

## 2009年4月6日 イタリア・ラクイラ地震被害調査速報（建築）

### 目次

1. 概要 .....	- 1 -
2. 活動組織.....	- 2 -
3. 建築チーム行程表（現地時間表記） .....	- 3 -
4. 調査1日目（2009年4月18日） .....	- 6 -
5. 調査2日目午前（2009年4月19日） .....	- 16 -
6. 調査2日目午後（2009年4月19日） .....	- 23 -
7. 調査3日目午前（2009年4月20日） .....	- 28 -
8. 調査3日目午後（2009年4月20日：15時10分頃～） .....	- 36 -
9. 調査4日目（2009年4月21日） .....	- 40 -

## 1. 概要

### (1) 地震の概要

2009年4月6日3時32分(現地時間)頃、イタリア・アブルッツォ州ラクイラ(L'Aquila:人口69,368人のイタリア共和国アブルッツォ州ラクイラ県のコムーネの1つで、ラクイラ県の県都かつアブルッツォ州の州都)で発生したマグニチュード6.3(USGS)の地震およびその直後の最大余震(4月6日4時37分に発生したマグニチュード5.1)により、290人以上の死者、1000人以上の負傷者、1万から1万5000棟の建物が被害を受けたとされている。アペニン山脈に沿って北西-南東方向に活断層が複数存在し、本震は正断層型、震源の深さは10km。今回被災したイタリア中部アブルッツォ州では、1915年にAvezzano地震を経験、イタリア国内でも地震危険度の比較的高い地域であり、2009年3月から有感地震が続いていた。

### (2) 背景および調査目的

イタリアでは1908年のMessina地震を機に1909年に最初の耐震基準が定められた。その後1974年に耐震設計法が制定されたが耐震基準の定められた地域はイタリア全土の25%(主に南部)に過ぎなかった。1980年のナポリ地震後の1981年に地震危険度の概念が3段階に改められイタリア全土の45%が耐震基準の定められた地域に含まれ、1998年には地震危険度の定められた対象地域がイタリア全土の70%にまで達した。2002年のイタリア中南部地震の被害を経て、2003年に耐震基準の大改正が行われ、地震危険度が4段階に改められイタリア全土が耐震基準の定められた地域になるとともに、それまで主に強度型設計がなされていたところに靱性設計の概念が導入されるようになった。また、歴史的建造物に関しては、2003年3月20日のイタリアの法令(Ordinanza) No.3274を2005年5月3日にNo.3431として一部修正している。これを受けて、2006年7月に、"Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni"が作成され、英語版の"Guidelines for evaluation and mitigation of seismic risk to cultural heritage"が2007年6月に出版されている。ただし耐震基準の厳格化に対して、建設業者への経済的配慮から2010年までの猶予期間が設けられたため、実際の耐震対策はほとんど進んでいなかった。最新のイタリアの耐震基準では学校や病院などの重要建物に対し耐震安全性をリスクレベルで2割増しにするよう求めているが、現状では学校や病院などの公的機関の8万箇所が「高危険度」とされ、学校で耐震基準を満たしているのは2万2000校のうち9000校程度と言われている<sup>[1]</sup>。今回の調査対象地域であるイタリア中部アブルッツォ州は、最新の耐震基準において地震危険度がグレード1または2に指定され(アドリア海沿岸地域のみグレード3)設計用加速度スペクトルは再現期間500年の地震に対してグレード1で最大地表面加速度が0.35G、グレード2で最大地表面加速度が0.25Gと定められていた。

本地震での建物被害は主にブロック造によるものであるが、近年建築された鉄筋コンクリート構造の被害や歴史的に重要な組積造建造物の被害も多数ある。被害規模の大きさから調査の必要性があると考え、地震災害に関係の深い(社)土木学会(会長 栢原英郎)、(社)地盤工学会(会長 浅岡顕)、(社)日本建築学会(会長 斎藤公男)および日本地震工学会(会長 鈴木浩平)は、相互に情報を共有し必要な調査に協力して当たるべく、イタリアの大学関係者と連絡を取りつつ4学会協同による合同調査団を現地に派遣することとした。

合同調査団のうち後述する建築チームは、地震被害の初動調査として1)当該地域の構造形式の特徴と施工方法の調査を実施し建物の耐震性を把握する、2)建物被害の特徴を被災地の地理的条件との関連で検討する、3)適切な地域を選択し建物の特性別に被害率を求めることを目的とし、これらの調査結果に基づき詳細調査の必要性の是非について提言を行う。

—

[1] 朝日新聞4月13日WEB版

## 2. 活動組織

### 【4学会合同調査団】(団員は五十音順)

団長	川島 一彦 (東京工業大学 教授)
団員	アイダン オメール (東海大学 教授)
団員	青木 孝義 (名古屋市立大学 准教授)
団員	岸本 一蔵 (大阪大学 准教授)
団員	小長井 一男 (東京大学 教授)
団員	迫田 丈志 (東北大学大学院 助手)
団員	スベン ピーター テオドリ (日本工営株)
団員	高橋 典之 (東京大学 助教)
団員	松井 智哉 (豊橋技術科学大学 助教)
団員	八嶋 厚 (岐阜大学 教授)

### 【建築チーム】

日本地震工学会	団長：青木孝義 (名古屋市立大学)
日本建築学会	団長：岸本一蔵 (大阪大学工学研究科)
	団員：迫田丈志 (東北大学工学研究科)
	高橋典之 (東京大学生産技術研究所)
	松井智哉 (豊橋技術科学大学)

### 【イタリアにおける協力者および受け入れ機関】

Prof. Giovanni Barla, Prof. Donato Sabia, Prof. Alessandro De Stefano (トリノ工科大学)  
Prof. Claudio Modena, Prof. Francesca Da Porto, Ing. Nicola Mazzon (パドヴァ大学)  
Prof. Sergio Lagomarsino, Prof. Stefano Podesta' (ジェノヴァ大学)

### 3. 建築チーム行程表（現地時間表記）

#### (1) 調査1日目（2009年4月18日）

- 07:30 朝食
- 08:15 ホテル（Club Isola Sacra）出発
- 08:50 ローマ市内の売店で飲料水を購入
- 09:55 テルミニ駅前 到着
- 10:20 テルミニ駅近くの大型書店で道路地図およびラクイラのガイドブックを購入
- 11:25 ローマ大学工学部近くの書店で最新のイタリアの耐震設計基準を購入
- 12:05 昼食購入
- 12:15 テルミニ駅前 出発
- 14:10 Coppito の被害対策本部前に到着（高速道 A24 はラクイラ西出口まで特に封鎖なし）  
パドヴァ大学の調査チームと合流
- 14:30 被害対策本部内視察（ラクイラ市街地は消防士および防災庁職員の随行が必要）
- 15:20 青木・パドヴァ大学チーム：Ocre の調査  
迫田・高橋・松井チーム：Coppito 周辺の調査(強震観測点と周辺建物の被害概要)

——  
（青木・パドヴァ大学チーム）

- 15:55 Ocre に到着
- 16:00 Ocre の S.Angelo 修道院・教会堂被災度判定に参加
- 17:00 Ocre 出発
- 17:35 Coppito の被害対策本部到着
- 18:15 迫田・高橋・松井チームと合流

（迫田・高橋・松井チーム）

- 15:45 強震観測点 FA030 到着／周辺の調査
- 16:10 Coppito 封鎖箇所の建物被害概要の調査
- 16:35 強震観測点 GX066 到着
- 16:45 GX066 の近くに強震観測点（S05）があり，GX066，S05，FA030 は断層直交方向に設置されている（これらに加えて断層直交方向に S01，S02，S03 が並んでいるとのこと）
- 17:00 ラクイラ市街地の封鎖地区周辺を車上から調査
- 18:15 Coppito の被害対策本部到着／青木・パドヴァ大学チームと合流

- 
- 19:00 明日の調査予定調整後，対策本部出発
  - 21:00 フィウミチーノ空港到着
  - 21:10 ホテル（Club Isola Sacra）着／岸本先生と合流
  - 21:30 夕食
  - 22:00 土木チーム合流

#### (2) 調査2日目（2009年4月19日）

- 06:30 朝食

07:10 ホテル (Club Isola Sacra) 発  
09:00 Coppito の被害対策本部着  
09:20 土木チームより連絡有り  
09:50 Mauro Dolce 氏 (Protezione Civile トップ) 紹介  
10:10 消防バスにて出発  
10:30 ラクイラ規制街区着/パドヴァ大学 Claudio Modena 先生と合流  
10:45 教会前広場着後、周辺建物の被害調査  
11:40 RC 学生寮崩壊現場の被害調査  
12:20 Coppito の被害対策本部到着  
12:30 土木チーム合流  
13:00 土木チーム状況説明  
13:45 Coppito の被害対策本部出発  
14:00 Protezione Civile 支部 (Guglielmo Reiss Romoli 高校) 到着  
14:30 申請書の記入  
15:00 Protezione Civile 支部 (Guglielmo Reiss Romoli 高校) 出発  
16:00 Coppito の被害対策本部到着  
16:20 Coppito の被害対策本部出発  
16:30 ラクイラ規制区域の調査  
18:00 Coppito の被害対策本部到着  
18:15 Coppito の被害対策本部出発  
18:30 Protezione Civile 支部 (Guglielmo Reiss Romoli 高校) 到着  
19:00 Protezione Civile 支部 (Guglielmo Reiss Romoli 高校) 出発  
21:00 ホテル (Hotel Carlton Pescara) 着  
22:00 夕食  
23:00 報告書作成作業  
25:00 解散

(3) 調査3日目 (2009年4月20日)

06:50 ホテル (Hotel Carlton Pescara) 出発  
08:00 サービスエリアにて朝食  
08:50 Protezione Civile 支部 (Guglielmo Reiss Romoli 高校) 到着  
09:50 トリノ工科大学 Giovanni Barla 先生と合流  
10:10 Via Amiternum 通りを北東に入った街区の分譲住宅個別調査  
12:00 調査終了  
12:15 Mensa の避難所到着  
12:30 昼食  
13:10 Mensa の避難所出発  
13:50 Coppito の災害対策本部到着  
15:10 Coppito の災害対策本部出発  
15:30 ラクイラ市街地 Piazza Del Duomo 到着/Corso Federico II 通り沿いに被害調査

16:50 ラクイラ市街地学生寮前に到着／9月20日通り沿いに被害調査  
17:10 ラクイラ市街地出発  
17:30 Coppito の災害対策本部到着  
18:20 Coppito の災害対策本部出発  
19:05 ホテル (Hotel Paradiso) 到着  
19:30 夕食  
22:30 報告書作成作業  
25:00 解散

(4) 調査4日目 (2009年4月21日)

07:00 朝食  
08:10 ホテル (Hotel Paradiso) 出発  
09:20 Pianola 周辺の被害調査  
09:25 Via Mausonia Civita Di Bagno 通りの被害調査  
09:35 Via Marsicana 通りの被害調査  
09:53 余震発生  
09:55 San Felice D' Ocre の被害調査  
10:05 Ocre の被害調査  
10:20 Via Del Rio 通りの被害調査  
10:30 Monticchio 周辺の被害調査  
10:35 Onna 南側を流れる Aterno 川にかかる橋および道路陥没の調査  
10:55 Via Della Portella 通りそばの建設中 PCa 造工場建築の被害調査  
11:05 Onna 入口 (封鎖中) から望む Onna の被害調査  
11:20 San Gregorio 周辺の被害調査  
11:30 Paganica 周辺の被害調査  
11:50 Tempera 周辺の被害調査  
12:20 Stadio Comunale 周辺の被害調査  
12:25 Via Edomond Vicentini 通り北端の被害調査  
12:40 Via Angelo Pellegrini 通りの被害調査  
13:10 Coppito の災害対策本部到着  
13:50 Coppito の災害対策本部出発  
14:50 サービスエリアにて昼食  
16:30 在イタリア日本大使館到着  
17:40 在イタリア日本大使館出発  
19:30 ホテル (Club Isola Sacra) 到着  
20:00 夕食  
23:00 報告書作成作業

#### 4. 調査1日目(2009年4月18日)

##### (1) 調査目的と調査結果概要

調査1日目は、現地の地図および耐震基準に関する情報収集、Coppitoの災害対策本部視察、Coppito、Ocreおよびラクイラ市街地立ち入り禁止区域周囲の被害状況把握を目的として調査活動を行った。

現地の地図および最新版(2008年版)のイタリア建築基準をローマ市内で入手することができた。その後、イタリア中部地震における災害対策本部となっているアブルッツォ州Coppitoの警察学校に出向き、現地の被害調査活動の進められ方についてイタリア側関係者らと情報交換を行った。日没まで2チームに分かれ、青木+パドヴァ大学チームはOcreの被災した教会堂の被災度判定を実施、迫田・高橋・松井チームはCoppitoの被害状況調査、Coppito周辺の強震計(FA030, GX066)設置地点の調査、ラクイラ市街地で立ち入りが禁止されている区域の特定、立ち入り禁止区域周囲の被災状況を視察した。

##### (2) 調査活動記録

###### (a) 現地地図および耐震基準情報の収集

アブルッツォ州の道路地図およびガイドブックをテルミニ駅近くの大型書店にて購入した。ラクイラの市街地詳細マップ(例えば住宅地図のようなもの)は見つからなかったが、ガイドブックにラクイラ市街地の一部分について建物および道路地図が描かれていたため、地図代わりとしてこれを調達した(写真1, 写真2)。

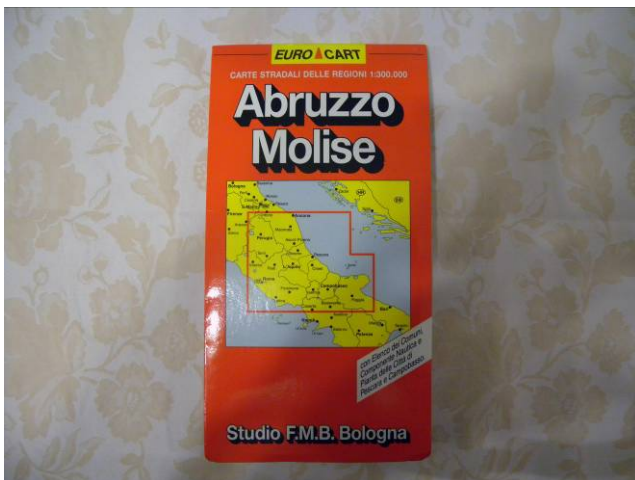


写真1 アブルッツォ州道路地図

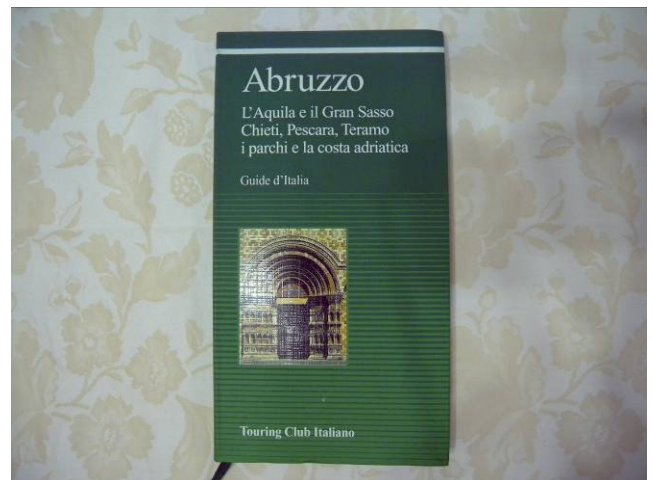


写真2 アブルッツォ州ガイドブック

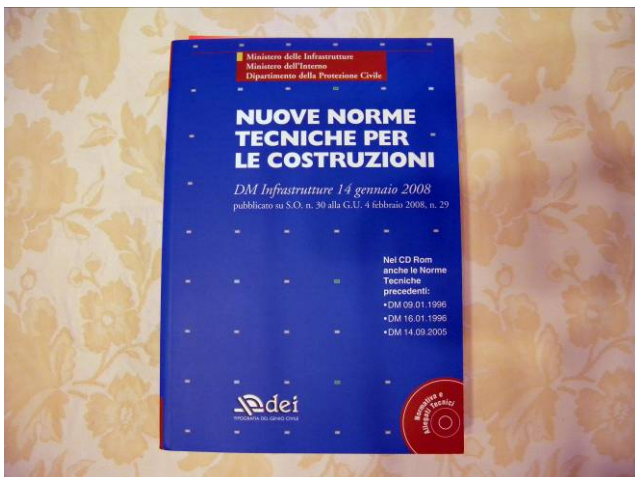


写真3 イタリア建築基準(2008年版)



写真4 ローマ大学工学部近くの書店

イタリア建築基準の最新版(2008年版)をローマ大学工学部近くの技術系書籍専門店にて購入した(写真3, 写真4)。Eurocodeをベースにイタリア仕様の基準となっている模様。

正午, ローマ市街地を出発し被災地ラクイラに向かった(図1)。ラクイラはアブルッツォ州の州都でローマから直線距離で約90km北東に位置している。

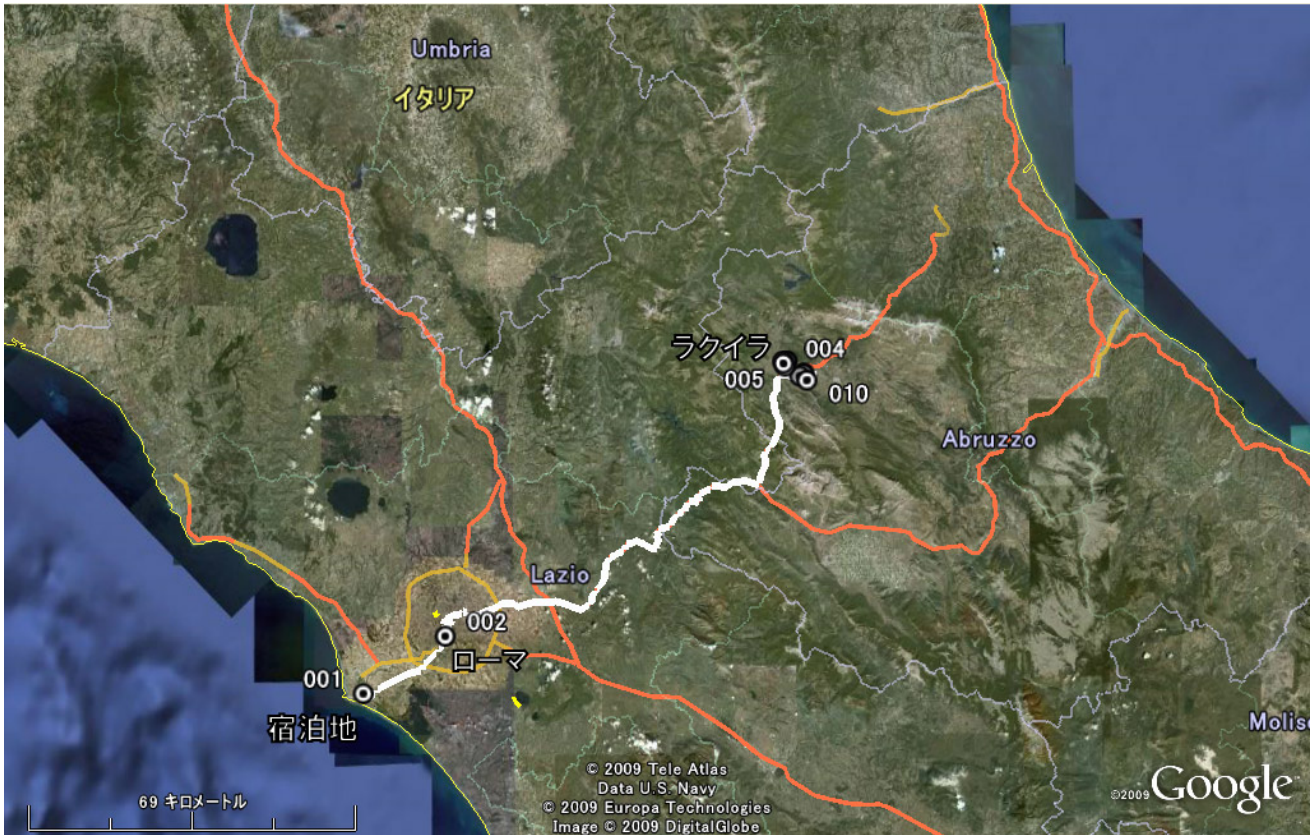


図1 調査一日目の行動履歴(白線)

(b) Coppito の災害対策本部視察および情報交換

今回の地震の被害対策本部になっているラクイラ中心部から北西に4kmほど離れたCoppitoにある警察学校を訪問し, パドヴァ大学の調査チームを通して情報交換を行った。ラクイラ中心部およびオンナは立ち入りが規制されており, 消防が運転するバスで消防士と防災庁の担当者が同伴したときのみ立ち入ることが出来る。



写真5 Coppitoの警察学校



写真6 Coppitoの災害対策本部



調査1日目は規制区域内に立ち入ることが出来なかったため、ラクイラ中心部の規制区域周辺を大まかに調査することとした。ラクイラでの調査行動履歴を図2に示す。



図2 ラクイラでの調査行動履歴（白線）

### (c) Ocre の S. Angelo 修道院・教会堂の被災度判定

パドヴァ大学の調査グループと合同で、落石で通行止めとなった場所（写真7）を消防（Vigili del Fuoco）と一緒に抜け、サン・アンジェロ修道院（Convento S. Angelo D'Ocre, 写真8, 9）の被災度判定を行った。被災度判定は、修道院部分については大邸宅用調査シート（SCHEDA PER IL RILIEVO DEL DANNO AI BENI CULTURALI – PALAZZI）を、教会堂部分については教会用調査シート（SCHEDA PER IL RILIEVO DEL DANNO AI BENI CULTURALI – CHIESE）を使用して実施した。

図面がなかったため、修道院・教会堂部分の平面図（写真10）、断面図を簡単な測量に基づき作成した上で調査シートに基づき判定を行った。判定を行う際に、微視的（ミクロ）に建物を観察するのではなく、巨視的（マクロ）に崩壊形式を判断してチェックシートにチェックを入れることが重要であるという注意を受けた。

修道院部分には、せん断ひび割れ（写真11）、外壁の面外方向変形に伴う床のひび割れ（写真12）、バルコニーのひび割れ（写真13, 14）、部屋の天井ヴォールトのひび割れ（写真15）、アーチのずれ（写真16）、飾り柱、マリア像の落下（写真17）、回廊ヴォールト部分のひび割れ（写真18）が見られた。

教会堂部分には、回廊ヴォールトの拘束による水平ひび割れ（写真19）、ヴォールト天井のひび割れ（写真20）、アーチに沿うひび割れ（写真21）、ファサードのひび割れ（写真22）が見られた。

修道院、教会堂を使用するためには補修・補強工事が必要なものの、被災度の程度としては軽い方であるとの判定であった。



写真7 道路の亀裂と落石の状況



写真8 S. Angelo 修道院・教会堂全景



写真9 S. Angelo 修道院全景

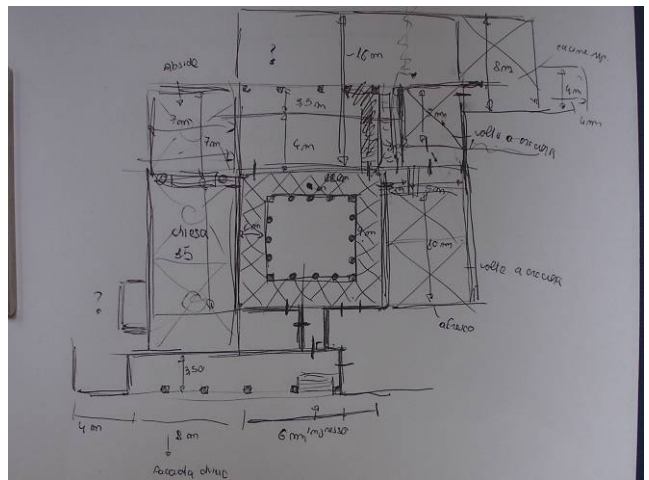


写真10 S. Angelo 修道院・教会堂平面図



写真11 壁のせん断ひび割れ



写真12 外壁の面外変形に伴う床のひび割れ



写真13 外壁のせん断ひび割れ



写真14 バルコニーのひび割れ



写真15 外壁のせん断ひび割れ



写真16 バルコニーのひび割れ



写真17 飾り柱, マリア像の落下



写真18 回廊ヴォールトのひび割れ



写真 19 柱・壁の水平ひび割れ



写真 20 ヴォールト天井のひび割れ



写真 21 アーチに沿うひび割れ



写真 22 ファサードのひび割れ

#### (d) Coppito の被害状況調査

災害対策本部よりラクイラ中心部に1kmほど向かった小高い丘にあるCoppitoの住宅街での被害状況を調査した。後述する強震計(FA030)が設置されている丘の頂上付近では分譲住宅が建設されており、強震計(FA030)すぐ隣のレストラン(写真23)およびその近隣の建設中分譲住宅(写真24)などには被害が見られなかった。



写真 23 Coppito の丘の頂上付近にあるレストラン



写真 24 Coppito の丘の頂上付近の建設中分譲住宅

一方、丘を少し下り Coppito の集落でもやや古い建物が多い地域では、局所的ではあるが街区をテープで封鎖している所 (写真 25)、また、構造的被害は無被害または軽微であるが屋根瓦の落下による事故防止のため歩道を封鎖している所 (写真 26) があつた。局所的に街区を封鎖している所には、自然石を組積体とし、土を目地に用いて組積した無補強組積造建築が建っており (写真 27, 写真 28)、この種の建物はほぼ全てに被害が生じていた。



写真 25 街区の局所的な封鎖の例 (Coppito)



写真 26 歩道部分を封鎖している例



写真 27 自然石の石積み住宅



写真 28 自然石の組積壁が一部崩落したため、煙突を屋根から人為的に降ろした模様

#### (e) 強震計 (FA030, GX066) 設置地点の調査

Coppito 周辺に本震を記録した強震計が設置されており (National Accelerometric Network (RAN), Italy のデータベースによる)、強震計の設置状況がどのようになっているかを調査した。強震計 FA030 は東西に最大 473.5gal, 南北に 504.9gal, 上下に 267.8gal を記録した強震計で、Coppito の災害対策本部敷地より 500m ほど南東の小高い丘 (高さ約 60m) の頂上に小屋があり (写真 29)、その地下に強震計が設置されているようである。別の強震計 GX066 は東西に最大 662.6gal, 南北に 550.2gal, 上下に 507.7gal を記録した強震計で、Coppito の災害対策本部敷地より西に 1km 弱ほどの畑の畦道と小川の間設置されていた (写真 30)。近所の住民によると断層直交方向に 7 箇所の強震計が直線状に設置されており、FA030 はその 7 番目 (S07)、GX066 はその 4 番目 (S04) とのことで、S04 の近くにある S05 の強震計についても設置状況を調査した。強震計 S05 は GX066

と100m 足らずしか離れていないが、広大な畑の中にある工場脇に設置されていた(写真31)。強震計 FA030, GX066, S05 の位置関係を図3に示す。



写真29 強震計 FA030 の設置状況



写真30 強震計 GX066 の設置状況



写真31 強震計 S05 の設置状況

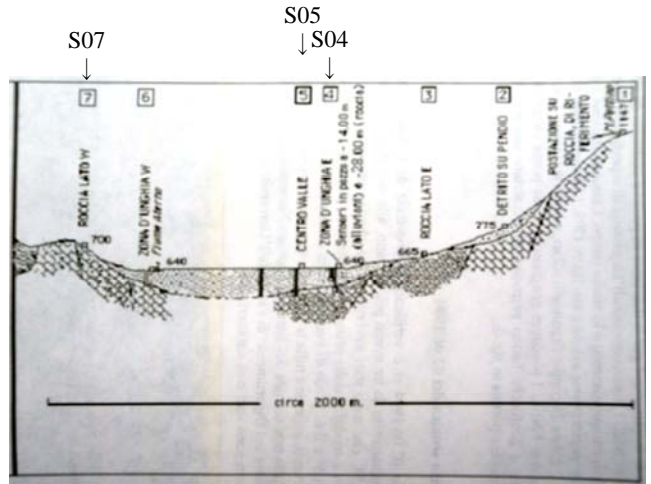


写真32 近所の住民が所有していた地震計設置位置の断面図



図3 本震を記録したCoppito周辺の強震計位置

(f) ラクイラ市街地立ち入り禁止区域の特定

パドヴァ大学との情報交換により、ラクイラ市街地中心部およびオンナは、消防士・防災庁担当者が同行のうへ、消防のバスでのみ立ち入りが許可されていることが分かった。そこで、ラクイラ市街地中心部のどの範囲までが立ち入り制限区域に指定されているかを実際に確認した。ラクイラ市街地中心部に立ち入ることの出来る全ての道路で軍による規制が徹底されており、2009年4月18日時点でのラクイラ市街地中心部の封鎖地域は図4の赤色網掛け部分であった。周辺道路から封鎖地域内部の詳細な被害状況を伺うことはできなかったが、周辺道路に建つ比較的新しいRC造集合住宅などは車窓から一見して被害があるようには見られなかった(写真33, 写真34)。南西の小高い丘から見たラクイラ市街地中心部(封鎖地域)の様子を写真35に示す。



写真33 封鎖地域周辺道路沿いのRC造集合住宅



写真34 封鎖地域周辺道路沿いのRC造集合住宅



図4 ラクイラ市街地中心部の封鎖地域 (赤い網掛け部分)



写真35 南西の小高い丘から見たラクイラ市街地中心部 (封鎖地域) の様子



## 5. 調査2日目午前(2009年4月19日)

### (1) 調査目的と調査結果概要

第二日目は、ラクイラ(L'Aquila)の立ち入り規制されている中心街区に、本調査期間において始めて立ち入ることができた。教会ドームの崩壊した広場に消防バスによって到着し、広場とその周囲の被害概要を観察し、ドーム広場を拠点として旧市街地の被災状況を歩行調査した。調査時間はAM10:50~AM11:40の約50分間であり、個々の建物に近づくことはレンガや石等の落下物により危険として禁じられ、道路の中央を歩行するように消防士より強く指示された。消防士2名とともに通りを歩き、建物一棟当たり5分程度の調査であった。従って、旧市街地被害の状況と建物の特徴を概略的に把握することを目的とした。

ドーム広場は東西に120m、南北に50m程度の長方形であり、広場の南側中央にドーム教会が建ち、緩やかに南西方向へ下り勾配がある。地下が駐車場として利用されているという広場の石畳には、割れや浮きの箇所が目立つ。組積造の教会や商業施設、政府建物が多く立ち並ぶ地区に、RC造の商業施設等が一部混在するラクイラの中心街区であり、3~4階建ての建物が多い。被害の多くは組積造の外壁のせん断ひび割れや崩壊、仕上げ材の剥落である。

また、ドーム広場から南西500mの位置に部分崩壊して犠牲者を出した5階建ての学生寮がある。広場から消防バスによって移動し、10分程度の調査を行った。崩壊したRC建物の断面構成や配筋等を確認することを目的とした。崩壊した学生寮は増築されているが、増築側のRC部材には殆ど被害は見られず、連結梁の梁配筋が露出していた。

写真は、ラクイラ市街地にドーム広場と学生寮の位置を示したものである。北東のラクイラ城から南西および南東方向に下り傾斜している街である。

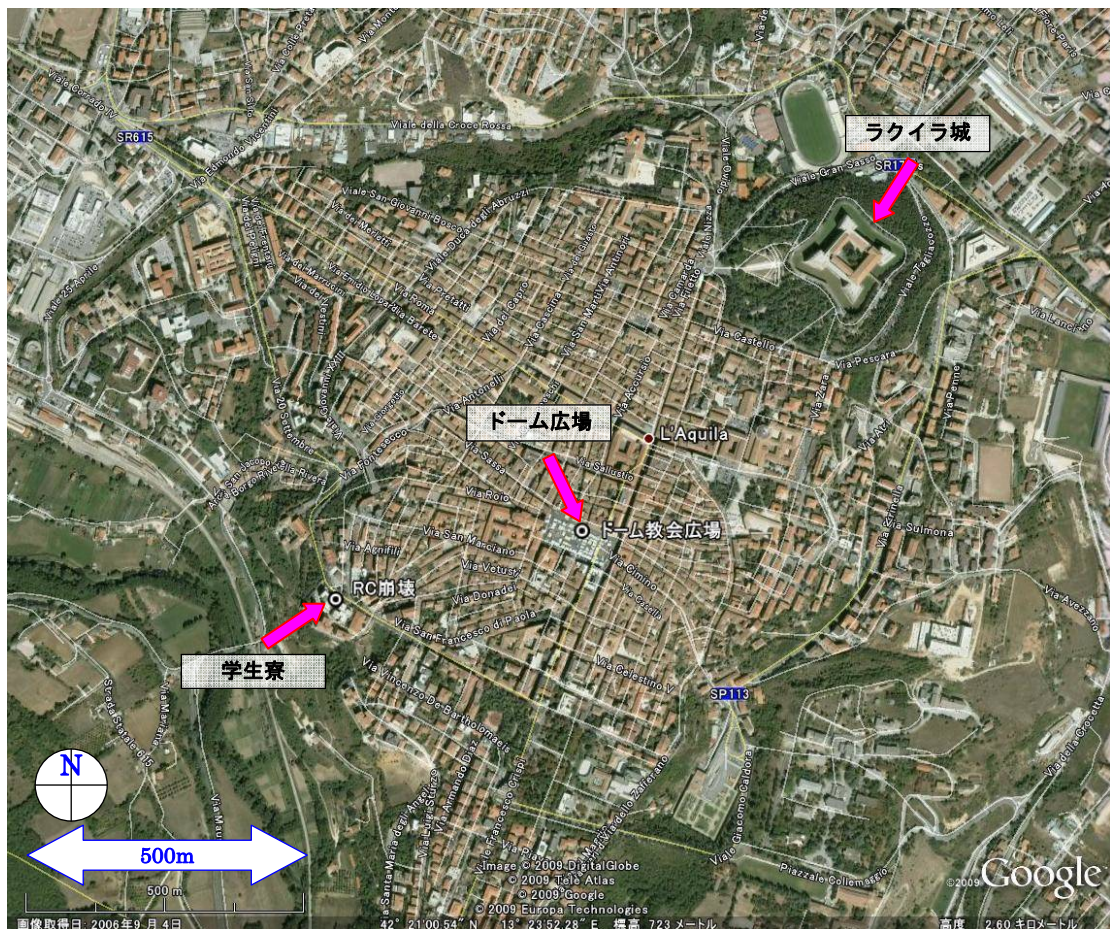


写真1 ラクイラの旧市街地と調査地(Google)

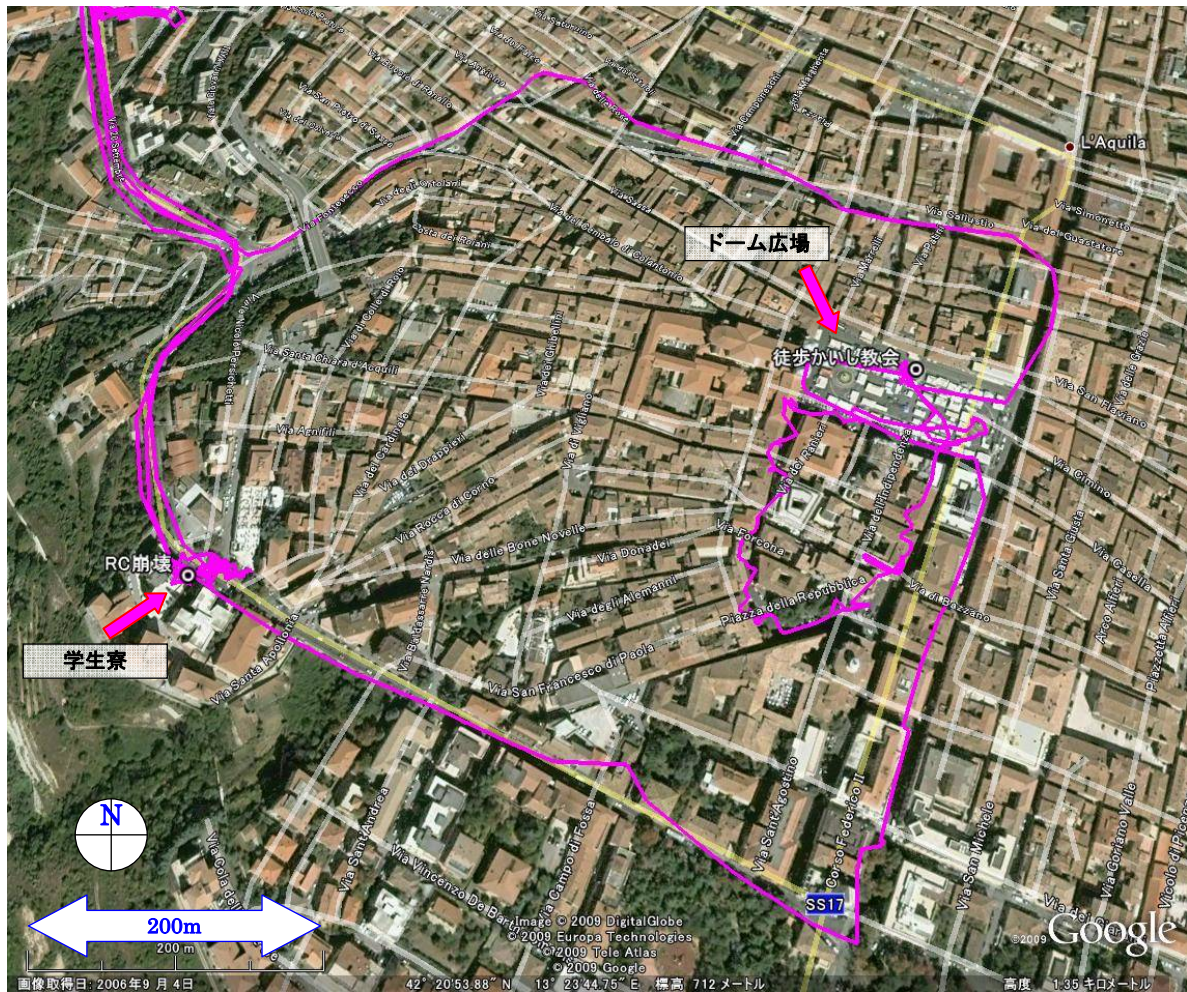


写真2 ドーム広場と学生寮の調査経路(Google)

(2) 調査活動記録

(a) 旧市街地のドーム広場

同行した消防士によると、広場の地下には駐車場があるとのことであり、閉鎖された入口を確認した。広場の石畳には浮きや割れが見られたが、広場東側の銅像が動いた形跡はなかった。広場に面する建物では、教会ドームの崩壊が見られたが、その他の建物については仕上げ材の剥落程度であり、建物に近づかなければ被害の確認はできない。

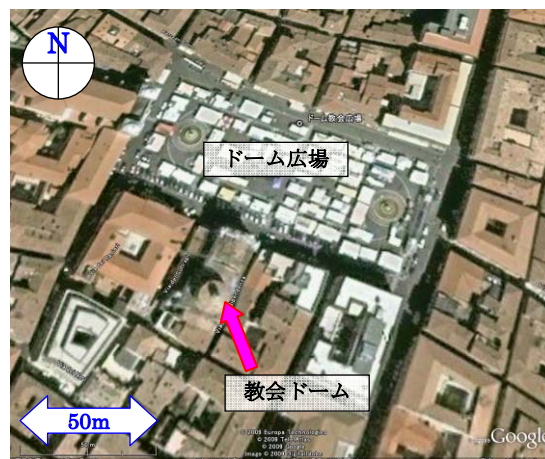


写真3 ドーム広場と周辺建物(Google)



写真4 広場中央から東方向を撮影



写真5 閉鎖されたドーム広場地下駐車場入口



写真6 浮きや割れの生じた石畳



写真7 東側銅像の東から西方向を撮影



写真8 ドームが崩壊した教会



写真9 崩壊したドーム



写真10 教会頂部から落下しバウンド



写真11 ダボ筋と石膏のような材料による結合

(b) ドーム教会街区の広場南西角からの調査

広場周囲の建物は、組積造と RC 造が混在し、壁にはレンガや石膏のような白色の天然石、仕上げ材が用いられている。レンガや天然石間の充填には、石膏のようなモルタルが使用され、触ると粉末状に崩れるものもあり、強度は極めて低いと思われる。調査ルートはドーム教会前の Piazza del Duomo 通りから Via dell'Arcivescovado 通りへ入り、Piazza della Repubblica から Via dell'Indipendenza を通ってドーム広場へ戻った。

被害としては、主に組積壁のせん断破壊や表面仕上げの剥落が生じており、上部の組積壁が面外方向へ崩壊している建物も散見された。



地図 12 ドーム教会の調査街区と調査経路(Google)

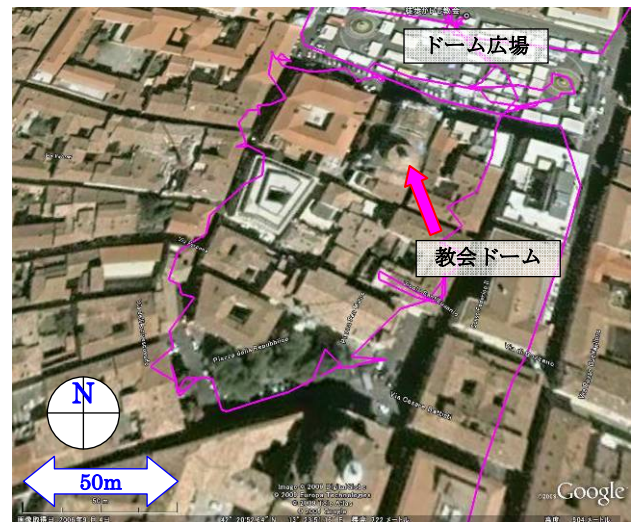


写真 13 組積造と RC 造が混在する地区(Google)



写真 14 広場の南西角



写真 15 南西角 Via dell'Arcivescovado 通り入口



写真 16 広場の南西角の RC 造建物



写真 17 天然石の組積壁の破壊と仕上の剥落



写真 18 RC造3階建て



写真 19 仕上モルタルが剥離しRC柱が露出



写真 20 Via dell'Arcivescovado 通り



写真 21 Via San Marciano 通り



写真 22 Via Vetusti 通り



写真 23 Via Donadei 通りの仕上剥落



写真 24 Piazza della Repubblica の広場



写真 25 組積造3階部分の外壁が崩落



写真26 組積造3階の崩落した壁の残骸



写真27 PLAZZO DEL GOVERNO 崩壊前(Google)



写真28 組積造 PLAZZO DEL GOVERNO の崩壊



写真29 組積造の2階部分が崩壊



写真30 落下した外壁により車が下敷



写真31 崩壊した組積材と仕上の残骸



写真32 Via dell'Indipendenza の建物の中庭

(c) 学生寮の崩壊

Via 20 Settembre 通りに面した5階建ての古い学生寮が崩壊し、8人の犠牲者が出た。通りの裏側に増築され、階段によって3棟が連結されている。増築された建物からは連結梁の主筋が露出し、崩壊した残骸から梁主筋はφ10、あばら筋はφ6@250、スラブ筋はφ4mmであった。鉄筋のかぶりは殆ど無く、壊れていない部材のコンクリート表面からあばら筋ピッチを確認することができ、主筋が露出しているものや、腐食が進行しているものも見られた。



写真 33 学生寮の配置(Google)



写真 34 学生寮の崩壊



写真 35 増築部分の梁鉄筋が露出



写真 36 2階梁とスラブ



写真 37 4階連結梁主筋の露出と非連結の床



写真 38 穴あきレンガと RC から成るスラブ



写真 39 寮崩壊付近の RC 部材の残骸

## 6. 調査2日目午後(2009年4月19日)

### (1) 調査目的と調査結果概要

1日目に収集した情報を踏まえ、L'Aquila市中心街において全壊の建物が見られ、被害が比較的顕著であったVia 20 September(20 September通り)の建物群を対象に被害調査を行うことにより、建物の主な構造形式と破壊状況の特徴、被害率等を把握することとした。なお、当該地域は、立ち入り禁止区域内となっており、消防士および防災庁職員の同行が必要でありスケジュール調整の都合上、短時間であったため調査数は7棟に留まり被害率を把握するまでには至らなかった。

対象建物の構造形式は、RCフレーム+煉瓦壁:6棟、組積造:1棟であり、どちらも構造躯体は仕上げ材である化粧モルタルあるいはパネルに覆われている。建物の主な用途は住宅であるが、1階部分が店舗やガレージとなっているものも見受けられる。用いられている煉瓦については、小型の一般的な煉瓦と空洞煉瓦(写真2)が見られる。また、空洞煉瓦壁は、写真17に見られるように壁を2重に設置しており隙間が設けられている。

建物の損傷状況は、どの建物も主に煉瓦壁の損傷が目立つ。全壊した建物が1棟あるが(写真1)、倒壊した建物の残骸において見られる主筋はほとんど丸鋼に近いものであった(写真3)。それ以外の建物に見られる損傷については、仕上げ材の剥落(写真6、19)、壁のせん断ひび割れおよびせん断破壊(写真16、21)が確認された。躯体部の損傷は、建物に近づけないため細かく観察できなかったが、柱上端部(打ち継ぎ面)での損傷や接合部破壊が確認された(写真11、13)。また、壁が面外方向に崩れてしまっている建物も3棟ほど見られる(写真10、12、15)。6階建の建物においては中間層の被害が目立つものもあり、これは上層の柱断面を小さくしていること、上層になるほど加速度が大きくなり面外方向に壁が崩れやすいことなどに起因すると考えられる(写真12、15)。



図1 調査対象区域



(2) 調査活動記録

(a) 建物①： RC フレーム+煉瓦壁、5階建て



写真1 建物①：倒壊して瓦礫となっている



写真2 建物①：空洞煉瓦



写真3 建物①  
：主筋と思われる鉄筋はほとんど丸鋼に近い



写真4 シュミットハンマー調査  
：建物基礎部分にて

(b) 建物②： RC フレーム+煉瓦壁、5階建て



写真5 建物②：全景



写真6 建物②：仕上げ材の剥落



写真7 建物②：短柱のせん断破壊

(c) 建物③： RC フレーム+煉瓦壁、3階建て



写真8 建物③：全景



写真9 建物③：長辺方向の損傷状況



写真10 建物③：2階の短辺方向の壁が面外方向に傾斜



写真11 建物③：接合部の破壊状況

(d) 建物④： RC フレーム+煉瓦壁、6階建て、



写真 12 建物④：3階の空洞煉瓦壁が完全に崩れて落下している。柱断面が2階、4階でしぼられている。



写真 13 建物④：3階と4階の柱で断面変更。接合部の鉄筋がはらみ出している。

(e) 建物⑤： RC フレーム+煉瓦壁、6階建て、築40～50年



写真 14 建物⑤：全景



写真 15 建物⑤：3階、4階での被害が目立つ



写真 16 建物⑤：空洞煉瓦壁の損傷



写真 17 建物⑤：空洞煉瓦壁を2重にして設置

(f) 建物⑥： 組積造（レンガ+石）、3階建て、



写真 18 建物⑥：壁の被害



写真 19 建物⑥：柱は煉瓦、壁は石積で約 50cm ごとにレベルをとるためのレンガを挿んでいる

(g) 建物⑦： RC フレーム+煉瓦壁、4階建て、



写真 20 建物⑦：全景

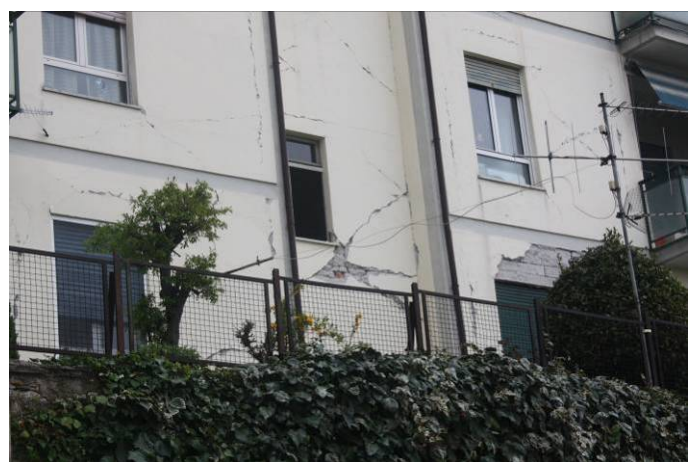


写真 21 建物⑦：壁の被害

## 7. 調査3日目午前(2009年4月20日)

### (1) 調査目的と調査結果概要

調査3日目の午前は、北東イタリアのトレント(Toronto)の建築家グループと合流し、RC分譲住宅被害建物の被災度判定を実施するとともにイタリアにおける第一次被害調査基準の調査を行った。

### (2) 調査活動記録

#### (a) 分譲住宅被害建物の被災度判定

調査地域は、写真1に示したようにラクイラ(L'Aquila)市の中心から北西方向のVia Amitemnumの北側に入った街区(宅地造成地に1980年~83年に建設されたRC建物)で、調査対象としたRC建物数は5棟である(写真2)。

被災地は原則として立ち入り禁止となっているが、我々が街区に入った際は写真3に示すように住民も大勢いて非常に混乱していた。イタリアでは、調査シート(SCHEDA DI 1° LIVELLO DI RILEVAMENTO DANNO, PRONTO INTERVENTO E AGIBILITÀ PER EDIFICI ORDINARI NELL'EMERGENZA POST-SISMICA, 写真4, 図1~図4)に従って被災度判定を実施しており、その際に住民への聞き取り調査が必要となると後で聞いたが(写真5), 余震も続いている中、住民を中にいれるのは非常に危険だという印象を受けた。



写真1 分譲住宅の被災度判定を実施した場所



写真2 調査対象とした5棟



写真3 混乱した様子

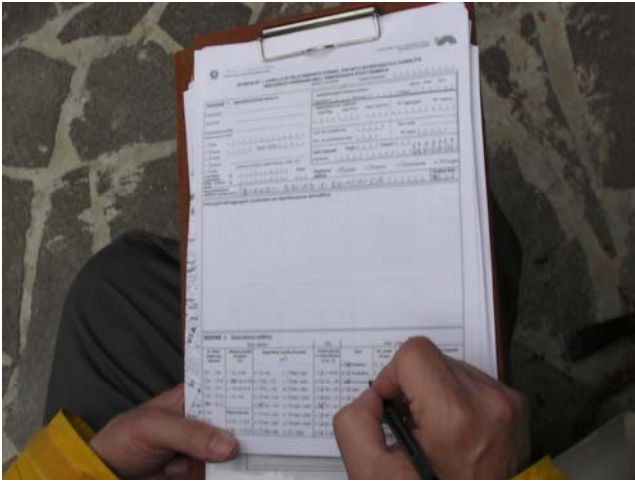


写真4 被災度判定シート記入



写真5 住民への聞き取り調査

調査した RC 建物は 1980 年から 1983 年に建設された桁行方向 3 スパン (4.0m, 3.5m, 3.5m, 4.0m の 15.0m), 梁間方向 2 スパン (4.8m, 4.8m の 9.6m), 地上 3 階, 地下 1 階で, 平均的な階高は約 3.3m, 床面積は 130~170m<sup>2</sup>, 屋根は切妻の瓦葺き, 柱梁は RC 造, 壁は間に断熱材を挿入した空洞煉瓦ブロック構造である (写真 6, 7). 破壊の特徴としては,

- (1) 柱頂部で打ち継ぐ施工方法が取られており (写真 8, 9), 柱梁の曲げやせん断耐力が発揮される前に柱梁接合部の鉄筋定着不足などによりパネルゾーンが破壊し 1 階が層崩壊している (写真 10, 11).
- (2) コンクリートが振動打ちされていないことによりジャンカがみられる (写真 12).
- (3) かぶり厚さが不足し, 鉄筋が腐食している (写真 13).
- (4) 柱梁に拘束されていないことにより, 煉瓦ブロック壁が面外方向に崩落している (写真 14, 15).
- (5) 煉瓦ブロック壁の面内破壊 (せん断) がみられる (写真 16).
- (6) 斜面の崩落がみられる (写真 17).
- (7) Via Amiternum の南側の RC 建物には, 顕著な損傷はみられなかった (写真 18, 19).



写真6 平均的な RC 建物



写真7 壁の構造



写真8 柱頭の破壊状況



写真9 柱梁接合部の破壊状況



写真10 1階層崩壊の様子1



写真11 1階層崩壊の様子2



写真12 ジャンカの様子



写真13 かぶり・鉄筋腐食の様子



写真14 煉瓦ブロック壁の面外崩壊



写真15 煉瓦ブロック (12.5cm×25cm)



写真16 開口部間のせん断ひび割れ



写真17 斜面崩壊の様子



写真18 南側街区の様子1



写真19 南側街区の様子2

調査シート (SCHEDA DI 1° LIVELLO DI RILEVAMENTO DANNO, PRONTO INTERVENTO E AGIBILITÀ PER EDIFICI ORDINARI NELL'EMERGENZA POST-SISMICA, 写真4, 図1~図4) の記入例を以下に示す。判定員は, 「Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES), Dipartimento della Protezione Civile」の講習を受講してから被災度判定にあっている。○はひとつだけチェックでき, □は2つ以上選択することも可能である。屋根, 壁の種類などは, マニュアルに従ってその構造を選択するようになっている。





Presidenza del Consiglio dei Ministri  
DIPARTIMENTO DEI SERVIZI  
TECNICI NAZIONALI



Presidenza del Consiglio dei Ministri  
DIPARTIMENTO NAZIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

Consiglio Nazionale delle Ricerche  
GRUPPO NAZIONALE PER LA  
DIFESA DAI TERREMOTI



**SCHEDA DI 1° LIVELLO DI RILEVAMENTO DANNO, PRONTO INTERVENTO E AGIBILITÀ  
PER EDIFICI ORDINARI NELL'EMERGENZA POST-SISMICA**  
(AeDES 05/2000) Codice Richiesta \_\_\_\_\_

<b>SEZIONE 1 Identificazione edificio</b>  Provincia: _____  Comune: _____  Frazione/Località: _____ (denominazione Istat)  <b>Indirizzo</b> 1 <input type="radio"/> via _____ 2 <input type="radio"/> corso _____ 3 <input type="radio"/> vicolo _____ 4 <input type="radio"/> piazza _____ 5 <input type="radio"/> altro _____ (Indicare: contrada, località, traversa, salita, etc.)		IDENTIFICATIVO SOPRALLUOGO <span style="float: right;">giorno mese anno</span> Squadra _____ Scheda n. _____ Data _____	
		IDENTIFICATIVO EDIFICIO Istat Reg. _____ Istat Prov. _____ Istat Comune _____ N° aggregato _____ N° edificio _____	
Cod. di Località Istat _____ Tipo cart: _____ Sez. di censimento Istat _____ N° cart: _____		Dati Catastali Foglio _____ Allegato _____ Particelle _____	
Posizione edificio 1 <input type="radio"/> Isolato 2 <input type="radio"/> Interno 3 <input type="radio"/> D'estremità 4 <input type="radio"/> D'angolo			
Denominazione edificio o proprietario _____		Codice Uso <b>S</b> _____	

住所などの情報

建物の場所 (独立, 内部, 端, 角地)

**Fotocopia dell'aggregato strutturale con identificazione dell'edificio**

平面図, 住宅地図などの情報を添付

地下階を含む建物の階数

平均階高  
地下階数

平均床面積

建設年  
最大2ヶ所  
建設・改築

使用目的  
住居, 工場, 店舗,  
事務所, 倉庫など

使用戸数

入居率  
公共・私用

住民数

SEZIONE 2 Descrizione edificio			Età		Uso - esp. sizione																													
Dati metrici																																		
N° Piani totali con interrati	Altezza media di piano [m]	Superficie media di piano [m <sup>2</sup> ]	Costruzione e ristrutturaz. [max 2]	Uso	N° unità d'uso	Utilizzazione	Occupanti																											
<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 11 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 12 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> >12 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> ≤ 2.50 <input type="radio"/> 2.50÷3.50 <input type="radio"/> 3.50÷5.0 <input type="radio"/> > 5.0  Piani interrati A <input type="radio"/> 0 C <input type="radio"/> 2 B <input type="radio"/> 1 D <input type="radio"/> ≥3	A <input type="radio"/> ≤ 50 I <input type="radio"/> 400 +500 B <input type="radio"/> 50 + 70 L <input type="radio"/> 500 +650 C <input type="radio"/> 70 + 100 M <input type="radio"/> 650 +900 D <input type="radio"/> 100 + 130 N <input type="radio"/> 900 +1200 E <input type="radio"/> 130 + 170 O <input type="radio"/> 1200 +1600 F <input type="radio"/> 170 + 230 P <input type="radio"/> 1600 +2200 G <input type="radio"/> 230 + 300 Q <input type="radio"/> 2200 +3000 H <input type="radio"/> 300+ 400 R <input type="radio"/> > 3000	<input type="checkbox"/> ≤ 1919 <input type="checkbox"/> 19 + 45 <input type="checkbox"/> 46 + 61 <input type="checkbox"/> 62 + 71 <input type="checkbox"/> 72 + 81 <input type="checkbox"/> 82 + 91 <input type="checkbox"/> 92 + 01 <input type="checkbox"/> ≥ 2002	A <input type="checkbox"/> Abitativo B <input type="checkbox"/> Produttivo C <input type="checkbox"/> Commercio D <input type="checkbox"/> Uffici E <input type="checkbox"/> Serv. Pub. F <input type="checkbox"/> Deposito G <input type="checkbox"/> Strategico H <input type="checkbox"/> Turis-ricet.	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	A <input type="radio"/> > 65% B <input type="radio"/> 30+65% C <input type="radio"/> < 30% D <input type="radio"/> Non utilizz. E <input type="radio"/> In costruz. F <input type="radio"/> Non finito G <input type="radio"/> Abbandon.	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>100</th> <th>10</th> <th>1</th> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	100	10	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100	10	1																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
					Proprietà A <input type="radio"/> Pubblica B <input type="radio"/> Privata																													

Istat Provincia  Istat Comune  Rilevatore  N° scheda  Data

その他の構造  
RC ラーメン構造,  
RC 壁, S ラーメン  
構造, 整形性

**SEZIONE 3 Tipologia** (multiscelta; per gli edifici in muratura indicare al massimo 2 tipi di combinazioni strutture verticali...)

	Non identificate	Strutture in muratura				Piastrati isolati	Mista	Rinforzata	Altre strutture			
		A tessitura irregolare e di cattiva qualità (Pietrame non squadrato, ciottoli,...)		A tessitura regolare e di buona qualità (Blocchi; mattoni; pietra squadrata,...)					Telai in c.a.	REGOLARITA'		
		Senza catene o cordoli	Con catene o cordoli	Senza catene o cordoli	Con catene o cordoli				Pareti in c. a.	Non regolare	Regolare	
	A	B	C	D	E	F	G	H		A	B	
1 Non identificate	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Telai in acciaio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Volte senza catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
3 Volte con catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4 Travi con soletta deformabile (travi in legno con semplice tavolato, travi e voltine,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5 Travi con soletta semirigida (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
6 Travi con soletta rigida (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a.,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

	REGOLARITA'	Non regolare	Regolare
		A	B
1 Forma pianta ed elevazione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Disposizione tamponature	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Copertura	
1	<input type="radio"/> Spingente pesante
2	<input type="radio"/> Non spingente pesante
3	<input type="radio"/> Spingente leggera
4	<input type="radio"/> Non spingente leggera

**SEZIONE 4 Danni ad ELEMENTI STRUTTURALI e provvedimenti di pronto intervento (P.I.) eseguiti**

Componente strutturale - Danno preesistente	DANNO (1) 部材損傷度									既にされた工事に起因する場合							
	D4-D5 Gravissimi 高			D2-D3 Medio grave 中			D1 Leggero 低			Nullo	Nessuno	Demolizioni	Cerchiature e/o tiranti	Riparazione	Puntelli	Trasenne e protezione passaggi	
	> 2/3	1/3 - 2/3	1/3 < v	> 2/3	1/3 - 2/3	1/3 < v	> 2/3	1/3 - 2/3	1/3 < v								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	A	B	C	D	E	F	
1 Strutture verticali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Solai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Scale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Tamponature-trasenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Danno preesistente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(1) - Di ogni livello di danno indicare l'estensione solo se esso è presente. Se l'oggetto indicato nella riga non è danneggiato campire Nullo.

**SEZIONE 5 Danni ad ELEMENTI NON STRUTTURALI e provvedimenti di pronto intervento eseguiti**

Tipo di danno	PRESENZA DANNO	PROVVEDIMENTI DI P.I. ESEGUITI					
		Nessuno	Rimozione	Puntelli	Riparazione	Divieto di accesso	Trasenne e protezione passaggi
	A	B	C	D	E	F	G
1 Distacco intonaci, rivestimenti, controsoffitti...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Caduta tegole, comignoli...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Caduta cornicioni, parapetti...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Caduta altri oggetti interni o esterni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Danno alla rete idrica, fognaria o termoidraulica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Danno alla rete elettrica o del gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SEZIONE 6 Pericolo ESTERNO indotto da altre costruzioni e provvedimenti di p.i. eseguiti**

Causa potenziale	PERICOLO SU			PROVVEDIM. DI P.I. ESEGUITI	
	Edificio	Via d'accesso	Vie interne	Divieto di accesso	Trasenne e protez. passaggi
	A	B	C	D	E
1 Crolli o cadute da altre costruzioni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Rottura di reti di distribuzione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SEZIONE 7 Terreno e fondazioni**

MORFOLOGIA DEL SITO				DISSESTI (in atto o temibili): π Versanti incombenti π Terreno di fondazione			
1	2	3	4	A	B	C	D
<input type="radio"/> Cresta	<input type="radio"/> Pendio forte	<input type="radio"/> Pendio leggero	<input type="radio"/> Pianura	<input type="radio"/> Assenti	<input type="radio"/> Generati dal sisma	<input type="radio"/> Acuiti dal sisma	<input type="radio"/> Preesistenti



## NOTE ESPLICATIVE SULLA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA AeDES 05/2000

La scheda va compilata per un **intero edificio** intendendo per edificio una unità strutturale "cielo terra", individuabile per caratteristiche tipologiche e quindi distinguibile dagli edifici adiacenti per tali caratteristiche e anche per differenza di altezza e/o età di costruzione e/o piani sfalsati, etc.

La scheda è divisa in **9 sezioni**. Le informazioni sono generalmente definite annerendo le caselle corrispondenti; in alcune sezioni la presenza di caselle quadrate (  ) indicano la possibilità di **multiscelta**: in questi casi si possono fornire più indicazioni; le caselle tonde (  ) indicano la possibilità di una singola scelta. Dove sono presenti le caselle  si deve scrivere in stampatello appoggiando il testo a sinistra ed i numeri a destra.

**Sezione 1 - Identificazione edificio.**

Indicare i dati di localizzazione: Provincia, Comune e Frazione.

**IDENTIFICATIVO SCHEDA:** Il rilevatore riporta il proprio numero assegnato dal coordinamento centrale, un numero progressivo di scheda e la data del sopralluogo.

**IDENTIFICATIVO EDIFICIO**

L'organizzazione del rilevamento prevede un Coordinamento Tecnico e la collaborazione dell'ufficio tecnico comunale. Questo ha tra l'altro il compito di assistenza per l'espletamento del lavoro dei rilevatori e per l'individuazione degli edifici. L'edificio in generale non è pre-individuato ed è quindi compito del rilevatore il suo riconoscimento e la sua identificazione sulla cartografia riportata nello spazio della prima facciata. Il codice identificativo dell'edificio, costituito dall'insieme dei dati della prima riga nello spazio in grigio, viene poi assegnato, in modo univoco, presso il coordinamento comunale dove i rilevatori, dopo la visita comunicano l'esito del sopralluogo. La numerazione degli aggregati e degli edifici deve essere tenuta aggiornata in una cartografia generale presso il coordinamento comunale in modo che i rilevatori possano riferire le visite di sopralluogo, che sono richieste in genere su unità immobiliari, all'edificio che effettivamente le contiene. Per l'identificativo, il n° di carta, i dati Istat e i dati catastali è necessario quindi avvalersi della collaborazione del coordinamento comunale. **Posizione edificio:** se l'edificio non è isolato su tutti i lati, va indicata la sua posizione all'interno dell'aggregato (Interno, d'estremità, angolo). **Denominazione edificio o proprietario:** indicare la denominazione se edificio pubblico o il nome del condominio o di uno dei proprietari se privato (es. : Condominio Verde, Rossi Mario).

**Sezione 2 - Descrizione edificio**

**N° piani totali con interrati:** indicare il numero di piani complessivi dell'edificio dallo spiccato di fondazioni incluso quello di sottotetto solo se praticabile. Computare interrati i piani mediamente interrati per più di metà della loro altezza. **Altezza media di piano:** indicare l'altezza che meglio approssima la media delle altezze di piano presenti. **Superficie media di piano:** va indicato l'intervallo che comprende la media delle superfici di tutti i piani. **Età (2 opzioni):** è possibile fornire 2 indicazioni: la prima è sempre l'età di costruzione, la seconda è l'eventuale anno in cui si sono effettuati eventuali interventi *sulle strutture*. **Uso (multiscelta):** indicare i tipi di uso compresenti nell'edificio. **Utilizzazione:** l'indicazione abbandonato si riferisce al caso di *non utilizzato in cattive condizioni*.

**Sezione 3 - Tipologia ( massimo 2 opzioni)**

Per gli edifici in muratura si possono segnalare le due combinazioni: strutture orizzontali e verticali prevalenti o più vulnerabili; ad esempio: volte senza catene e muratura in pietrame al 1° livello (2B) e solai rigidi (in c.a.) e muratura in pietrame al 2° livello (6B). La muratura è distinta in due tipi in ragione della qualità (materiali, legante, realizzazione) e per ognuno è possibile segnalare anche la presenza di cordoli o catene se sono sufficientemente diffusi; è anche da rilevare l'eventuale presenza di pilastri isolati, siano essi in c.a., muratura, acciaio o legno e/o la presenza di situazioni miste di muratura e strutture intelaiate. Gli edifici si considerano con strutture intelaiate di c.a. o d'acciaio, se l'intera struttura portante è in c.a. o in acciaio. Situazioni miste (muratura-telai) o rinforzi vanno indicate, con modalità multiscelta, nelle colonne G ed H della parte "muratura".

G1 : c.a. (o altre strutture intelaiate) su muratura

G2 : muratura su c.a. (o altre strutture intelaiate)

G3 : Muratura mista a c.a. (o altre strutture intelaiate) in parallelo sugli stessi piani

H1: Muratura rinforzata con iniezioni o intonaci non armati

H2: Muratura armata o con intonaci armati

H3: Muratura con altri o non identificati rinforzi

Per le strutture intelaiate le tamponature sono irregolari quando presentano dissimmetrie in pianta e/o in elevazione o sono in pratica completamente assenti in un piano in almeno una direzione.

**Sezione 4 - Danni ad ELEMENTI STRUTTURALI PRINCIPALI ...**

I danni da riportare nella sezione 4 sono quelli 'apparenti', cioè quelli riscontrabili a vista. Nella tabella ogni riga è riferita ad un tipo di componente l'organismo strutturale, mentre le colonne sono differenziate in modo da consentire di rilevare i livelli di danno presenti sulla componente e le relative estensioni in percentuale rispetto alla sua totalità nell'edificio.

La definizione del livello di danno riscontrato è di particolare rilevanza, essa è basata sulla scala macrosismica europea EMS98, integrata con le definizioni puntuali utilizzate nelle schede di rilievo GNDT. In particolare si farà riferimento alla sommaria descrizione riportata di seguito, maggiori dettagli sono riportati nel manuale:

**D1 danno leggero** è un danno che non cambia in modo significativo la resistenza della struttura e non pregiudica la sicurezza degli occupanti a causa di cadute di elementi non strutturali; il danno è leggero anche se queste ultime possono rapidamente essere scongiurate.

**D2-D3 danno medio – grave:** è un danno che potrebbe anche cambiare in modo significativo la resistenza della struttura senza che venga avvicinato palesemente il limite del crollo parziale di elementi strutturali principali.

**D4-D5 danno gravissimo:** è un danno che modifica in modo evidente la resistenza della struttura portandola vicino al limite del crollo parziale o totale di elementi strutturali principali. Stato descritto da danni superiori ai precedenti, incluso il collasso.

**Provvedimenti di pronto intervento eseguiti:** sono quelli che con tempi e mezzi limitati conseguono una eliminazione o riduzione accettabile del rischio; vanno indicati quelli già messi in atto.

**Sezione 5 - Danni ad ELEMENTI NON STRUTTURALI...**

Per gli elementi non strutturali va indicata la presenza del danno e gli eventuali provvedimenti già in atto, con modalità multiscelta.

**Sezione 6 - Pericolo ESTERNO ed interventi di (p.i.) eseguiti**

Indicare i pericoli indotti da costruzioni adiacenti e/o dal contesto e gli eventuali provvedimenti presi, con modalità multiscelta.

**Sezione 7 - Terreno e fondazioni**

Va individuata la morfologia del sito ed eventuali dissesti sul terreno e/o sulla fondazione, in atto o temibili.

**Sezione 8 - Giudizio di AGIBILITÀ**

Il rilevatore stabilisce le condizioni di rischio dell'edificio (tabella *valutazione del rischio*) sulla base delle informazioni raccolte, dell'ispezione visiva e delle proprie valutazioni, relativamente alle condizioni strutturali (Sezione 3 e 4 - Tipologia e danno), alle condizioni degli elementi non strutturali (Sezione 5), al pericolo derivante dalle altre costruzioni (Sezione 6) e alla situazione geotecnica (Sezione 7); . L'esito **B** va indicato quando la riduzione del rischio si può conseguire con il *pronto intervento (opere di consistenza limitata, di rapida e facile esecuzione che rendono agibile l'edificio)*. L'esito **D** solo in casi particolarmente problematici e soprattutto se si tratta di edifici pubblici la cui inagibilità compromette funzioni importanti.

**Unità immobiliari inagibili, famiglie e persone evacuate:** sono da indicare gli effetti del giudizio di inagibilità, qualora confermato dal Sindaco; vanno pertanto indicate anche le famiglie e persone da evacuare, oltre a quelle che abbiano già lasciato l'edificio.

**Provvedimenti di pronto intervento:** indicare i provvedimenti necessari per rendere agibile l'edificio e/o per eliminare rischi indotti.

**Sezione 9 - Altre osservazioni**

**Accuratezza della visita:** indicare con quale livello di accuratezza e completezza è stato possibile effettuare il sopralluogo .

**Sul danno, sui provvedimenti di pronto intervento, l'agibilità o altro:** riportare le annotazioni che si ritengono importanti per meglio precisare i vari aspetti del rilevamento. L'eventuale fotografia d'insieme dell'edificio deve essere spillata nel riquadro tratteggiato in chiaro e nel solo angolo in alto a destra.

## 8. 調査3日目午後(2009年4月20日:15時10分頃~)

### (1) 調査目的と調査結果概要

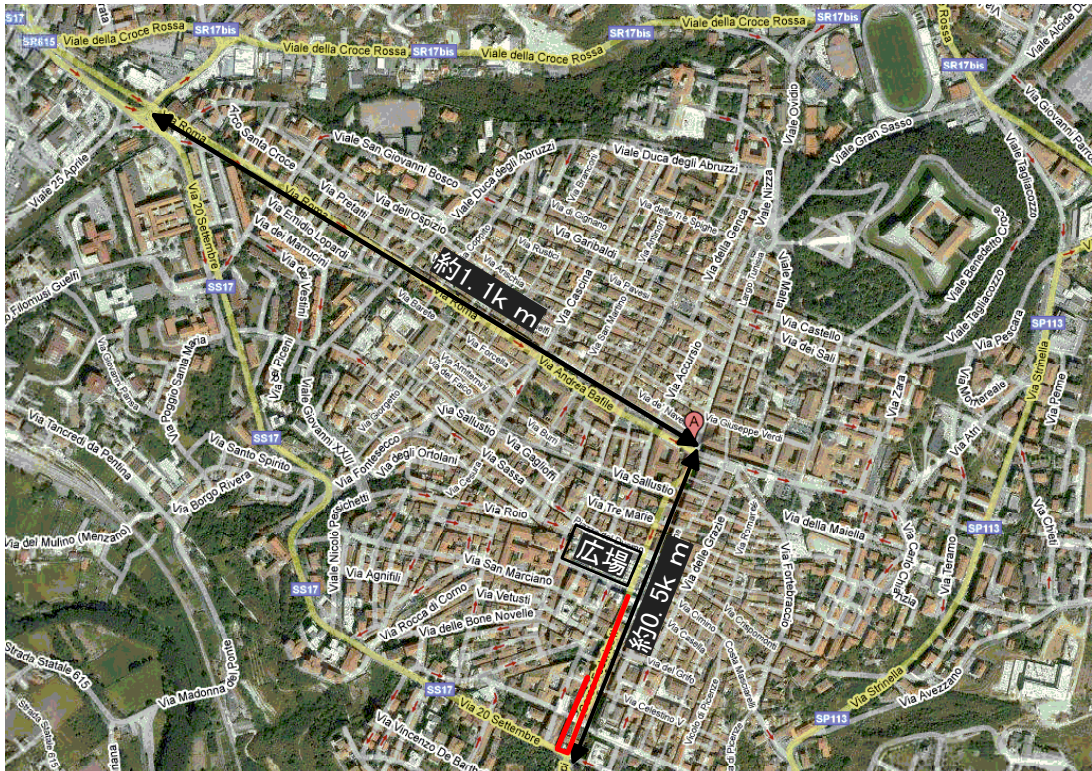


図1 調査地区の位置(Google Map使用)

市街地中心(広場:Piazza de Duomo)地区のRC建物について、被害率を調べる目的で広場東側大通り(Corso Federico II)、および同通りより1本西側に位置する通り(Via gostino)に面する建物について外観目視による被害調査を行った。当該地区への立ち入りは地震被害調査および復興を統括する機関の許可が必要であり、機関所属の消防士2名の同行のもとに行われた。調査地区に存在し調査を行った建築物は11棟、そのうち10棟がRC建築物である(写真2)。地区の性格上、建築物の全てが商業および行政関係の建物であり規模は比較的大きい。被害状況としては、倒壊、大破等の大きな損傷を受けたものはなかったが、一部の建物には、柱脚の損傷や梁接合部付近のせん断ひび割れ発生等がみられた。ただし、全般的にはブロックあるいは煉瓦とモルタル等で構成させる壁の損傷やタイル、装飾物等の落下が目立った被害といえる。比較的大型の建築物であること、また行政関係の建物である等の理由から、一般住宅に比べ比較的良好な施工がなされたと思われる。調査棟数が少ないことから被害率については言及しな

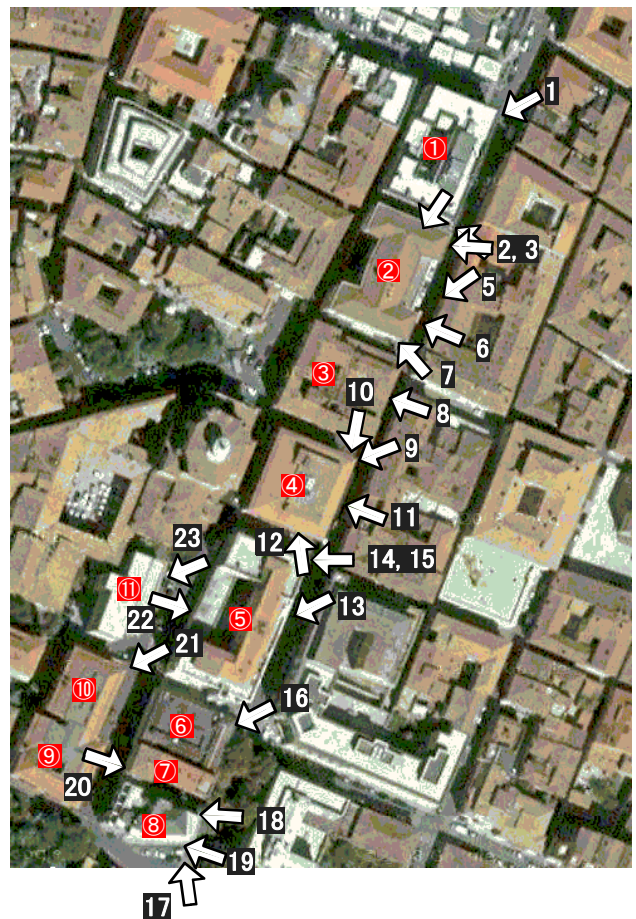


図2 調査建物と写真撮影位置

いが、移動中に観察した周辺の状況から判断してこの地区のRC造建築物構造体の被害率（小破以上）は大きくないと思われた。

以下に調査順に建物の写真を示す。なお、キャプションの（ ）内の番号は調査順に建物につけた番号である。



写真1 広場に面して立つ建物(1)



写真2 埋め込まれた鉄骨による損傷(1)



写真3 鉄骨埋め込み部周辺の損傷(2)



写真4 壁のひび割れ（2,3階境界位置）(2)



写真5 1階部分がピロティ形式の建物(2)



写真6 ピロティ部柱の柱頭の仕上げ材剥落(2)



写真7 梁のせん断ひび割れ(2)



写真8 調査区域内にあった礎石造建物の被害(3)



写真9 隅角部の柱の損傷と壁のひび割れ(4)



写真10 梁のひび割れ(曲げひび割れ?)(4)



写真11 柱のせん断ひび割れ(4)



写真12 隅角部の損傷とブロック壁の崩落(4)



写真13 柱のふかし部の損傷と柱脚タイトルの剥落(5)



写真14 建物側面の仕上げ部の剥落(5)



写真 15 接合部拡大：柱左右で梁せいが異なる(5)



写真 16 1層映画館：柱脚にひび割れ(6)



写真 17 不整形な平面をもつホテル 被害大(8)



写真 18 1階ピロティ柱頭-接合部の損傷(8)



写真 19 2階床梁のせん断ひび割れ(?) (8)



写真 20 EXP.ジョイントで繋がるホテル 損傷小(9,10)



写真 21 行政関係の建物 損傷なし(11)



## 9. 調査4日目(2009年4月21日)

### (1) 調査目的と調査結果概要

調査4日目(調査最終日)は、ラクイラ(L'Aquila)旧市街地の周辺地域を対象に車で移動しながら全体の概略的な被害状況を調査した。調査対象地区は、写真1-1に示すようにCoppitoの災害対策本部を起点として市街地から南、南東、東、北東、北のエリアであり南北に約10km、東西に5kmの範囲を反時計回りに移動しながら調査した。調査エリアには村全体が大きな被害を受けたオンナ(Onna)、パガニカ(Paganica)も含まれる。全体的な傾向として、市街地の南側(急斜面)、東側(平地)のエリアでは小さな集落が点在し、かつ組積造の建物が多い(写真1-2)。これに対し北側のエリア(なだらかな丘陵)、特に旧市街地に近い地区は計画的に区画整理されたRC構造の中低層の集合住宅が多い(写真1-3)。被害程度としては、南側の急斜面のエリアでは耐震性に極めて劣るとされる古い組積造建物の被害が散見されるが、被害率としてはそれほど高くない。これに対し、東側に位置する平野部ではオンナ(Onna)、パガニカ(Paganica)に代表されるように、高い倒壊率を示す大きな被害を受けた地域が存在する。ただし、同村に隣接場所でもほとんど被害のない建物が多く存在することから、この地域で地震動が比較的大きかったとしても、それが壊滅的な被害を生じさせた理由の全てではないと思われる。一方北側エリアでは多くの多層(2~6層程度)RC造建物が被害を受けている。

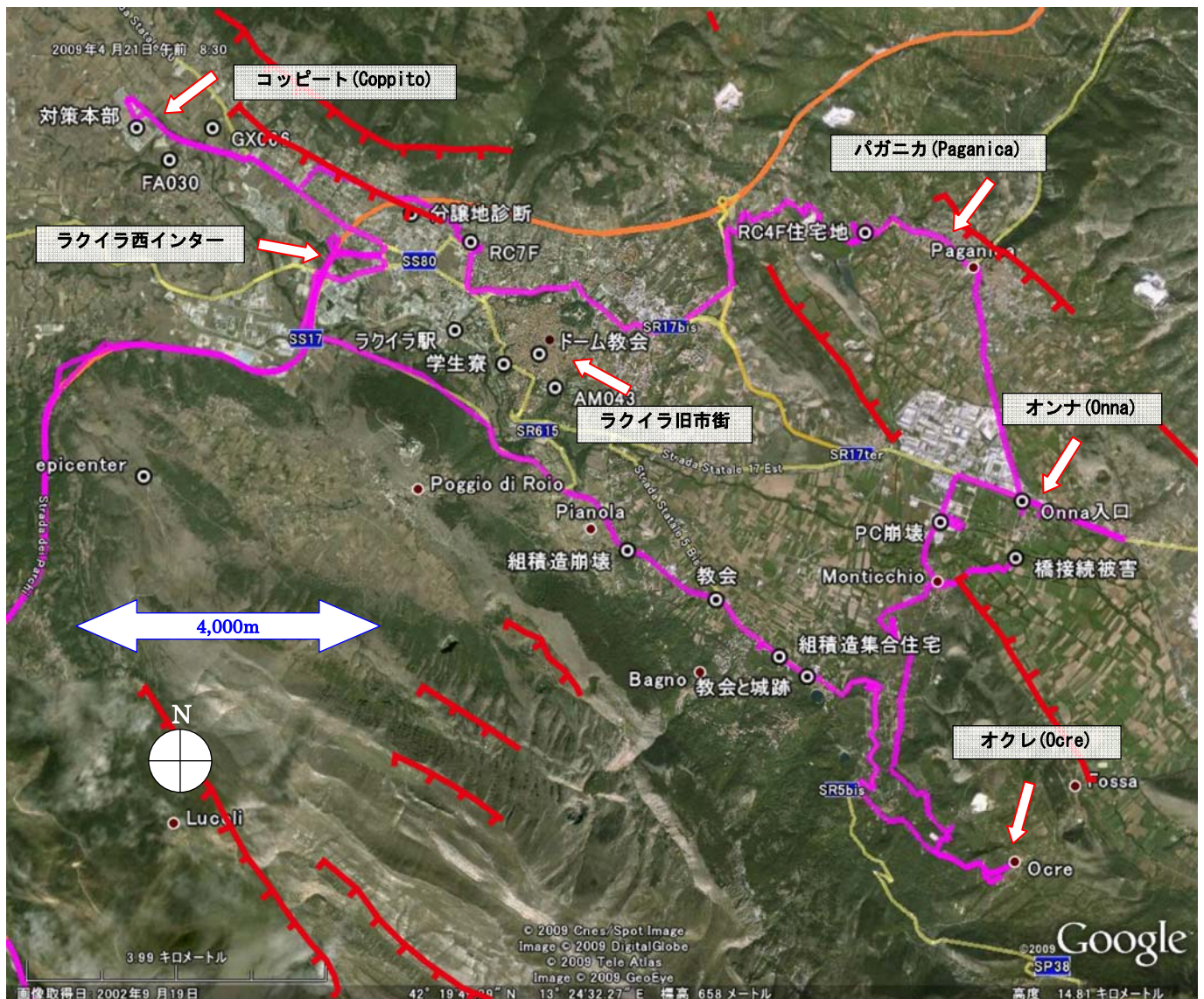


写真1-1 広域調査地区(Google)と調査経路(調査経路:紫, 高速道路:橙, 一般道:黄, 活断層:赤)

被害の特徴は、レンガ、ブロックを中心とした非構造壁の損傷および柱梁接合部付近の仕上げモルタルの剥落が多いことである。カバーコンクリートの剥落箇所の鉄筋はほぼ例外なく発錆している。接合部以外の箇所でも鉄筋が表面に現れている箇所が少なからずみられ、施工の精度の悪さも相まって全般にかぶり厚が十分にとられていないことが推測できる。市街地の倒壊建物の基礎部を対象に、参考までにシュミットハンマーによる打撃テストを行ったが、推定強度が  $15\text{N/mm}^2$  を下回るような結果がでており、これらの状況からも、多くの建物で「鉄筋の早期発錆」の確率の高さが予見される。1～3 日目の調査でも同じことがいえるが、鉄筋のかぶり厚不足、その結果として付着耐力の不足、さらには発錆と発錆によるかぶりコンクリートの損傷が RC 建物の損傷の大きな原因の一つと考えられる。



写真 1-2 市街地からみて南側エリア



写真 1-3 市街地からみて北側エリア

## (2) 調査活動記録

### (a) Ocre までの道



写真 2 余震による組積造教会の破損



写真 3 RC 住宅の組積壁せん断破壊と仕上剥落



写真 4 組積造の外壁 2 階部分の崩落



写真 5 バルコニーの石が割れている



写真6 封鎖された Ocre の街区



写真7 城壁のような連結された住宅

(b) Onna までの道



写真8 Onna へ渡るの橋の接続道路の崩落



写真9 橋桁



写真10 建設中の PCa 造工場の被害



写真11 PC 外壁と床版の崩壊



写真12 線路と川の狭間にある Onna の封鎖地区



写真13-1 組積造の崩壊



Onna は北東から南西方向に流れる Aterno 川の北側に位置する比較的小さな集落である。Aterno 川は Onna 周辺で天井川になっており、堆積地盤上の集落であることが推察される。集落内の詳細調査は出来なかったが、土を目地に用いた自然石の組積造建物に大きな被害が出ているようであった。ただし、隣接する比較的新しい建物には殆ど被害が無いものもある。近隣の PCa 造工場建築の被害は建設中の1棟のみであり、周辺に複数ある同様の工場建築には外壁・床版が脱落するなどの被害は見られなかった。

写真 13-2 崩壊した組積造(写真 13-1)に隣接する建物

(c) Paganica までの道



写真 14 教会の組積壁の崩落



写真 15 教会前建物の円筒組積壁のひび割れ



写真 16 4階建て RC 住宅



写真 17 隅柱の柱頭接合部にせん断ひび割れ

(d) Tempera までの道



写真 18 石積+土目地壁の崩壊



写真 19 隅柱の柱頭接合部にせん断ひび割れと付着ひび割れ

Paganica および Tempera は L'Aquila 市街地から北東に位置する集落で、無補強組積造の被害に加えて、Ocre や Onna ではあまり見られなかった RC 住宅の被害も徐々に見られるようになった。RC 住宅では、隅柱の柱頭に曲げひび割れ、接合部にせん断ひび割れが生じ、かぶりの薄さから付着ひび割れも散見された。2階の組積壁において隅角部が欠損あるいは化粧モルタルの剥落が多かったように思われる。

(e) L'Aquila 旧市街の北側地区



写真 20 中間階の組積壁の崩落が目立つ



写真 21 低層 RC 造住宅



写真 22 柱頭部のひび割れ (非常に細いせん断補強筋)



写真 23 低層 RC 造の崩壊



写真 24 4階建て RC 造集合住宅



写真 25 柱頭部の接合部にひび割れ



写真 26 教会の組積壁の崩落



写真 27 4階建てRC住宅



写真 28 柱脚部のせん断ひび割れ

### (3) 避難所の様子

調査 3 日目に市街地内の避難所を訪問する機会があったので、その様子について記す。

被災地は、行政当局や軍の管理下におかれており混乱した様子をみることは全くなかった。これは、被災地の面積的規模が小さいことや、また道路の被害等により被災地が孤立したような状態がなかったことによると思われる。調査時には被災後約 2 週間が経過していたが、旧市街地地区は完全に封鎖されているため、かなりの数の市民が避難所生活をしているものと思われた。



写真 29 避難所内部



写真 30 共同洗濯所



写真 31 食堂