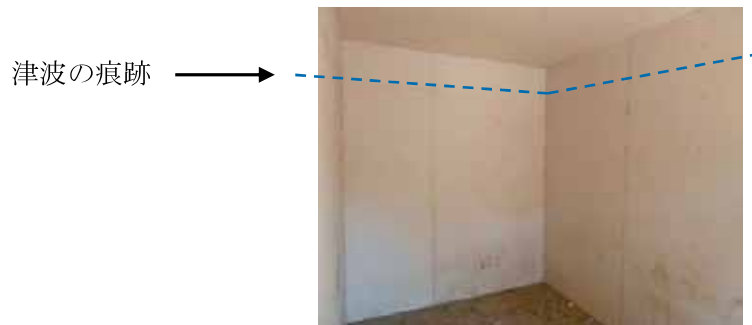


写真 4.33.3 津波の痕跡 (2 階の壁)

写真 4.33.3 は、2 階の壁に残る津波の跡である。海岸に最も近い住宅の標高が約 5m、津波の痕跡が 2 階の天井に近い位置に残っていることから、ここでの津波高さは 9m 程度と推測することができる。

## No.2 ミラマル住宅

SERVIU が手がける住宅群で、2008 年に建設された。1 階はれんがを使った組積造で、2 階は木造となっている (写真 4.34.1)。地震による大きな被害は見受けられず、津波によって 2 階の木造部分が流される被害が多く見られた (写真 4.34.2)。北側にある住宅の被害が大きく、かつ 2 階の木造部分が南側に片寄って変形していることから、津波は北側から押し寄せたものと推測される。1 階では基礎と臥梁はあるが柱はなく、壁には縦筋・横筋が配筋されているとのことであった。壁の縦筋 (D10 相当) が、確認できた。



写真 4.34.1 建物外観



写真 4.34.2 津波により 2 階が流された住宅

#### 4.2.7 ペンコ（Penco、ビオビオ州）

ペンコは、ディチャトと同様海に面した小さな村で、SERVIU が建設した集合住宅を調査した。調査建物位置は、図 4.7 に示している。

##### No.1 集合住宅

SERVIU が提供する地上 4 階建ての集合住宅である（写真 4.35.1）。軽量鉄骨とブレースからなる構造であり、鋼製の折板で外壁を構成している。一部の住戸では、以前から住民がブレースや柱を取り外していたとのことであったが、今回の地震による大きな被害は見られなかった。外壁の折板には、写真 4.35.2 のように一部変形が見られ、耐震要素として有効に働いてことが推測される。



写真 4.35.1 建物外観



写真 4.35.2 折板の一部が変形

折板のへこみ

#### 4.2.8 タルカワノ市（Talcahuano、ビオビオ州）

タルカワノ市は、コンセプション市の北西 10km 程に位置する、太平洋に面した人口約 25 万人の中規模都市である。調査建物の位置を図 4.8 に示す。



図 4.8 タルカワノでの調査建物（調査建物番号を Google Map に追記）

#### No.1 Edificio de Biblioteca Municipal de Talcahuano

RC 造 4 階建ての市立図書館であり（写真 4.36.1）、2 階のおよそ半分程で柱頭の曲げ破壊を起こして大破している。大破した部分の梁間方向には、壁が入っていなかった（写真 4.36.2～写真 4.36.4）。



写真 4.36.1 建物外観



写真 4.36.2 建物の右側が沈下





写真 4.36.3 建物左側の損傷



写真 4.36.4 建物右側の損傷

#### 4.2.9 ビニャ・デル・マール市 (Viña del Mar、バルパライソ州)

ビニャ・デル・マール市は、震源の北方 350km 程に位置する人口 30 万人程の太平洋沿岸の観光都市である。USAID の震度分布地図 (図 2.1) によれば、地震の揺れは中～強程度とされている。調査建物の位置を図 4.9 に示す。

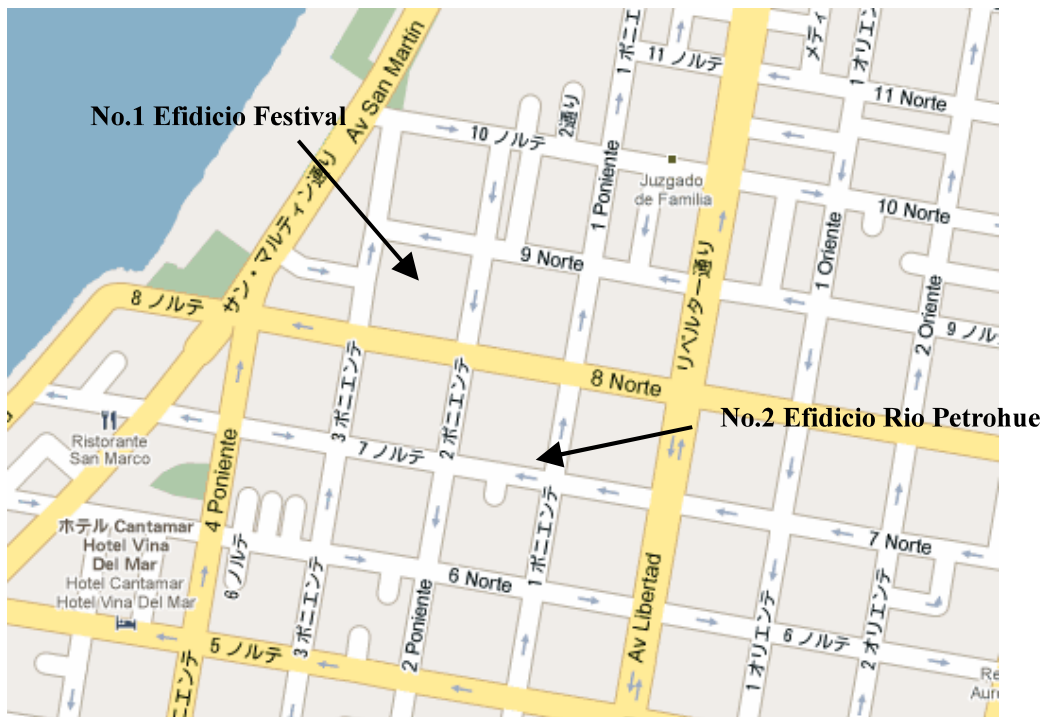


図 4.9 ビニャ・デル・マールでの調査建物 (調査建物番号を Google Map に追記)

##### No.1 Edificio Festival

地上 14 階、地下 1 階の集合住宅 (壁式フラットスラブ構造) で、大破している (写真 4.37.1)。1985 年の地震を受けて、壁や梁の増し打ちや壁の増設などの耐震補強が行われていたが、今回の地震では、壁脚部の曲げ引張破壊や増し打ちした壁が剥がれるなどの被害が見られた。



写真 4.37.1 建物外観



写真 4.37.2 玄関部増し打ち壁の損傷



写真 4.37.3 階段部の損傷



写真 4.37.4 階段部の損傷



写真 4.37.5 南東の壁脚部の被害



写真 4.37.6 配筋が過多

## No.2 Efidicio Rio Petrohue

17階建 RC 造、集合住宅（写真 4.38.1）。建物の長辺が東西方向に位置し、北側から北西側の地下 1 階に駐車場がある。駐車スペースを設けるために地下階の壁の長さが上階よりも一部短い箇所がある。被害は地下階の壁に集中し、水平のひび割れが生じて曲げ降伏する被害が見られた。



写真 4.38.1 建物外観



写真 4.38.2 1階南西部の柱の損傷



写真 4.38.3 地下駐車場の壁の損傷



写真 4.38.4 地下駐車場の壁の損傷

#### 4.2.10 チジャン（Chillán、ビオビオ州）

チジャンでは調査は行っていないが、宿泊したホテルの近くにあった教会に大きな被害が見られた（写真 4.39.1）。建物躯体はRC 構造であるが、屋上の尖塔が屋根を突き抜けて崩落している。また、礼拝堂の列柱上部や壁にも損傷が見られた（写真 4.39.2、写真 4.39.3）。



写真 4.39.1 被災した教会





写真 4.39.2 教会内部



写真 4.39.3 落下した尖塔

### 4.3 津波の被害状況

#### 4.3.1 コンスティトゥション (Constitución、マウレ州)

コンスティトゥション市街に見られた津波の痕跡を写真 4.40.1、写真 4.40.2 に示す。

津波の痕跡



写真 4.40.1 河口近くの SERVIU 集合住宅の津波跡  
(高さ 400mm 程度)



写真 4.40.2 市街地の津波跡

海岸部には数軒のレストランが建っていたということであるが、全て破壊されている。崖の中腹まで海水によって植物が変色しており、目測でおよそ 20~30m の高さまで津波が達したものと推測される (写真 4.40.3)。

海岸沿いの道路に立っていた街灯は、全て根本から同じ方向 (南方向) に倒されている。また、海岸近くの木材チップ製造工場も被害を受けている (写真 4.40.4)。



写真 4.40.3 津波の被害跡



写真 4.40.4 津波による海岸部の被害

#### 4.3.2 ペジュウエ (Pelluhue、マウレ州)

ペジュウエは、震源に最も近い位置にある太平洋に面した小さな集落である。津波による被害が大きく、海岸にあった建物は殆ど流されていてコンクリートの基礎や一部の壁が残っている程度である（写真 4.41.1）。住民の話によると、地震の直後、車で自主的に高台に避難したので人的被害は出ていない模様である。普段から避難訓練を行っており、津波に対する防災意識は高かったことが分かる。なお、1960年の地震では、津波は大きくなかったということである。

この地区に限らず、道路には津波からの避難方向を示す標識と、津波に対して安全な場所であることを示す標識が設置されていた。



写真 4.41.1 津波による海岸部の被害

#### 4.3.3 ディチャト (Dichato、ピオビオ州)

木造等の建物は津波によって破壊され、甚大な被害が発生しており、海岸近くには瓦礫が積み重なっている（写真 4.42.1）。一方、4.2.6 で記述したように、RC 造やれんが造の建物では津波の痕跡は見られるものの、構造躯体は大きな損傷を受けずに残っている。地元住民は、地震の後、高台に避難し無事だったようであるが、津波の第一波が引いた後、荷物を取りに自宅に戻った人や海岸近くの別荘などに滞在していた観光客の中には、津波の犠牲者が出ている模様である。この地区は、調査時点では軍の管理下に置かれていた（写真 4.42.2）。



写真 4.42.1 津波による海岸部の被害



写真 4.42.2 避難民のテントと軍のテント