

## 第4章 日本の応急危険度判定手法の導入事例

ここでは、日本の鉄筋コンクリート造建物の概要および過去の地震被害の特徴を示すとともに、過去の地震被害において日本に対して応急危険度判定の技術協力を要請したトルコ・台湾について、建物概要および地震被害の特徴、さらに日本の応急危険度判定手法を導入するために考慮した点を紹介する。これらはその他各国に日本の応急危険度判定手法を導入する際の参考例となる。

### 4.1 日本の建物概要と被害の特徴

#### 4.1.1 建物概要

日本の鉄筋コンクリート造建物の構造設計においては、一般に、地震力（水平力）に対する構造性能を確保することが重要である。その結果として、必要な保有水平耐力を確保するために、建物は太い柱や梁で構成されることが多く、さらに耐震壁を付加することも多い。また、日本の建物では、多くの諸外国のように外壁等に無筋のれんがやコンクリートブロックの組積造壁を用いることは少ない。鉄筋コンクリート造建物の耐震性は、建築基準法および「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」<sup>4.1)</sup>の改定に従って、建設年代を第1世代（1971年以前）、第2世代（1972～1981年）、第3世代（1982年以降）の3つの年代に分類している。1971年以前の旧基準で設計された第1世代の建物は柱のせん断補強筋の間隔が広く、1971年から1981年の間に設計された第2世代の建物は1968年十勝沖地震を契機に活発化した耐震建築に関する研究成果を取り入れてせん断補強筋の間隔を狭くする他、曲げ降伏をせん断破壊に先行させる、あるいはそれ以降より大きな設計用せん断力を設定する設計がなされた。1982年以降の第3世代はさらに耐震性の強化を図った新耐震設計法で設計された。この3つ年代の違いは、兵庫県南部地震の被害調査報告においても示されており、建設年度が新しくなるに従い被害数が減る傾向があるという調査結果が得られている（図4.1.1）。

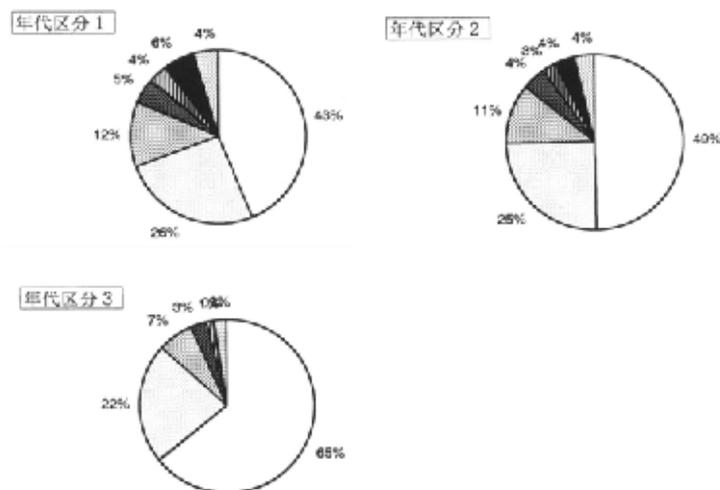


図 4.1.1 築年別被害度の割合 <sup>4.2)</sup> (神戸市灘区・東灘区 RC 造建物全数調査)

#### 4.1.2 被害の特徴

1995年兵庫県南部地震の被害では、過去の地震被害で見られたような被害状況以外に、新たに中間層の崩壊やピロティの崩壊などが発生した。中間層の崩壊は旧耐震基準の建物に多く、ピロティの崩壊は新・旧耐震基準の建物両方に発生していた。また、被害調査によると、設計基準によって被害度が異なり、設計年度が新しくなるに従って被害は減り、新耐震基準では大破・倒壊といった大きな被害を受けた建物は少なかった。しかしながら、新耐震基準で設計された建物でも重心の偏った建物や層により剛性の偏りのある建物などアンバランスな建物では被害が生じたものがあった。

中間層崩壊が見られた建物の多くは壁の少ないラーメン構造の事務所建築物で1971年以前に設計された建築物である。旧基準では中・上層階の設計用せん断力が小さかったことと、上階では構造規定により構造耐力の低下が抑えられたため中間層の耐力が相対的に不足したことが原因と考えられている。さらに、上階に行くに従い数層毎に柱の断面が小さくなることや構造形式を切り替えることなどが原因として挙げられている。

ピロティ建築物の被害は1階層崩壊のメカニズムになること、および1階と2階の壁の有無によって生じる剛性と耐力の高さ方向の急変が主な原因である。つまり、ピロティ建築物ではピロティ柱のみでエネルギーを吸収しなくてはならず、限られた部分でエネルギー吸収能力に余力を取ることは難しく、許容される地震レベルを超えれば急激に変形が進み崩壊に至るのである。

その他鉄筋コンクリート造部材の被害では、過去の地震被害と同様に柱のせん断破壊が見られ、層全体の崩壊をもたらす重大な要因となっている場合が多い。1971年以前に設計された建築物では、帯筋量が少なくせん断耐力が不足しているため被害建物の多くで柱がせん断破壊しており、また腰壁や袖壁などに拘束され短柱化したことによりせん断破壊が生じた例も多かった。1982年以降の建築物でもせん断破壊を生じた例が報告されているが、せん断補強筋の端部が十分折り込まれず主筋の拘束ができていないといった、配筋詳細の不具合が柱の被害をもたらした例も多かった。

一般的な建物には太い柱や梁が使われており、十分な大きさの柱・梁接合部が確保されるために、柱・梁接合部の被害は少ない。しかしながら最近の建物では、材料の高強度化が図られたり、柱・梁部材の靱性（変形能力）を期待した設計がなされたりするようになったため、細めの柱・梁部材が用いられるようになってきており、柱・梁接合部が小さくなる傾向がある。そのため、一部の建物では柱・梁接合部の被害も見受けられる。



図 4.1.2 柱・梁のせん断破壊<sup>4.3)</sup>



図 4.1.3 中間層破壊<sup>4.3)</sup>  
(6層建物の4層部の崩壊)



図 4.1.4 中間層破壊<sup>4.3)</sup>  
(9層建物の5層部の崩壊)



図 4.1.5 全壊した6層建物<sup>4.3)</sup>



図 4.1.6 6層建物の倒壊<sup>4.3)</sup>



図 4.1.7 1層部層崩壊による渡り廊下の落下<sup>4.3)</sup>



図 4.1.8 ピロティ柱の被害 (1) <sup>4.3)</sup>



図 4.1.9 ピロティ柱の被害 (2) <sup>4.3)</sup>

## 4.2 トルコへの導入事例

1999年トルコ・コジャエリ地震発生後、トルコ政府から日本政府に対する協力要請を受け、日本の専門家チームがイスタンブール工科大学のスタッフとともに、地震被害の現地調査及び検討により日本の応急危険度判定手法を修正し、トルコの建築物に適用可能なトルコ版応急危険度判定マニュアルとチェックシート作成の支援を行った。トルコ版応急危険度判定マニュアルは、付録2. QUICK INSPECTION MANUAL OF DAMAGED REINFORCED CONCRETE BUILDINGS DUE TO EARTHQUAKES に示す。ここではトルコの建物概要・地震被害の特徴および日本の応急危険度判定手法導入の際に考慮した点を紹介する。

### 4.2.1 建物概要

トルコの鉄筋コンクリート造建物は、柱・梁・床を鉄筋コンクリート造とし、内・外壁を無筋の中空れんがによる張壁（図4.2.1、図4.2.2）とするのが特徴である。建物形状は1階部分に大きな開口を持ち、2階以上が水平方向に張り出している形状が多い（図4.2.3）。このため、立体的な剛性・強度の分布形状が不均一となり、1階部分への損傷集中が生じ易い。柱形状は扁平な長方形が一般的で、間取りの用途に従ってなるべく室内に柱形が出ないようにするため、不規則に配置されている（図4.2.4、図4.2.5）。梁は小梁と大梁との区別が判然とせず、必ずしも柱を繋ぐ形にはなっていない。

また、住宅の建設に対しては施工管理や検査が正しく実行されないことが多く、耐震基準が遵守されていない違法建物や施工品質のよくない建物が多々ある。



図 4.2.1 中空れんが



図 4.2.2 中空れんがによる張壁



図 4.2.3 建物全景

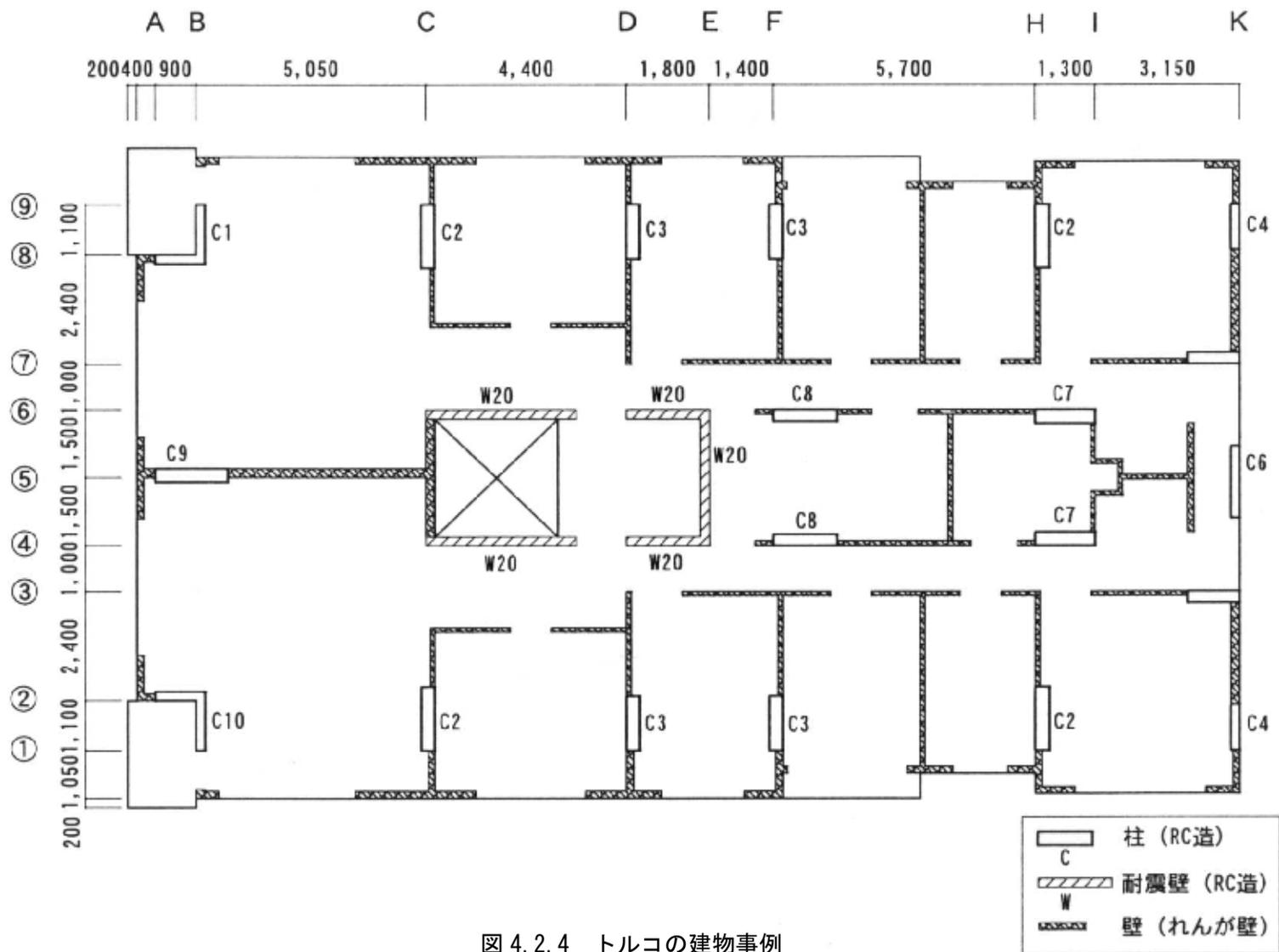


図 4.2.4 トルコの建物事例

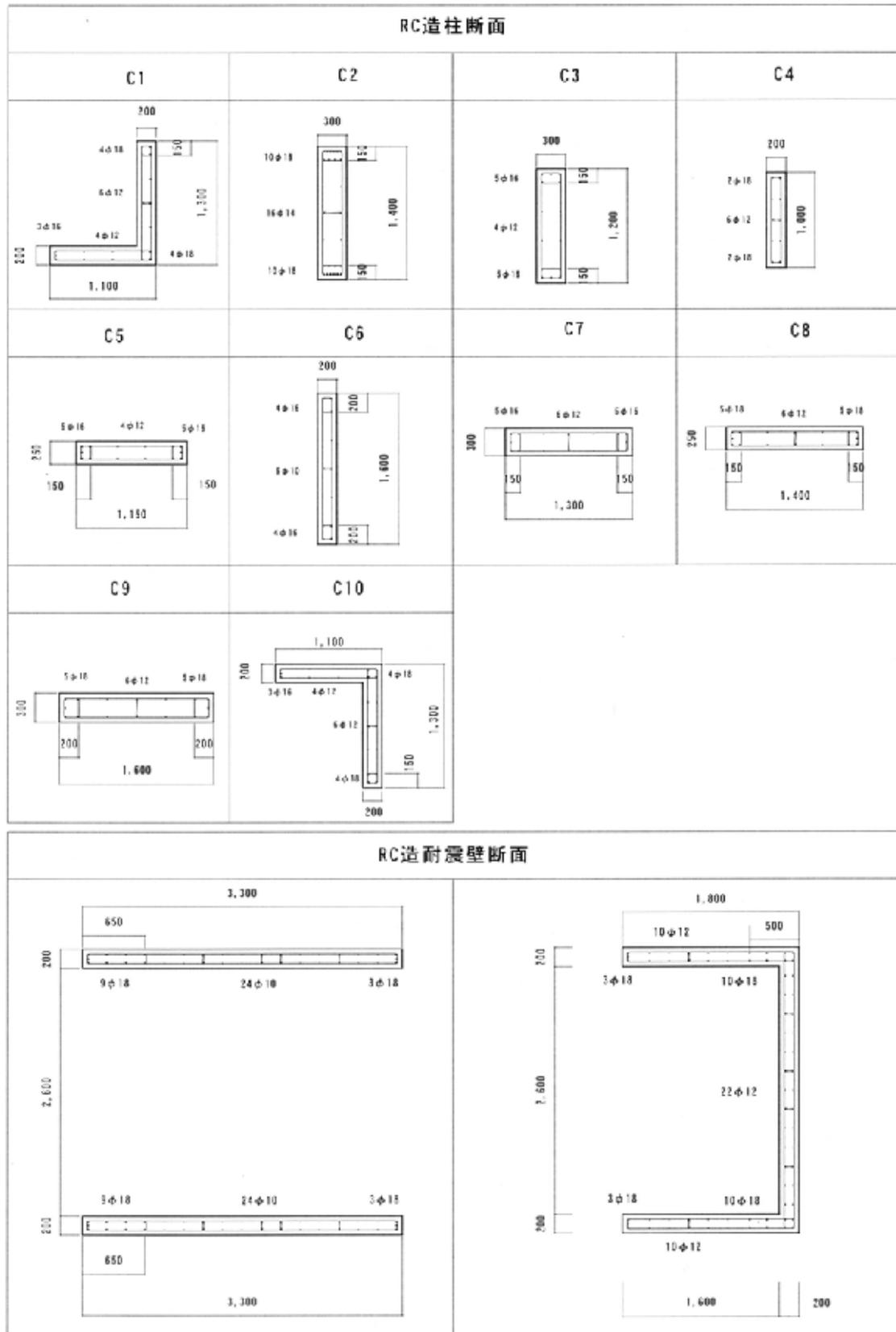


図 4.2.5 前図の柱・耐震壁図の事例

#### 4.2.2 被害の特徴

1999年トルコ・コジャエリ地震による建物被害では、構造形式上1階部分が脆弱であるため、下層階の変形が著しく進行し、1階が層崩壊あるいは転倒し全体崩壊に至るものも多く見られた(図4.2.6)。さらに、建物の全層が完全に破壊するパンケーキ破壊となるケースも見られた(図4.2.7)。また、基礎に杭を用いていなかったため、地盤の液状化に伴い、基礎から建物が転倒した例もあった(図4.2.8)。

構造部材では、柱のせん断破壊や柱・梁接合部のせん断破壊・定着破壊などが見られた。柱では、断面形状が扁平であるためせん断補強筋による拘束効果が十分でなく、主筋の座屈やコアコンクリートの落下が見られた(図4.2.9)。柱・梁接合部では、比較的小径の柱内で、梁主筋の定着を納めなければならないため、柱・梁接合部で定着や被りが不足し、接合部定着破壊が見られた(図4.2.10)。

非構造部材では、中空れんがを壁に用いた非構造壁の激しい損傷や面外方向への崩落が見られた(図4.2.11)。



図 4.2.6 1階が層崩壊した建物



図 4.2.7 パンケーキ破壊した建物



図 4.2.8 地盤の液状化により転倒した鉄筋コンクリート建物（直接基礎）



図 4.2.9 柱の破壊



図 4.2.10 柱・梁接合部の破壊



図 4.2.11 非構造壁の落下

#### 4.2.3 応急危険度判定手法導入の考え方

トルコの応急危険度判定マニュアルである「QUICK INSPECTION MANUAL OF DAMAGED REINFORCED CONCRETE BUILDINGS DUE TO EARTHQUAKES」<sup>4.4)</sup>は、トルコにおける応急危険度判定基準として確立してはいないが、日本の応急危険度判定手法をトルコの鉄筋コンクリート造建物の地震被害に適用する場合の考え方を示す例として紹介する。

トルコ版応急危険度判定マニュアルで勘案した項目は以下に示すとおりである。

##### 1) 扁平な柱、柱・梁接合部、梁の損傷度を定義した

トルコの建築物には、構造部材として薄い部材や細い部材が多く使われており、柱はせん断補強筋による拘束効果も十分でないため、軸力比が高くなり、最大耐力以後の耐力低下が大きいという特徴がある。そのため扁平な柱やせいの小さい梁の損傷度を定義し、危険度評価に取り入れることとした。さらに扁平柱とせいの小さい梁の接合部の損傷が最終的に建築物の崩壊につながる被害も多く見受けられたので、柱・梁接合部の損傷度を定義し、危険度評価に取り入れた。

##### 2) 損傷度Ⅲの部材を危険度評価に取り入れた

トルコの建築物に用いられている部材の多くは、最大耐力以後の耐力低下が大きいという特徴がある。そこで、最大耐力を超えたと考えられる損傷度Ⅳの部材と損傷度Ⅴの部材を同一視して、危険度評価を行うこととした。また損傷度Ⅲの部材も判定に考慮することとし、損傷度Ⅲの部材が全体の 25%以上になったときを Rank-C「危険」と判断するようにした。

##### 3) 中空れんが壁の損傷を落下危険物の評価に取り入れた

トルコの建築物の外壁の多くは中空れんが壁である。れんが壁が柱・梁フレームに囲まれている場合と柱・梁フレームに囲まれていない場合がある。柱・梁フレームに囲まれていないれんが壁の落下危険性が高いことを特に考慮して、落下危険物の評価を行うこととした。

次に、具体的に「QUICK INSPECTION MANUAL OF DAMAGED REINFORCED CONCRETE BUILDINGS DUE TO EARTHQUAKES」<sup>4.4)</sup>について簡単に紹介する。QUICK INSPECTION MANUALは、トルコにおける応急危険度判定の考え方及び判定シートとその適用ガイドラインを示したものである。一般に、地震被害を受けた建物に対する被災状況の判定は、Emergency Stage、Quasi-stable Stage、Stable Stageの3段階に分けられている。応急危険度判定は第1段階 Emergency Stageに属し、第2段階 Quasi-stable Stageは被災度区分判定と、それに基づく応急復旧、第3段階 Stable Stageは恒久復旧に対する判定である(図4.2.12)。したがってここでは、トルコ版応急危険度判定マニュアルにおける応急危険度判定(第1段階 Emergency Stage)について概説する。

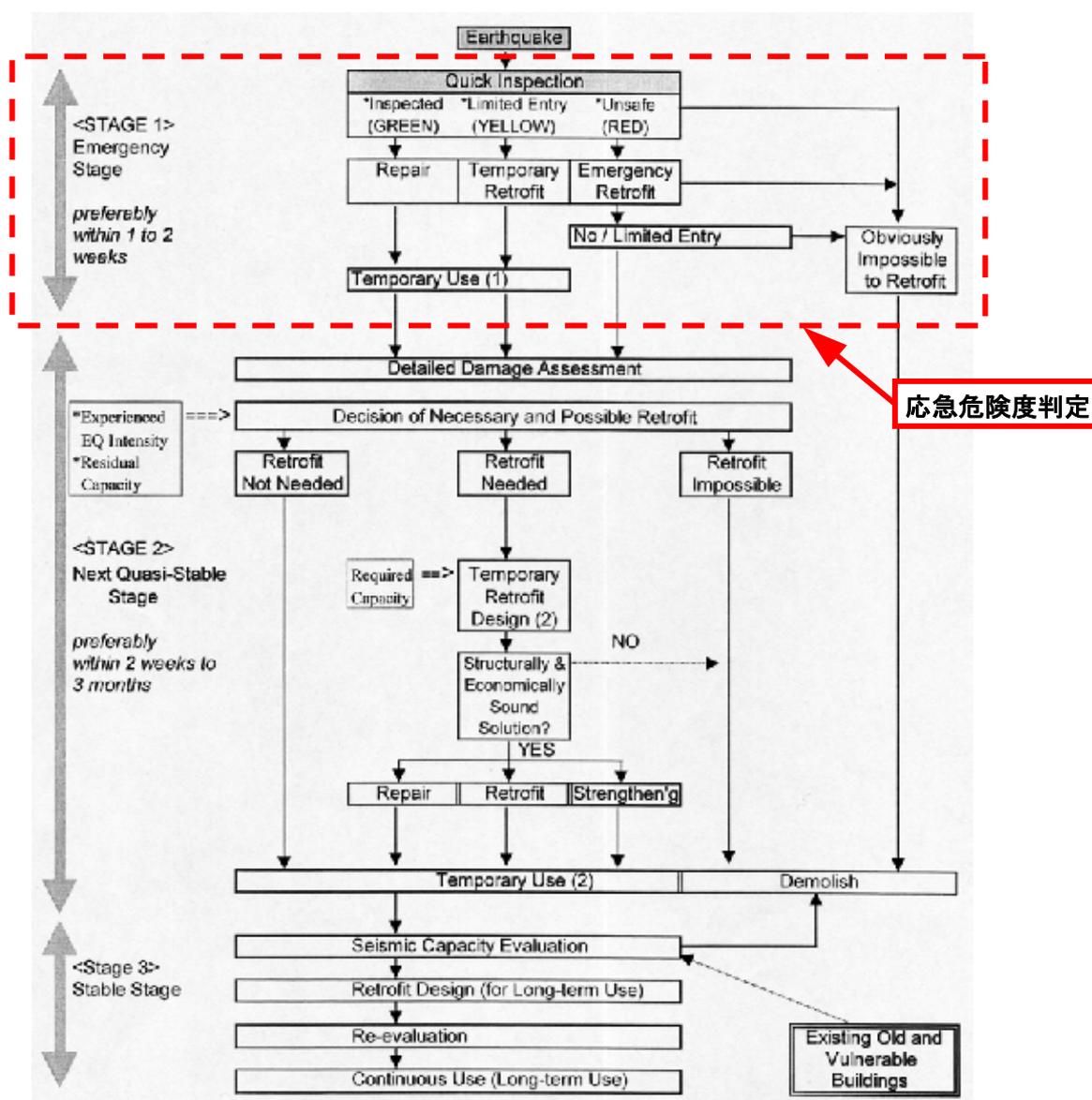


図 4.2.12 被災建築物復旧のフロー<sup>4.4)</sup>

応急危険度判定は、短時間で外観から建物の危険性を判断し、余震や二次災害に対する危険性を判断するものである。「危険（UNSAFE：余震に対して極めて危険であり、突然の崩壊を避けるための緊急の修復が要求され、立ち入りや一時的な使用を禁止する。）」、「立入制限（LIMITED ENTRY：構造または非構造部材に損傷が見られ、損傷の進行を止める一時的な修復、人命にかかわる危険の排除および危険域のバリケードの設置がなされなければ、一時的な使用も許可しない。ただし、緊急の場合のみ建物への立ち入りを許可する。）」、「調査済（INSPECTED：目立った損傷がなく現時点で危険はなく、元々の水平力に対する抵抗力は残存すると判断し、一時的な使用や占有は許可する。）」の3つに被災建物を分類する。なお、この調査は、建物の長期間にわたる安全性や改修の必要性を判断するものではない。

調査手順を以下に示す。

**Step1.** 建物全体を外側から調査する。この時点で明らかに危険であると判断できる場合はこれ以降の手順を省略し、「危険（UNSAFE）」と判定する。

**Step2.** 隣接建物、周辺地盤および構造部材の調査(a～d)に対し、A～Cのランクをつける。

a. 隣接建物による危険性と周辺地盤の沈下

b. 地盤沈下による建物の沈下

c. 地盤沈下による建物の傾斜

d. 柱の損傷度

d-1:損傷度ⅣまたはⅤの割合（A < 1%、B < 1-10%、C > 10%）

d-2:損傷度Ⅲの割合（A < 12.5%、B < 12.5 - 25%、C > 25%）

a～dの判定において、Aのみの場合「調査済（INSPECTED）」、Bが1つ以上あるがCは無い場合「要注意（LIMITED ENTRY）」、Cが1つ以上またはBが2つ以上の場合「危険（UNSAFE）」と判定される。

**Step3.** 非構造部材の崩壊や転倒の危険性の調査(f～m)に対し、A～Cのランクをつける。

f. フレーム内の非構造部材の損傷度

g. フレーム外の非構造部材の損傷度

h. 木造屋根の損傷度

i. 階段の損傷度

j. 窓枠および窓ガラスの損傷度

k. 外装材（プラスター、モルタル）の損傷度

l. 建物上部に取り付けられた貯水槽、煙突、看板、機械の危険性

m. その他の危険性

f～mの判定により、AまたはBのみの場合「調査済（INSPECTED）」、Cが1つ以上あるが場合「要注意（LIMITED ENTRY）」と判定される。

**Step4.** Step2と3の判定を比較し、最も高いランクのものを建物全体の判定とする。

**Step5.** Step4の結果に従い判定の要約をシートに記入し、赤・黄・緑のステッカーを貼る。

構造部材の損傷度（ランク 0～V）について、以下に例を示す（図 4.2.13～図 4.2.16）。  
 詳細は付 2. の 4 章にある。

ランク 0：損傷なし

ランク I：コンクリート表面に幅の狭いせん断ひび割れ（幅 0.2mm 未満）

ランク II：コンクリート表面にはっきりしたせん断ひび割れ（幅 0.2～1.0mm 未満）

ランク III：幅の広いひび割れ（幅 1.0～2.0mm 未満）

部分的な被りコンクリートの剥落や鉄筋の小さな露出

ランク IV：大きいひび割れ（2.0mm 以上）

被りコンクリートの塊の剥落や広範囲にわたる鉄筋の露出

ただし、鉄筋の座屈は発生していない

ランク V：鉄筋の座屈または破断

コアコンクリートの破壊

層の沈下または傾斜

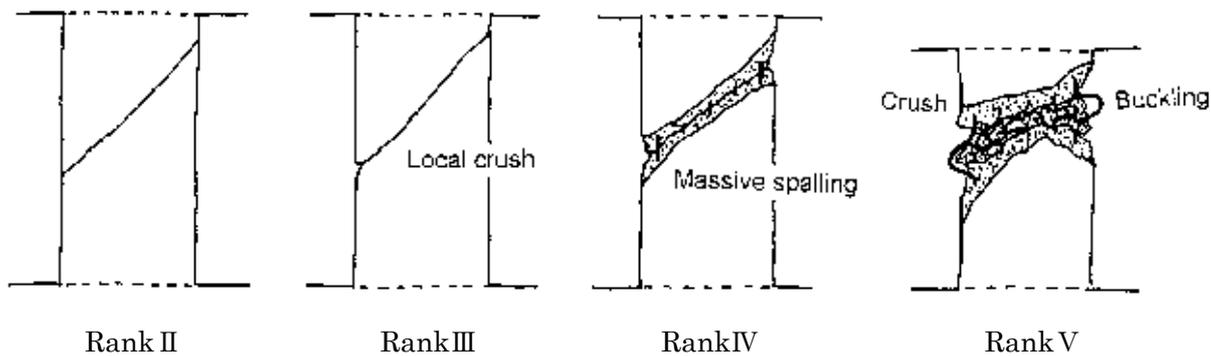


図 4.2.13 一般的な柱の損傷度

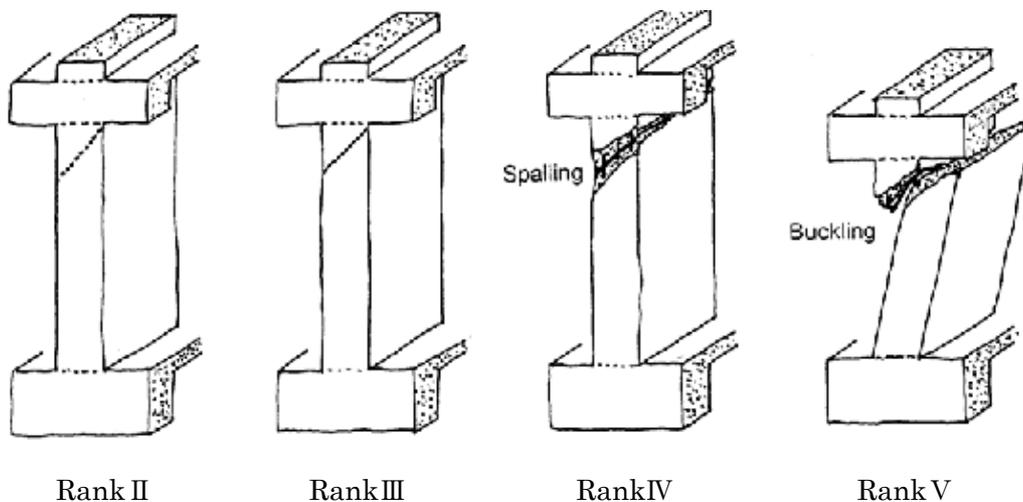


図 4.2.14 扁平な柱の損傷度

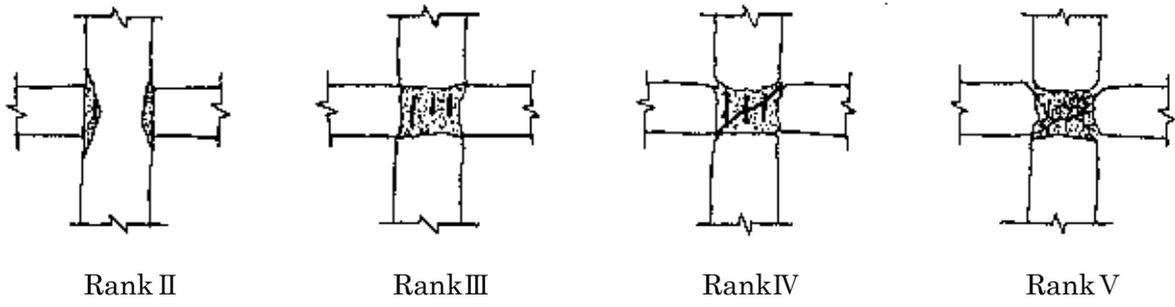


図 4.2.15 柱・梁接合部の損傷度

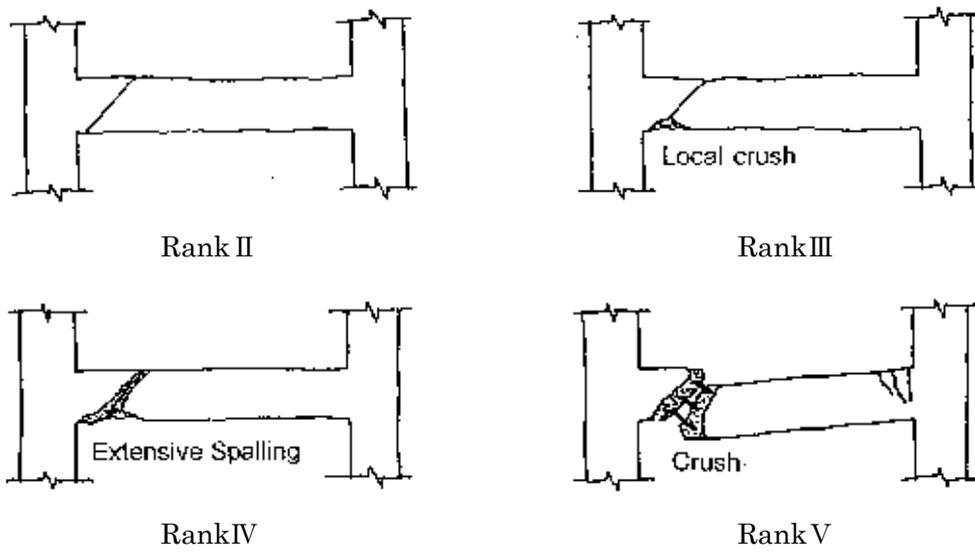


図 4.2.16 梁の損傷度

### 4.3 台湾への導入事例

1999年台湾集集地震の発生後、日本建築学会は調査団を派遣し地震調査被害調査をおこなうとともに、中華民国建築学会の被災建築物の復旧に関する技術協力の要請を受けて、応急復旧技術資料のとりまとめ、および技術セミナーなどの活動をおこなった。ここでは台湾の建物概要・地震被害の特徴や、応急危険度判定をおこなった際に日本の派遣チームからの出された提言・助言<sup>4.5)</sup>を紹介する。

#### 4.3.1 建物の概要

台湾の建物の特徴は、高層建築物でも鉄筋コンクリート造が用いられている。柱は日本と同様に扁平ではない長方形の断面が多い。戸境壁、間仕切壁などの壁は鉄筋コンクリート造耐震壁があまり用いられず、レンガ壁が一般的である(図4.3.1)。また、道路側の1階はピロティ形式の建物が多く、集合住宅では地下駐車場を有するものが多い。

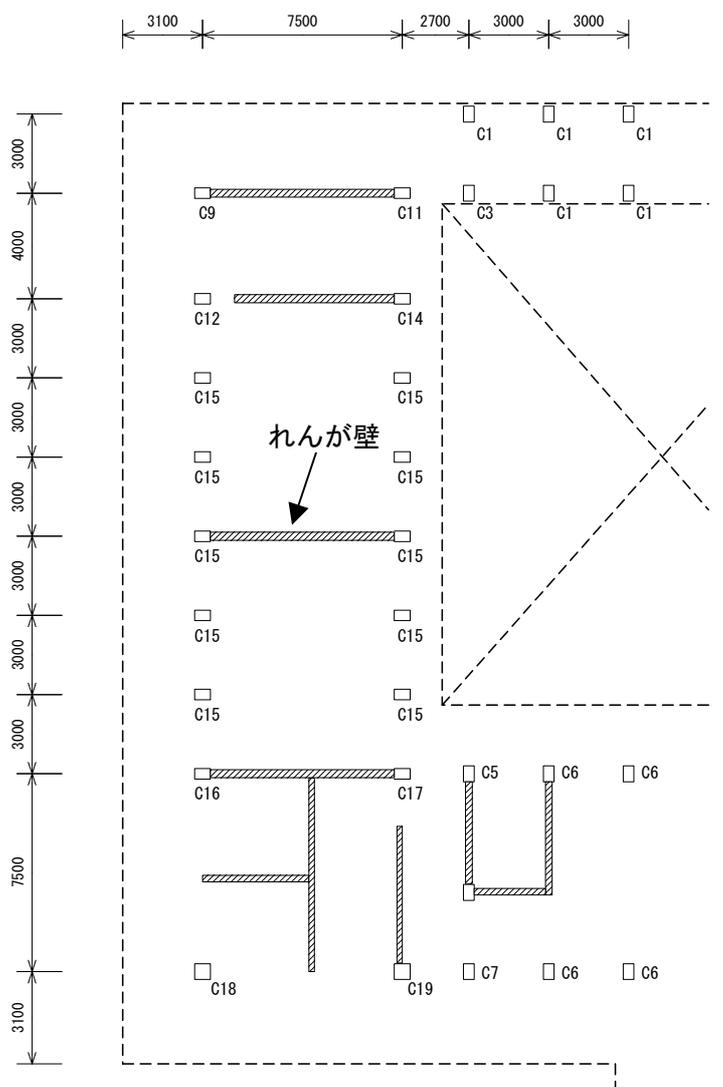


図 4.3.1 台湾の建物事例

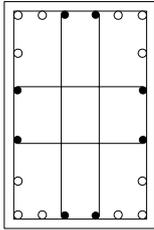
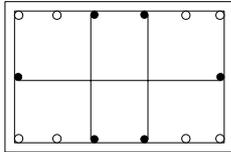
	C1	C15
		
size	40×60	60×40
main	○ 12 - #7、● 8 - #6	○ 8 - #7、● 6 - #6
hoop	3 - #4@10~20	3-#4@10~20

図 4.3.2 前図台湾の建物事例の柱断面図

#### 4.3.2 被害の特徴

1999 年台湾集集地震では、ピロティや地下駐車場を有し、2 階以上がレンガ造の間仕切り壁が用いられている集合住宅で、2 階以上が 1 階よりも剛性・耐力が高くなり、構造的な不連続性により、地上部分が地下に陥没して倒壊した事例が見られた。



図 4.3.3 1 階が層崩壊した建物



図 4.3.4 1 階が層崩壊した建物



図 4.3.5 1 階が層崩壊した建物<sup>4.5)</sup>



図 4.3.6 れんが造腰壁により短柱化した柱のせん断破壊<sup>4.5)</sup> 図 4.3.7 鉄筋の重ね継ぎ手による柱の被害<sup>4.5)</sup>



図 4.3.8 れんが造壁の被害<sup>4.5)</sup>

構造部材では、せん断破壊や付着割裂破壊した柱が多くの被災建物で見られた。柱の配筋の定着・継ぎ手において、比較的太径の主筋の継ぎ手に重ね継ぎ手を用い同一断面で重ね継ぎ手されているため、主筋間の空きが十分に確保されておらず、付着割裂破壊をおこした柱が見られた。れんが造壁については、れんが造の腰壁が柱を短柱化させ、せん断破壊を起こした例やれんが造壁自体に損傷を受けたものも観察された。一方で、非構造壁と考えられるれんが造壁が耐力を発揮して側柱の損傷を低減したと考えられる例もあった。

また、構造的な特徴以外に、コンクリートの打設状況の悪さが目立ち、木片や石油缶の混入やじゃんかが見られるなど、施工不良による被害も多数指摘された。

#### 4.3.3 応急危険度判定手法導入の考え方

台湾では、日本の応急危険度判定手法や米国の ATC-20<sup>3.4)</sup> を参考にして、「震災後建築物危険分級及使用評価基準」<sup>4.6)</sup> が 1996 年 2 月に作成された。その後、1999 年 2 月には修正が加えられて現在に至っている<sup>4.7)</sup>。1999 年台湾集集地震の際、行われた応急危険度判定は、台湾で作成された応急危険度判定を用いたが、台湾の応急危険度判定を行ったときに問題

となった点に対する日本の派遣チームからの提言・助言（1、2）と、台湾の建物の特徴から技術面で考慮すべき点（3）を以下に示す<sup>4,5)</sup>。

#### 1)判定システムの明確化

危険度の判定、および補強の要否の問題と経済的な補償等の問題を峻別する。（判定結果が補償金の根拠として用いられることから「危険」と判定して欲しいと住民から要望が判定士に寄せられ、対応に苦慮した）

#### 2)適正な補修・補強

危険建築物（赤紙）と要撤去建築物の区別を徹底する。（被災度区分判定や耐震診断法が十分に整備されていないため、被災建築物の解体あるいは補修・補強の判断が付かず、「危険」と判定された建築物はすぐに撤去しなければならないと思いつむケースや、逆に撤去に応じないケースもあった）

#### 3)れんが壁の損傷度

台湾の建物でよく用いられているれんが壁は、非構造部材として扱い、それを無視して設計が行われている。しかしながら、RC造部材よりは脆性的な損傷も見られるが、ひび割れなどの被害を受け、また被害の特徴にも示したように側柱の損傷を低減するなど、ある程度の耐力を発揮し建物の耐震性に寄与していると考えられる。したがって、建物の損傷程度を評価するにあたり、れんが造壁の損傷度を考慮する。

なお、本報告書では対象外としているが、台湾でしばしば見られる、先積みしたれんが造壁を型枠の一部として柱・梁のコンクリートを打設する構造の低層店舗付住宅については、日本の鉄筋コンクリート造建物の応急危険度判定を適用することは困難であると考えられるため、別途検討が必要である。

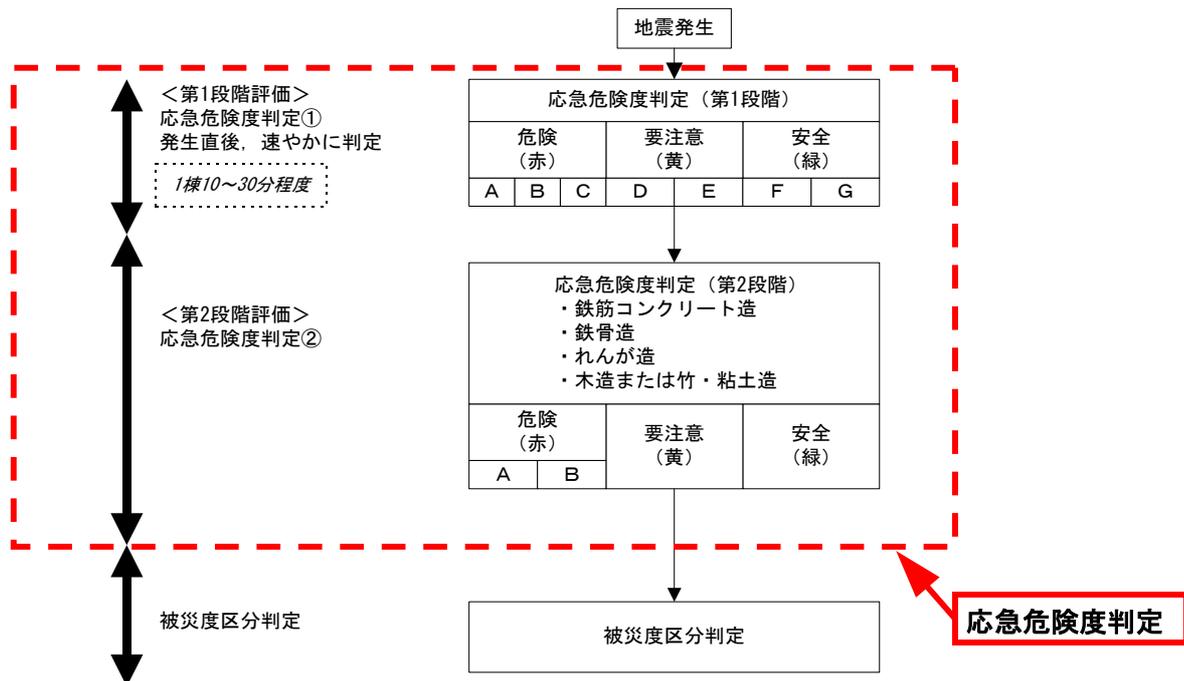


図 4.3.9 台湾の震災復旧のフロー

次に、図 4.3.9 に示す台湾の応急危険度判定について述べる。台湾の応急危険度判定は、2 段階に分けて行うこととなっているが、第 1 段階評価の主要な目的は、被災者を安心させるために“明らかに安全な建築物”と“明らかに危険な建築物”を出来るだけ速やかに見分けることであり、第 2 段階評価の際に必要な労力と時間を節約する意味もある。この段階は限られた時間で行う必要があるため、評価はカギとなる項目だけに焦点を合わせて、目視によって行われる。構造種別に係わらず各評価項目に対して、「軽微」、「中度」、「嚴重」の 3 ランクで判定することになっている。ここでは、数値的な判断基準は示されておらず判定士の判断によるものと推測される。評価項目は、建物全体の倒壊状況、傾斜、柱・梁・壁の損壊状態、落下物、隣接建物の状態、基礎・地盤の状況、その他（ガス管、電線等の状況）の 7 つである。その結果、いずれか 1 つの項目でも「嚴重」と判定されれば、その建築物は「危険」と評価され赤色の標識が貼られる。全ての項目が「軽微」の場合には「安全」と評価され、緑色の紙が貼られる。それ以外の場合が「要注意」となり、必要に応じて一部立ち入り禁止等の措置がなされて、黄色の標識が貼られる。また、後続の損失評価作業を行う便宜上、各評価をさらに細かく分類することとなっていて「危険」の中で 3 ランク、「要注意」で 2 ランク、「安全」で 2 ランクに分けられる。各ランクは表 4.3.1 のように定義されている。この辺りの評価手順は日本の応急危険度判定にはない考え方である。また、第 2 段階の評価の要否についても判断される。第 1 段階の評価は、短時間で行うことが要求されており、1 つの建物に対して 10～30 分程度とされている。図 4.3.10、図 4.3.11(a)、(b) に、台湾の応急危険度判定の応急危険度評価シートを示す。

表 4.3.1 損失評価の定義（第1段階）

危険	A：取り壊して、再建が必要 B：補修費用が再建費用の約 75% C：補修費用が再建費用の約 50%
要注意	D：被害程度が「危険」に近い、補修費用が再建費用の約 30% E：被害程度が「安全」に近い、補修費用が再建費用の約 15%
安全	F：補修費用が再建費用の約 5% G：補修不要

一般の建築物は、第1段階の評価を経て第2段階の評価を行うとされているが、病院や警察署、消防署、被災者収容施設など重要度の高い建築物は、直接第2段階評価を行うとされている。第1段階での評価を変更する場合は第2段階の評価が必要であり、また、大きな余震が発生した場合には再評価が必要とされる。

第2段階評価は、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、れんが造、木造または竹・粘土造の4つの構造種別毎に評価することになっており、それぞれ9つの評価項目が設定されている。各項目に対して「軽微」、「中度」、「嚴重」の3ランクの判定を行い、その結果を集計して当該建築物に対する総合的な評価（「危険」、「要注意」、「安全」）がなされる。ただし、「危険」は評価項目の内容によって、「危険A」（解体が必要）と「危険B」（暫く使用中止）の2つに分けられている。9項目の全てに対して「軽微」あるいは「無被害」と判断される場合が「安全」であり、「危険」と「安全」以外の場合が「要注意」となる。図4.3.12(a)、(b)および図4.3.13(a)、(b)に示すように、各判定項目に対して評価基準が設けられている。

柱と梁の判定を明確に区別していること、周辺地盤や山留めの状況、近隣建物の傾斜の状況についても判定をすることなど、日本の場合よりも多くの項目について評価を要求している（日本の場合には、宅地地盤用の判定シートは、別途定められている<sup>4.8)</sup>）。

例えば、柱の損傷度がVと判断されるものが全柱数の20%を超えるならば「嚴重」、IVと判断されるものが20%以下なら「中度」、IVまたはVの損傷がなければ「軽微」と定義されている。RC柱の損傷度はI～Vまでの5段階に分類することとなっており、各レベルに対してひび割れの状態やコンクリートの剥落、主筋の状況に応じて判断できるように説明資料が用意されている。第2段階の評価方法は、日本の応急危険度判定に類似している。

表一 震災後建築物第一階段危険分級及其使用評価表

評価時間：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日、上午/下午\_\_\_\_時  
 評価人員：\_\_\_\_ 編組號碼：\_\_\_\_  
 所属單位：\_\_\_\_  
 甲、基本資料

建築物名稱	連絡人：
地址	電話：
用途	<input type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 商店 <input type="checkbox"/> 辦公室 <input type="checkbox"/> 醫院 <input type="checkbox"/> 學校 <input type="checkbox"/> 政府機關 <input type="checkbox"/> 工廠 <input type="checkbox"/> 其他
規模	地上 層；地下 層，底層大小約 m× m
結構	<input type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> 鋼骨 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 木造 <input type="checkbox"/> 其他

乙、評估項目（每棟評估時間以不超過 30 分鐘為原則）

編號	損壞狀況	輕微	中度	嚴重
1	建築物整體塌陷、部分塌陷、上部結構與基礎錯開			
2	建築物整體或部分樓層明顯傾斜			
3	建築物柱、樑損壞、牆壁龜裂			
4	墜落物與傾倒物危害情形			
5	鄰近建築物傾斜且影響本建築物安全者			
6	地表開裂、邊坡崩滑、擋土牆倒塌、基礎掏空或下陷、液化			
7	其他（如瓦斯管破裂瓦斯外溢、電線走火、有毒氣體外溢等）			

丙、評估結果及處理方式

- 上表中七個評估項目只要有一項為「嚴重」，即評為「危險」。
- 七個評估項目皆為「輕微」，則評為「安全」。

危險分級	<input type="checkbox"/> 危險	<input type="checkbox"/> 當注意	<input type="checkbox"/> 安全	部分禁止進入範圍
處理方式	<input type="checkbox"/> 禁止進入	<input type="checkbox"/> 進入時要注意	<input type="checkbox"/> 可以進入	
	<input type="checkbox"/> 須劃定隔離區	<input type="checkbox"/> 部分禁止進入		劃定隔離範圍：
標誌顏色	<input type="checkbox"/> 紅色	<input type="checkbox"/> 黃色	<input type="checkbox"/> 綠色	
損失評估	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G	

丁、評估過程附記事項（含照片）

戊、是否須進行第二階段評估：是；否

<原文>

震災後建築物の第1段階危険度ランクおよびその使用評価表

評価日時：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日、午前/午後\_\_\_\_時  
 評価員：\_\_\_\_ 編成番号：\_\_\_\_  
 所属部署：\_\_\_\_

甲、基本事項

建築物の名称	担当者：
住所	電話番号：
用途	<input type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 店舗 <input type="checkbox"/> 事務所 <input type="checkbox"/> 病院 <input type="checkbox"/> 学校 <input type="checkbox"/> 政府機関 <input type="checkbox"/> 工場 <input type="checkbox"/> その他
規模	地上 階；地下 階 1階面積約 m× m
構造	<input type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> 鉄骨 <input type="checkbox"/> れんが構造 <input type="checkbox"/> 木造 <input type="checkbox"/> その他

乙、評価項目（各建築物の評価時間は30分以内を原則とする）

No.	損壊状況	輕微	中度	嚴重
1	建築物の全倒壊・一部倒壊、上部構造と基礎のずれ			
2	建築物全体、あるいは一部階層に明らかな傾斜			
3	建築物の柱や梁の損壊、壁の亀裂			
4	落下物と傾斜物の被害状況			
5	近隣の建築物の傾斜、破壊が当該建築物の安全に及ぼす影響			
6	建築物の基礎、あるいは近隣地盤のひび割れ・陥没・がけ崩れ・土砂擁壁の倒壊・土壌の液状化			
7	その他（ガス管の破裂によるガス漏れ・電線が切れて落ちている・有毒ガスの漏れ等）			

丙、評価の結果と処理方法

- 上記表の7項目のいずれか一つでも「嚴重」なら、直ちに「危険」と評価する。
- 7つの評価項目すべてが「輕微」なら、「安全」と評価する。

危険ランク	<input type="checkbox"/> 危険	<input type="checkbox"/> 要注意	<input type="checkbox"/> 安全	一部立入禁止の範囲：
処理方法	<input type="checkbox"/> 立入禁止	<input type="checkbox"/> 立ち入り時要注意	<input type="checkbox"/> 立ち入りを許可	
	<input type="checkbox"/> 隔離区域要確定	<input type="checkbox"/> 一部立入禁止		確定された隔離区域の範囲：
標誌の色	<input type="checkbox"/> 赤色	<input type="checkbox"/> 黄色	<input type="checkbox"/> 緑色	
損失評価	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G	

丁、評価過程の備考（写真を含む）

戊、第2段階評価の要否：要 不要

<日本語訳>

図 4.3.10 応急危険度判定評価シート(第1段階)<sup>4.5)</sup>

震災後建築物第二階段危險分級及其使用評估表

(共計十頁)

壹、基本資料	
評估時間：__年__月__日，上午/下午__時	所屬單位：
評估人員：	編組號碼：
建築物名稱	聯絡人：
地址	電話：
用途	<input type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 商店 <input type="checkbox"/> 辦公室 <input type="checkbox"/> 醫院 <input type="checkbox"/> 學校 <input type="checkbox"/> 政府機關 <input type="checkbox"/> 工廠 <input type="checkbox"/> 其他
規模	地上__層；地下__層，底層大小約__m x __m
結構	<input type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> 鋼骨 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 木造 <input type="checkbox"/> 其他

貳、結構體及大地工程受災程度調查 (填寫適合項目，無適合者不填寫)

備註：

一、 鋼筋 混 凝 土 結 構	依右列判斷等級填寫各項：甲(輕微)、乙(中等)、丙(嚴重)
	1. 建築物整體或部分樓層傾斜。( )
	2. 基礎與上部結構脫離、錯開及柱基礎洩空程度。( )
	3. 柱損害程度。( )
	4. 梁損害程度。( )
	5. 結構牆(含剪力牆、承重牆)損害程度。( )
	6. 建築物沉降度。( )
	7. 地裂影響本建築物安全程度。( )
	8. 邊坡及擋土牆損害影響本建築物安全程度。( )
9. 鄰近建物傾斜度數影響本建築物安全程度。( )	
二、 鋼 造 結 構	依右列判斷等級填寫各項：甲(輕微)、乙(中等)、丙(嚴重)
	1. 建築物整體或部分樓層傾斜。( )
	2. 基礎與上部結構脫離、錯開及柱基礎洩空程度。( )
	3. 柱損害程度。( )
	4. 梁損害程度。( )
	5. 結構牆或斜撐損害程度。( )
	6. 建築物沉降度。( )
	7. 地裂影響本建築物安全程度。( )
	8. 邊坡及擋土牆損害影響本建築物安全程度。( )
9. 鄰近建物傾斜度數影響本建築物安全程度。( )	

三、 磚 造 結 構	含加強磚造，或以磚牆為主之磚木混合結構 依右列判斷等級填寫各項：甲(輕微)、乙(中等)、丙(嚴重)
	1. 建築物整體或部分樓層傾斜。( )
	2. 基礎與上部結構脫離、錯開及柱基礎洩空程度。( )
	3. 磚牆損害程度。( )
	4. 柱損害程度。( )
	5. 屋頂及樓版之支承移位。( )
	6. 建築物沉降度。( )
	7. 地裂影響本建築物安全程度。( )
	8. 邊坡及擋土牆損害影響本建築物安全程度。( )
9. 鄰近建物傾斜度數影響本建築物安全程度。( )	
四、 木 或 竹 混 造 結 構	依右列判斷等級填寫各項：甲(輕微)、乙(中等)、丙(嚴重)
	1. 建築物整體或部分樓層傾斜。( )
	2. 基礎與上部結構脫離、錯開及柱基礎洩空程度。( )
	3. 木牆或竹泥牆損害程度。( )
	4. 柱損害程度。( )
	5. 屋頂與樓版之支承移位。( )
	6. 建築物沉降度。( )
	7. 地裂影響本建築物安全程度。( )
	8. 邊坡及擋土牆損害影響本建築物安全程度。( )
9. 鄰近建物傾斜度數影響本建築物安全程度。( )	

參、評估結果

1.  危險A：(必須拆除者)  
 專業評估人員判斷有立即危險應立即拆除，並敘明理由者。  
 第2、3、4項其中二項評為丙(嚴重)者。  
 第2、3、4、5、6項其中三項評為丙(嚴重)者。  
 第1、7、8項其中一項評為丙(嚴重)者。

2.  危險B：(必須暫停使用者)  
 第2、3、4、9項其中一項評為丙(嚴重)者。  
 第2、3、4、5、6項其中二項評為丙(嚴重)者。

3.  當注意：危險A、危險B及安全以外者。

4.  安全：第1至9項評為甲(輕微)或無填寫必要者。

圖 4.3.11(a) 応急危険度判定評価シート(第2段階)<sup>4.5)</sup> <原文>

震災後建築物の第2段階危険度ランクおよび使用評価表

Ⅱ. 基本資料	
評価日時： 年 月 日 午前/午後	所属：
評価人員：	組番号：
建物名称	連絡者：
所在地	電話：
用途	<input type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 商店 <input type="checkbox"/> 事務所 <input type="checkbox"/> 病院 <input type="checkbox"/> 学校 <input type="checkbox"/> 政府機関 <input type="checkbox"/> 工場 <input type="checkbox"/> その他
規模	地上 階 地下 階 地面積大きさ約 m × m
構造	<input type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> S造 <input type="checkbox"/> れんが造 <input type="checkbox"/> 木造 <input type="checkbox"/> その他

Ⅲ. 構造体および地震被災程度の調査（適合する項目のみ記入） 備註：下記各項のランクを記入する前に、添付資料を詳読。	
右の記号でランクの判断をする： 甲(軽微)、乙(中度)、丙(嚴重)	
一、鉄筋コンクリート構造	<p>1. 建物全体、または一部階層が傾斜。 ( )</p> <p>2. 基礎と上部構造の脱離・外れ、または柱の基礎が浮いている。 ( )</p> <p>3. 柱の損傷度。 ( )</p> <p>4. 梁の損傷度。 ( )</p> <p>5. 構造用壁（耐震壁、荷重壁を含む）の損傷度。 ( )</p> <p>6. 建物の沈下状態。 ( )</p> <p>7. 地盤の亀裂が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>8. 周囲土壌または山止め壁の破損が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>9. 近隣建物の傾斜が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p>
二、鉄骨構造	<p>右の記号でランクの判断をする： 甲(軽微)、乙(中度)、丙(嚴重)</p> <p>1. 建物全体、または一部階層が傾斜。 ( )</p> <p>2. 基礎と上部構造の脱離・外れ、または柱の基礎が浮いている。 ( )</p> <p>3. 柱の損傷度。 ( )</p> <p>4. 梁の損傷度。 ( )</p> <p>5. 構造用の壁、またはブレースの損傷度。 ( )</p> <p>6. 建物の沈下状態。 ( )</p> <p>7. 地盤の亀裂が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>8. 周囲土壌または山止め壁の破損が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>9. 近隣建物の傾斜が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p>

三、れんが構造	<p>傾斜柱れんが造、またはれんが壁が主なれんが・木造混合の構造体を含む 右の記号をランクの判断として記入： 甲(軽微)、乙(中度)、丙(嚴重)</p> <p>1. 建物全体、または一部階層が傾斜。 ( )</p> <p>2. 基礎と上部構造の脱離・外れ、または柱の基礎が浮いている。 ( )</p> <p>3. 柱の損傷度。 ( )</p> <p>4. 梁の損傷度。 ( )</p> <p>5. 屋根およびスラブの支えが移動。 ( )</p> <p>6. 建物の沈下状態。 ( )</p> <p>7. 地盤の亀裂が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>8. 周囲土壌または山止め壁の破損が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>9. 近隣建物の傾斜が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p>
四、木造または竹・粘土造構造	<p>右の記号をランクの判断として記入： 甲(軽微)、乙(中度)、丙(嚴重)</p> <p>1. 建物全体、または一部階層が傾斜。 ( )</p> <p>2. 基礎と上部構造の脱離・外れ、または柱の基礎が浮いている。 ( )</p> <p>3. 柱の損傷度。 ( )</p> <p>4. 梁の損傷度。 ( )</p> <p>5. 屋根およびスラブの支えが移動。 ( )</p> <p>6. 建物の沈下状態。 ( )</p> <p>7. 地盤の亀裂が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>8. 周囲土壌または山止め壁の破損が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p> <p>9. 近隣建物の傾斜が当該建物の安全に及ぼす影響度。 ( )</p>

Ⅳ. 評価の結果
<p>1. <input type="checkbox"/>危険A：(解体が必要)</p> <p><input type="checkbox"/>専業評価員が、危険であり直ちに解体すべきであると判断するもの。</p> <p><input type="checkbox"/>第2、3、4項のうち、2項目が丙(嚴重)のもの。</p> <p><input type="checkbox"/>第2、3、4、5、6項のうち、3項目が丙(嚴重)のもの。</p> <p><input type="checkbox"/>第1、7、8項のうち、1項目が丙(嚴重)のもの。</p> <p>2. <input type="checkbox"/>危険B：(暫らく使用中止)</p> <p><input type="checkbox"/>第2、3、4、9項のうち、1項目が丙(嚴重)のもの。</p> <p><input type="checkbox"/>第2、3、4、5、6項のうち、2項目が丙(嚴重)のもの。</p> <p>3. <input type="checkbox"/>要注意：危険A、危険Bおよび安全以外のもの。</p> <p>4. <input type="checkbox"/>安全：第1～9項ともに甲(軽微)、または記入の必要がないもの。</p>

備考
<p>特にひどい損壊や危険と判断した理由、および後処理に対する意見等を記入。 写真や見取り図等、評価に関する資料もこの欄に貼付。</p>

図 4.3.11(b) 応急危険度判定評価シート(第2段階)<sup>4.5)</sup> <日本語訳>

附表

震災後建築物第2段階危険ランク作業試算表

評価日時： 年 月 日 午前/午後 時 所属部署：  
 評価人員： 組番号：  
 建物名称：

一、建物全体、または一部階層が傾斜している状態	1. 建物の傾斜角( ) 2. 傾斜被災程度のランク( ) 甲( ) 乙( ) 丙( )。 ※甲：軽微-傾斜角が1/60未満。 乙：中度-傾斜角が1/60~1/30。 丙：嚴重-傾斜角が1/30を超える。	五、構造壁(耐震壁・荷重壁を含む)の損傷程度	1. 構造壁の総長( )m。〔地震力を受けるもの。総長は水平断面の壁の総計とし、損傷が最も激しい階層で合計。〕 2. 損傷を受けた構造壁がIVの状態( )m、総数の( )%。 3. 損傷を受けた構造壁がVの状態( )m、総数の( )%。 4. 構造壁の損傷ランク( ) 甲( ) 乙( ) 丙( )。 ※甲：軽微-構造壁がIVまたはV級の損傷がないもの。 乙：中度-構造壁がIVまたはV級の損傷が総数の20%以下。 丙：嚴重-構造壁がIVまたはV級の損傷が総数の20%を超える。
二、基礎と上部構造の脱離・外れ、または基礎が浮いている状態	1. 基礎総数( )。 2. 基礎が浮き、または上部柱・壁構造と脱離・外れが5cm以上が( )本ある。 3. 前項は基礎総数の( )%。 4. 基礎被災程度ランク( ) 甲( ) 乙( ) 丙( )。 ※甲：軽微-10%未満、乙：中度-10%~20%、丙：嚴重-20%を超える。	六、れんが、または補強柱れんが造建物のれんが壁の損傷程度	1. れんが壁の総長( )m、(総長は水平断面の壁の総計とし、損傷が最も激しい階層で合計)。 2. れんが壁の亀裂が0.5cmより大きい壁( )m、総長の( )%。 3. れんが壁の損傷ランク( ) 甲( ) 乙( ) 丙( )。 ※甲：軽微-れんが壁の損傷が20%未満。 乙：中度-20%~50%。 丙：嚴重-50%を超える。
三、柱の損傷程度	1. 柱の総数( )本。(構造柱のみ、損傷が最も激しい階層で数える。) 2. 損傷した柱がIVの状態( )本、総数の( )%。 3. 損傷した柱がVの状態( )本、総数の( )%。 4. 柱の被災程度ランク( ) 甲( ) 乙( ) 丙( )。 ※甲：軽微-IVまたはV級の損傷がないもの。 乙：中度-IV級の損傷が総数の20%以下。 丙：嚴重-V級の損傷が総数の20%を超える。	七、建物の沈下状態	1. 沈下( )m。 2. 沈下の傾斜角( )。 3. 沈下被災程度( ) 甲( ) 乙( ) 丙( )。 ※甲：軽微-1/200未満。 乙：中度-1/200~1/50。 丙：嚴重-1/50を超える。
四、梁の損傷程度	1. 梁の総数( )本。(構造梁のみ、損傷が最も激しい階層で数える。) 2. 損傷した梁がIVの状態( )本、総数の( )%。 3. 損傷した梁がVの状態( )本、総数の( )%。 4. 梁の損傷程度ランク( ) 甲( ) 乙( ) 丙( )。 ※甲：軽微-IVまたはV級の損傷がないもの。 乙：中度-IVまたはV級の損傷が総数の20%以下。 丙：嚴重-IVまたはV級の損傷が総数の20%を超える。		

図 4.3.12(a) 応急危険度評価計算表(第2段階)<sup>4.5)</sup> <日本語訳>

八、周辺土堤、および山留め壁の損傷が建物の安全に影響する程度	1.建物が周辺土堤崩れ等の程度（丸で記入）。	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>建物が土堤崩れの範囲内にある</th> <th>建物が土堤崩れの縁にある</th> <th>建物が土堤崩れの範囲外にある</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>土堤損傷嚴重</td> <td>丙</td> <td>丙</td> <td>乙</td> </tr> <tr> <td>土堤損傷中度</td> <td>丙</td> <td>乙</td> <td>甲</td> </tr> <tr> <td>土堤損傷輕微</td> <td>乙</td> <td>甲</td> <td>甲</td> </tr> </tbody> </table>				建物が土堤崩れの範囲内にある	建物が土堤崩れの縁にある	建物が土堤崩れの範囲外にある	土堤損傷嚴重	丙	丙	乙	土堤損傷中度	丙	乙	甲	土堤損傷輕微	乙	甲	甲
		建物が土堤崩れの範囲内にある	建物が土堤崩れの縁にある	建物が土堤崩れの範囲外にある																
土堤損傷嚴重	丙	丙	乙																	
土堤損傷中度	丙	乙	甲																	
土堤損傷輕微	乙	甲	甲																	
	2.山止め壁の損傷が建物安全に影響する程度。	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>山留めと建物の水平距離が半分の高さ以内</th> <th>山留めと建物の水平距離が半分～1倍の高さ</th> <th>山留めと建物の水平距離が1倍の高さ以上</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>壁の損傷嚴重</td> <td>丙</td> <td>丙</td> <td>乙</td> </tr> <tr> <td>壁の損傷中度</td> <td>丙</td> <td>乙</td> <td>甲</td> </tr> <tr> <td>壁の損傷輕微</td> <td>乙</td> <td>甲</td> <td>甲</td> </tr> </tbody> </table>				山留めと建物の水平距離が半分の高さ以内	山留めと建物の水平距離が半分～1倍の高さ	山留めと建物の水平距離が1倍の高さ以上	壁の損傷嚴重	丙	丙	乙	壁の損傷中度	丙	乙	甲	壁の損傷輕微	乙	甲	甲
	山留めと建物の水平距離が半分の高さ以内	山留めと建物の水平距離が半分～1倍の高さ	山留めと建物の水平距離が1倍の高さ以上																	
壁の損傷嚴重	丙	丙	乙																	
壁の損傷中度	丙	乙	甲																	
壁の損傷輕微	乙	甲	甲																	
	註： 1. 土堤の損傷が嚴重－崩れが発生。 2. 土堤の損傷が中度－崩れが未発生、但し裂け目がある。 3. 土堤の損傷が輕微－著しい損傷がない。 4. 壁本体の損傷が嚴重－傾斜が1/30を超える。 5. 壁本体の損傷が中度－傾斜が1/30～1/60。 6. 壁本体の損傷が輕微－傾斜が1/60未満、且つ変位がない。																			
九、近隣建物の傾斜が、当該建物の安全に及ぼす影響	1. 近隣の建物傾斜角[ ]。(建物と傾斜した建物との水平距離が該当建物高さの2倍の場合を除外) 2. 近隣の建物の傾斜が安全に影響する評価 ( ) 甲 ( ) 乙 ( ) 丙。 ※甲：輕微－該当傾斜建物の傾斜角が1/60未満。 乙：中度－傾斜角が1/30～1/60。 丙：傾斜角が1/30を超える。																			

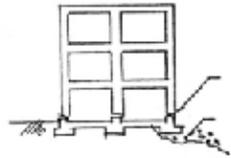
図 4.3.12(b) 応急危険度評価計算表(第2段階)<sup>4.5)</sup> <日本語訳>

參考圖例：

一、建築物傾斜

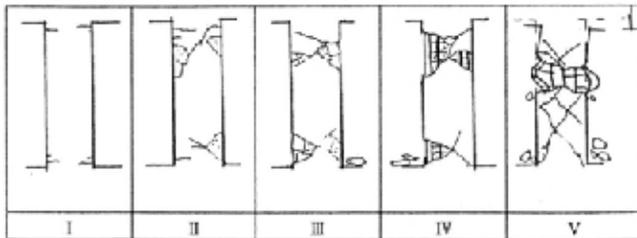


二、基礎與上部結構錯開或掏空



三、柱損害程度

- I、輕微裂縫。
- II、有明顯之裂痕。
- III、混凝土保護層剝落。
- IV、可見柱筋或箍筋，但鋼筋未挫屈且中間混凝土尚未裂脫落。
- V、箍筋斷裂脫落，主筋挫曲，混凝土碎裂，樓層下陷。



四、梁損害程度

- I、輕微裂縫
- II、剪力裂縫 0.3mm 以下，混凝土粉刷脫落
- III、混凝土保護層剝落，但主筋未挫屈，箍筋未斷裂
- IV、保護層脫落範圍擴大，部份箍筋斷裂，主筋可能折曲。
- V、箍筋斷裂脫落，主筋折曲嚴重，梁內混凝土脫開，樓層下陷。

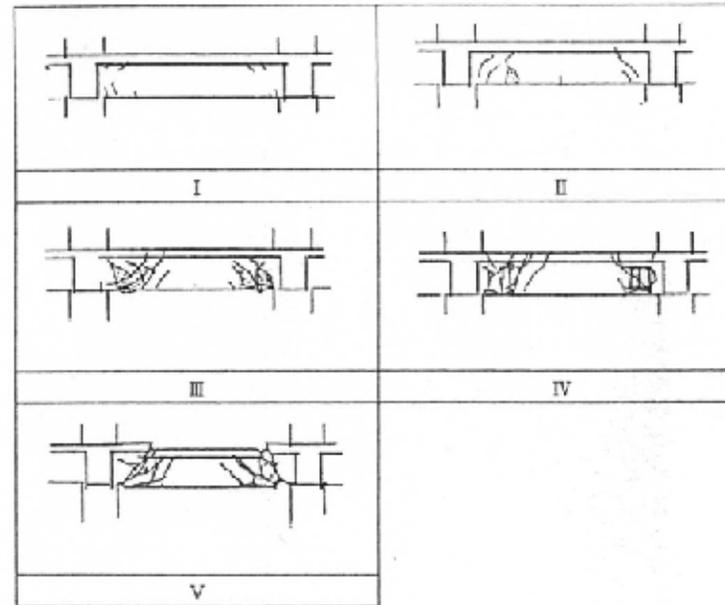
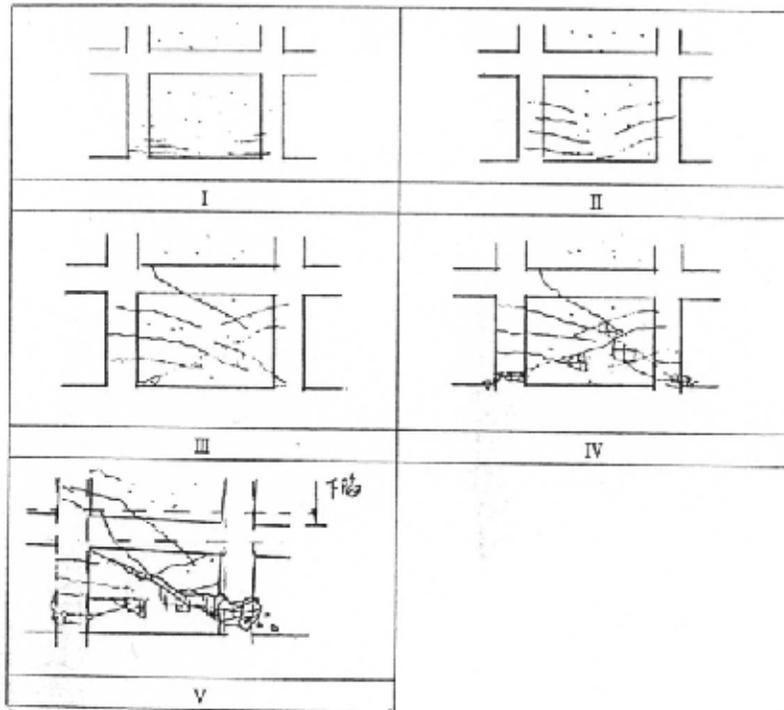


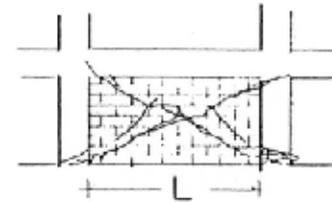
圖 4.3.13(a) 應急危險度評估計算表·參考圖(第 2 段階)<sup>4.6)</sup> <原文>

### 五. 結構牆損害程度

- I、輕微裂縫，水平向裂縫寬度在 0.3mm 以下。
- II、水平向裂縫多且延伸至柱，裂縫寬度 0.3~0.5mm。
- III、有斜向裂縫，但未見牆內主筋。
- IV、有大量之斜向裂縫，可見牆內主筋但未拉斷，邊柱之保護層脫落。
- V、斜向裂縫擴大，牆內主筋拉斷，邊柱壓潰，柱筋挫屈，混凝土碎裂脫出，樓版下陷。

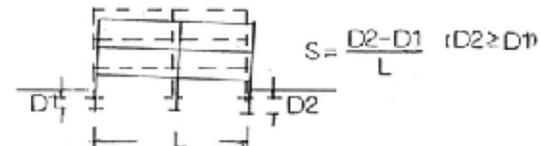


### 六. 磚造或加強磚造之損壞



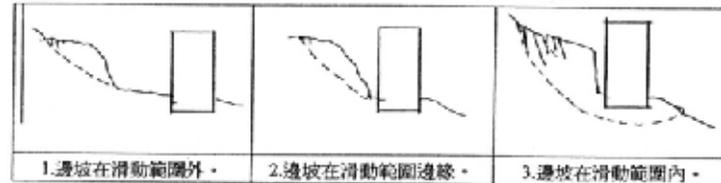
斜向裂縫（可能沿磚縫處開裂）  
L-損壞磚壁之長度

### 七. 建築物沉陷



S-沉陷斜率

### 八. 邊坡及擋土牆之損害



### 九. 鄰近建築物之傾斜

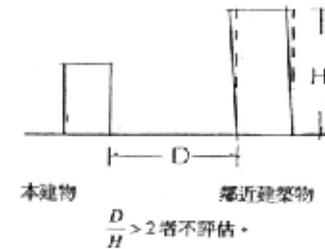


圖 4.3.13(b) 應急危險度評估計算表·參考圖(第 2 段階)<sup>4.6)</sup> <原文>

応急危険度判定作業の実施フローを図 4.3.14 に示す。評価の主管部門は中央政府では内政部營建署、地方自治体では各県・市の工務局となる。評価は、構造技師・土木技師・建築士以外でも主管部門が行う講習・訓練を受けて合格した判定士であれば実施できる。判定は 2 人 1 組で行う。

1996 年の応急危険度判定法の制定以来、体制作りも進められてきており、1997 年 12 月にはリーダー的な判定士を養成するための講習会が開催され、建築師、土木技師、構造技師など 130 人が受講した。地震が発生した 1999 年 9 月時点では判定業務の中核となる技術者が 140~150 人、講習を受講した判定士約 1500 人が既に養成されていた。図 4.3.15 に地方管轄組織が行う応急危険度判定に係わる作業関連フローを示す。

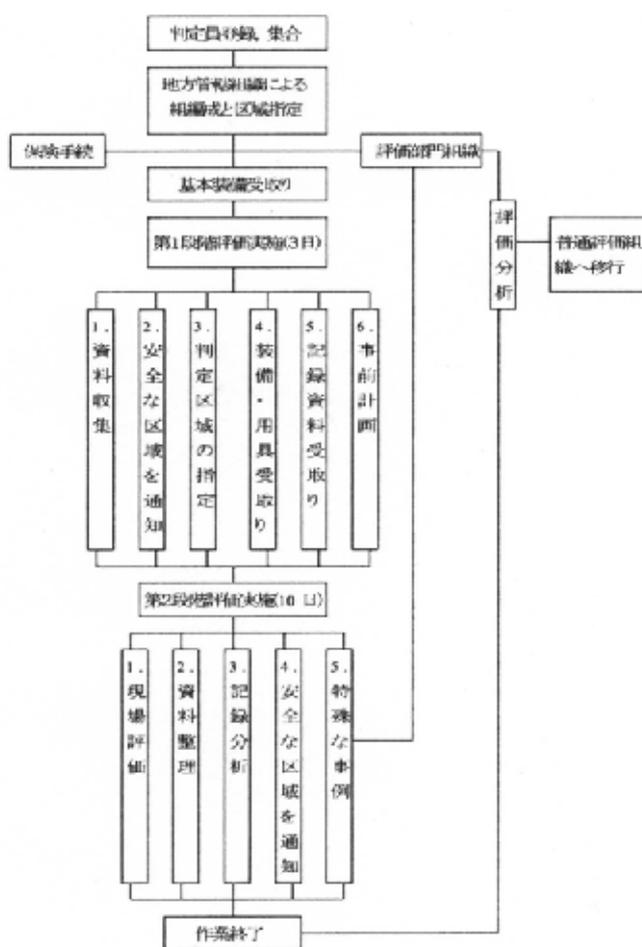


図 4.3.14 応急危険度判定業務フロー<sup>4.5)</sup>

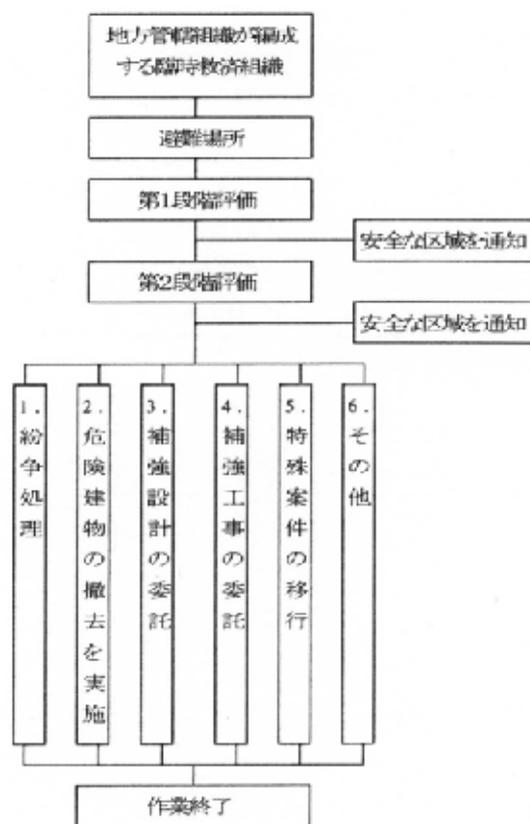


図 4.3.15 地方管轄組織が行う応急危険度判定に係わる作業フロー<sup>4.5)</sup>

#### 参考文献

- 4.1) (社)日本建築学会、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」、1971年5月
- 4.2) (社)日本建築学会近畿支部鉄筋コンクリート構造部会、「1995年兵庫県南部地震コンクリート系建物調査報告」、1996年7月
- 4.3) (社)日本建築学会・(社)土木学会編、「1995年阪神・淡路大震災スライド集」、平成7年7月
- 4.4) Takashi Kaminosono、Fumitoshi Kumazawa、Yoshiaki Nakano、「QUICK INSPECTION MANUAL OF DAMAGED REINFORCED CONCRETE BUILDINGS DUE TO EARTHQUAKES」、March.2002
- 4.5) 日本建築学会、「1999年台湾・集集地震災害調査報告および応急復旧技術資料第I編災害調査報告」、2000年11月
- 4.6) 内政部營建署、「震災後建築物危険分級及其使用評価基準」、1996年12月
- 4.7) 内政部營建署、「震災後建築物緊急評価人員講習會」、1999年4月
- 4.8) (社)全国宅地擁壁技術協会 被災宅地危険度判定連絡協議会、被災宅地の調査・危険度判定マニュアル

## 第5章 応急危険度判定手法を持たない国への導入の考え方

ここでは、今後、応急危険度判定を導入する可能性のある国の建物概要・被害の特徴を示し、それを踏まえた上で応急危険度判定導入の際に考慮すべき留意点を示す。また、各国の設計方法や建物の特徴等を把握し、応急危険度判定の適用性を検討するため、参考資料として、付3. 各国耐震設計基準の比較に各国の耐震規定の比較を示す。

### 5.1 フィリピン

#### 5.1.1 建物概要

鉄筋コンクリート造の特徴としては、柱・梁・スラブを鉄筋コンクリート造とし、壁は Concrete Hollow Block（以下 C.H.B.と記す）と呼ばれる中空ブロックを積み、モルタル塗りしたものが多く、鉄筋コンクリート造の外壁、耐震壁はほとんど見られない。基礎は直接基礎がほとんどで、杭基礎は少ない。配筋の詳細は、柱の帯筋間隔が荒く、柱・梁接合部の配筋が乏しいものが多く、またコンクリート断面に対して鉄筋径が太いなどの特徴がある。さらに施工品質が必ずしも確保されていない問題もある（図 5.1.1～図 5.1.4）。

#### 5.1.2 被害の特徴

1990年フィリピン地震による建物被害のうち鉄筋コンクリート造建物では、下階の柱に圧壊が生じ建物全体が傾斜あるいは横倒しになり倒壊に至ったもの（図 5.1.5）、また下階の大半の柱がせん断破壊することにより下階が崩壊しパンケーキ破壊を起こしたもの（図 5.1.6）が典型的な例として挙げられる。図 5.1.7 は壁の少ない1、2階部分の柱が破壊し、軸力を支えきれずに落階した例である。柱のせん断補強筋量が少なく、柱断面に比べ主筋量が多く、主筋が脆性的に破壊したものや座屈したものが見られた。また、中空ブロックは、変形に追従できずブロック壁のみの単独損傷を生じた例が見られた（図 5.1.8）。さらに、地盤の液状化により、建物が傾斜・沈下を起こしたものもあった。

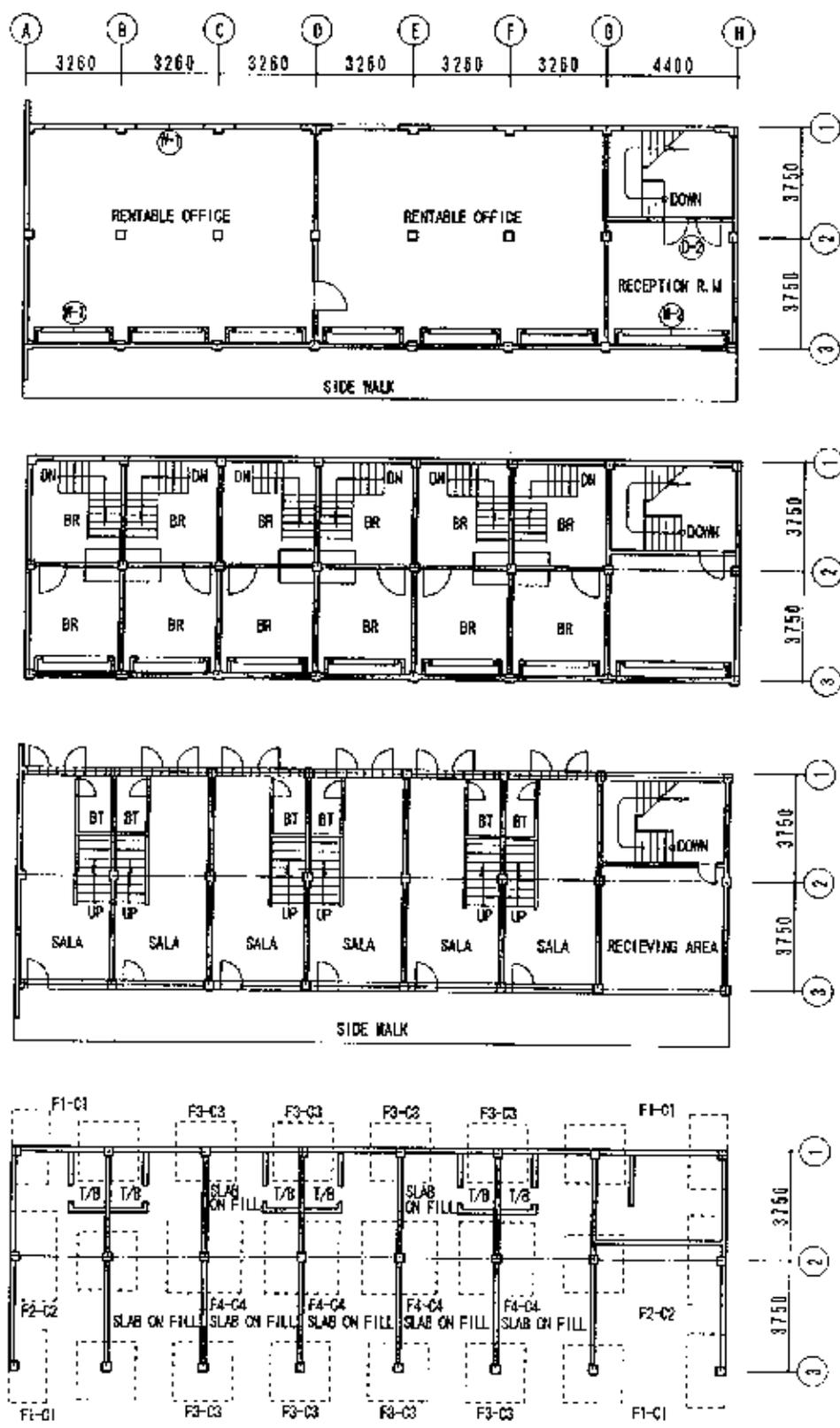


図 5.1.1 フィリピンの建物事例<sup>5.1)</sup>

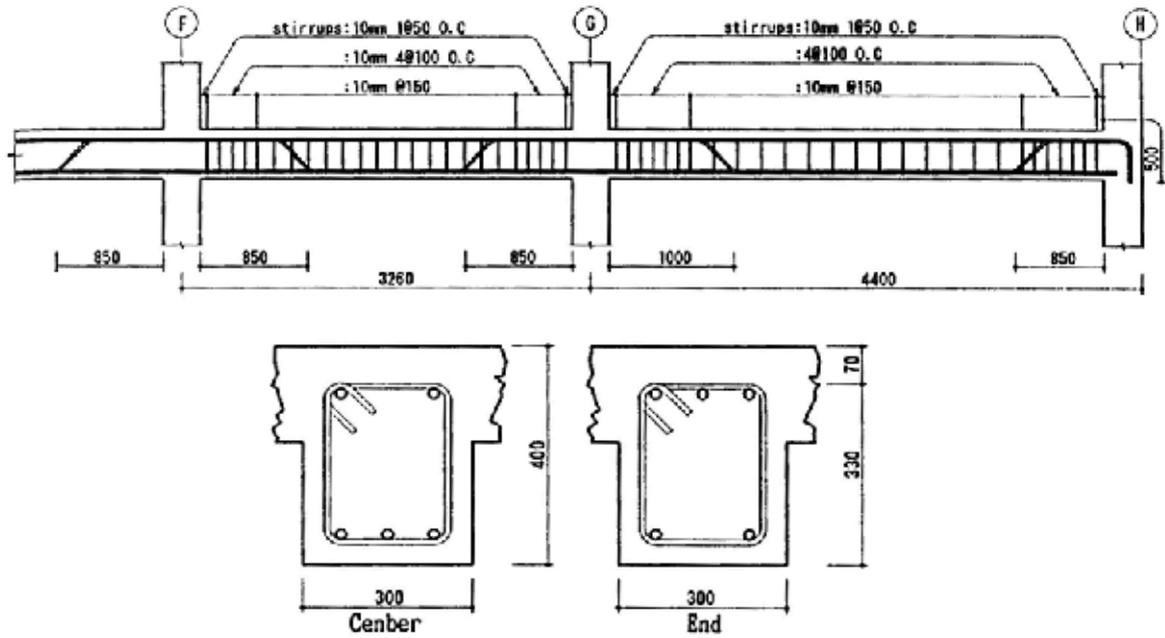


図 5.1.2 前図フィリピンの建物事例の梁配筋 5.1)

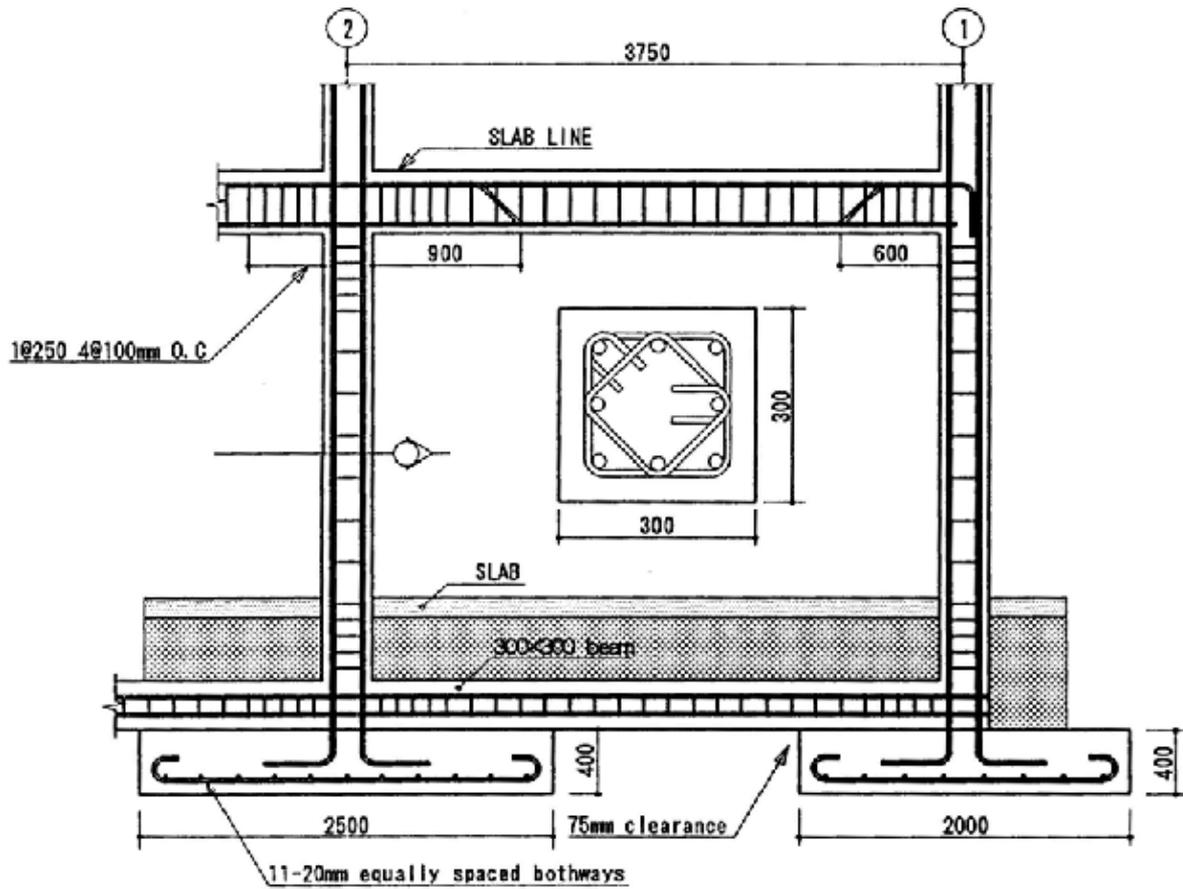


図 5.1.3 前図フィリピンの建物事例の配筋詳細図 (1階) 5.1)

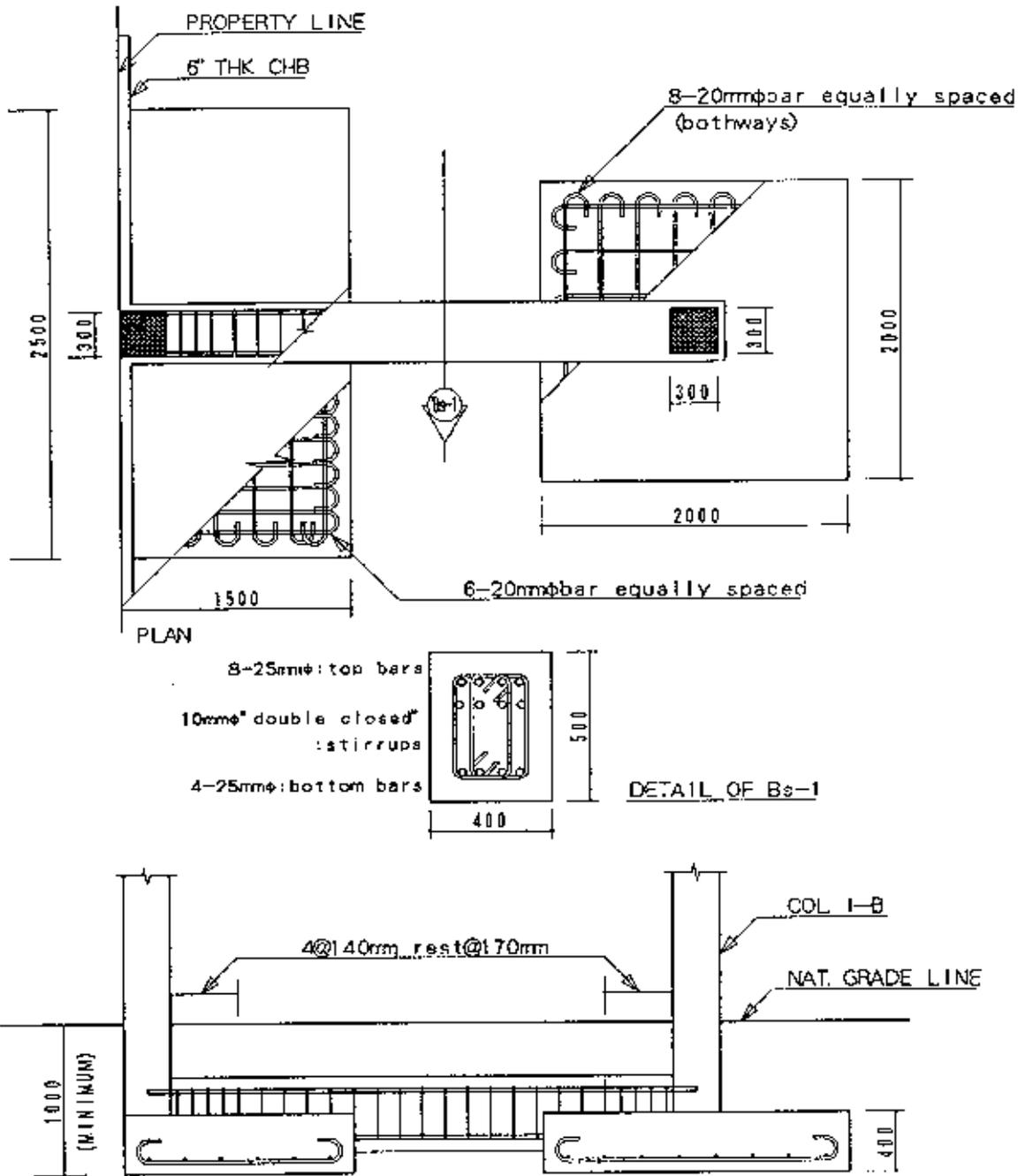


図 5.1.4 前図フィリピンの建物事例の基礎詳細図 5.1)



図 5.1.5 転倒した建物



図 5.1.6 パンケーキ破壊した建物<sup>5.1)</sup>



図 5.1.7 1、2階が落階した建物<sup>5.1)</sup>

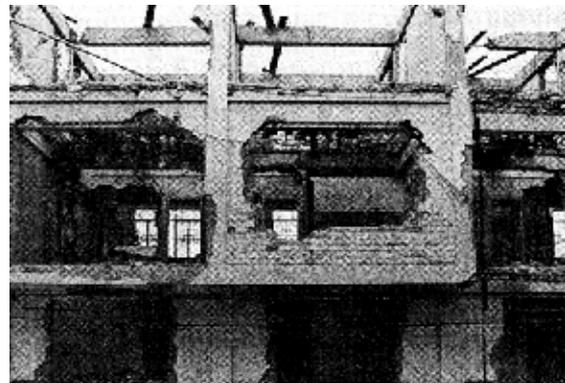


図 5.1.8 ブロック壁の損傷<sup>5.1)</sup>



図 5.1.9 下層階が層崩壊した建物



図 5.1.10 柱主筋の座屈



図 5.1.11 1階柱脚部の曲げ引張り

### 5.1.3 応急危険度判定手法導入の考え方

フィリピンの建物は、構造部材が細く、壁に中空ブロックを用いるものが多い。したがって、トルコと似た建物であることから、トルコの建物に応急危険度判定を導入する際に考慮した点と同様の考え方を採用することによって、日本の応急危険度判定手法が導入できると考えられる。ただし、図 5.1.3 に示すフィリピンの建物事例の配筋詳細図を見ると、柱および梁が極端に細いこと、柱・梁接合部が小さくせん断補強筋が少ないこと、また、梁の主筋の配筋法や定着法を見ると鉛直荷重に対してのみ設計されている可能性があること、などによりトルコの建物よりも厳しく危険度判定の評価を行う必要があると考えられる。なお、柱・梁のみが鉄筋コンクリート造で、床は木造、外壁は C.H.B.とした建築物や梁間方向(戸境部)のみが鉄筋コンクリート造のフレーム構造で、戸境壁および外壁は C.H.B.とし、桁行方向は木造の桁をのせるだけで床は木造とした建築物のような混構造の建築物が一般住宅や中小建築にしばしば見られるが、本報告書では対象外としており、日本の応急危険度判定を適用する際には木造の応急危険度判定を参考にするなど、別途検討が必要である。

#### 1) 細い柱と梁および柱・梁接合部の損傷度の定義

フィリピンの建物には、構造部材として、薄い部材や細い部材が多く使われており、せん断補強筋による拘束効果も十分でないため、柱の軸力比が高くなり、最大耐力以後の耐力低下が大きいという特徴がある。また、細い柱・梁部材では柱・梁接合部が弱点となる。そのため、細い柱や梁、および小さな柱・梁接合部の損傷度を定義し、危険度評価に取り入れる。

#### 2) 危険度判定評価に取り入れる損傷度

コンクリート架構の耐力が低く、中空ブロック壁の耐力が大きいため、中空ブロック壁が破壊すると急速に耐力劣化を引き起こすと考えて、中空ブロック壁を構造部材と見なし

て、応急危険度判定を行う。

### 3)中空ブロック壁 (C.H.B.) の落下危険性

フィリピンの建物の多くは中空ブロック壁 (C.H.B.) が用いられており、過去の地震被害において、中空ブロックのみ損傷を生じた例も見られた。したがって、中空ブロック壁の落下危険性が高いことを考慮して、落下危険物の評価を行う。

## 5.2 インド

### 5.2.1 建物概要

高層の集合住宅は、鉄筋コンクリート造ラーメン形式となっているが、壁のほとんどが無鉄筋の壁となっている。また、高層の集合住宅は1階部分を駐車場とし、2階以上に壁が存在することによりピロティ形式となるものがほとんどである（図 5.2.1、図 5.2.2）。低層の建物は、れんがブロックや石などの組積造あるいは柱・梁が鉄筋コンクリート造で壁が無補強組積造となっている（図 5.2.4）。また、設計・施工に耐震基準等で規定されている構造規定が徹底されていないことがある。



図 5.2.1 1階がピロティ形式の集合住宅  
(アーメダバード)



図 5.2.2 ピロティ部分  
(アーメダバード)



図 5.2.3 鉄筋コンクリート2階建建物  
(フジ)



図 5.2.4 ブロック組積造の低層建物  
(フジ)



図 5.2.5 梁配筋が十分に定着されていない  
柱・梁接合部（フジ）



図 5.2.6 柱・梁接合部（フジ）

### 5.2.2 被害の特徴

2001年インド西部地震による地震被害では、ピロティ形式となっている建物の1階部分に損傷が集中し、それが全体崩壊に至った例があった（図 5.2.7）。また、柱・梁フレームが鉄筋コンクリート造で壁が無補強の組積造となっている建物では、壁が激しく損傷した（図 5.2.10）。



図 5.2.7 建物の手前部分が完全に崩壊した集合住宅（1階がピロティ形式）



図 5.2.8 低層住宅（組積造）の崩壊



図 5.2.9 面外に倒壊した組積造建物の壁



図 5.2.10 損傷した無補強組積造



図 5.2.11 柱が鉄筋コンクリート造で壁が組積造の建物の被害



図 5.2.12 1階が崩壊した6階建RC造建物



図 5.2.13 伝統的な低層組積造建物の崩壊



図 5.2.14 扁平な柱断面



図 5.2.15 短柱化した柱のせん断破壊

### 5.2.3 応急危険度判定手法導入の考え方

インドの集合住宅ではピロティが多く、上階では鉄筋コンクリート造の柱・梁フレームに無補強組積造壁を用いるものが多い。また、構造部材は扁平な柱や細い柱などが見られ、柱・梁接合部は梁配筋が十分に定着されていない。したがって、これらを考慮し、トルコの建物に応急危険度判定を適用する際に考慮した点と考え方を参考にすることによって、日本の応急危険度判定手法が導入できると考えられる。

#### 1)扁平な柱や細い柱、柱・梁接合部、梁の損傷度の定義

インドの建物には、薄い柱や細い柱が用いられており、せん断補強筋も粗いと考えられる。したがって、柱の軸力比が高くなり、最大耐力以後の耐力低下が大きい。また柱・梁接合部は梁配筋が十分定着されておらず、脆弱であると考えられるため、扁平な柱や細い柱および柱・梁接合部の損傷度を定義し、危険度評価に取り入れる。

#### 2)危険度判定評価に取り入れる損傷度

インドの建築物に用いられている薄い柱や細い柱は、最大耐力以後の耐力低下が大きいと考えられる。したがって、損傷度Ⅲ程度の部材であっても、余震によって容易に耐力劣化を引き起こすと考え、応急危険度判定を行う。

#### 3)無補強組積造壁の落下危険性

無補強組積造の壁の落下危険性が高いことを考慮して、落下危険物の評価を行う。

## 5.3 ペルー

### 5.3.1 建物概要

ペルーの鉄筋コンクリート造建物は、鉄筋コンクリート造柱梁フレームに無補強れんが壁を挿入したもの（図 5.3.1）が多い。また、鉄筋コンクリート造柱・梁フレームに、れんが壁を加えた構造である枠組み組積造（図 5.3.2）がある。枠組み組積造の場合には、れんが等を先に組積し、壁と壁の間の部分に後でコンクリート打ちを行う。さらに、ペルーの建物の構造形式では日干しれんがによるアドベ造（図 5.3.3）や石造（シジャール造）（図 5.3.4）などがある。シジャールとは日本の伊豆大島、新島で産出する耐火石のような軽石である。

鉄筋コンクリート造建物は、建物の規模にもよるが、柱は概して細く（柱断面 40×40cm 程度）、柱・梁フレームに挿入されたれんが壁は、非構造壁で柱・梁と一体性はないため、構造的に脆弱であると言える。枠組み組積造は、れんが壁とコンクリート造柱・梁は構造的に一体性はあるが、家の持ち主等、建設技術を専門としない人が施工する 경우가多く、施工品質は悪いことが多い。シジャール造、アドベ造といった構造形式の耐震性には問題がある。



図 5.3.1 RC 造ラーメンにれんが造壁（非構造壁）が挿入された建物



図 5.3.2 枠組み組積造（無筋壁）



図 5.3.3 アドベ造の建物





図 5.3.4 シジャー造の建物（石造）

### 5.3.2 被害の特徴

2001年のペルー南部において発生した地震による建物被害では、腰壁により短柱化した柱やせん断補強筋間隔が広い柱のせん断破壊が目立ち、その他として液状化現象も見られた。図 5.3.5 は高い腰壁により短柱化し、せん断破壊した柱で、せん断補強筋間隔が 30cm である。図 5.3.6 は、雑壁により短柱化し、付着割裂破壊を生じた柱であり、せん断補強筋間隔は 25cm である。図 5.3.7 は液状化により建物が傾斜し、壁・床に大きなひび割れが生じた例である。



図 5.3.5 短柱化によりせん断破壊した柱



図 5.3.6 付着割裂破壊を生じた柱



図 5.3.7 液状化により大きなひび割れが発生した壁・床

### 5.3.3 応急危険度判定手法導入の考え方

ペルーの鉄筋コンクリート造建物は、柱・梁フレームにれんが壁を挿入したものが多く、構造部材として細い柱や梁が用いられ、れんが壁は柱・梁と一体性はない。したがって、構造的には、トルコの鉄筋コンクリート建物とほとんど同じであることから、トルコの建物に応急危険度判定を適用する際の考え方を参考にすることによって、ペルーの建物にも日本の応急危険度判定手法が導入できると考えられる。ただし、枠組み組積造、アドベ造、石造（シジャー造）は、別途、壁の構造性能や損傷度を評価する必要がある。

#### 1) 細い柱と梁および柱・梁接合部の損傷度の定義

ペルーの鉄筋コンクリート造建物には、構造部材として薄い部材や細い部材が多く用いられ、せん断補強筋間隔も粗い。そのため、柱の軸力比が高くなり、最大耐力以後の耐力低下が大きいという特徴が考えられる。また、細い柱・梁部材では柱・梁接合部が弱点となる。したがって、細い柱や梁、および小さな柱・梁接合部の損傷度を定義し、危険度評価に取り入れる。

#### 2) 危険度判定評価に取り入れる損傷度

ペルーの建築物に用いられている薄い柱や細い柱は、最大耐力以後の耐力低下が大きいと考えられる。したがって、損傷度Ⅲ程度の部材であっても、余震によって容易に耐力劣化を引き起こすと考え、応急危険度判定を行う。

#### 3) れんが壁の落下危険性

鉄筋コンクリート造柱・梁フレームにれんが壁を挿入したものでは、壁と柱梁フレームの一体性はないため、れんが壁の落下危険性が高い。したがって、れんが壁が無補強であると判断されれば、柱・梁の構造体の被害が小さくても、れんが壁の落下危険度が大きいと判断し、落下危険物の評価を行う。

参考文献

- 5.1) 日本建築学会、「1990年フィリピン地震災害調査報告」、1992年3月

## 第6章 おわりに

地震によって被災した建物の余震に対する危険性(安全性)を評価・判定し、その結果を住民に知らせることは、余震によるさらなる被害を軽減するとともに、住民の過剰な不安を取り除くためにも重要である。日本においては、阪神・淡路大震災以前に開発された応急危険度判定が、阪神・淡路大震災以後、急速に全国に広まった。その後の地震においても応急危険度判定は実施されている。

一方、地震被害の多い諸外国（米国を除く）では、応急危険度判定手法そのものだけでなく、判定実施体制も確立されていないことが多い。そこで、本報告書では、外国の鉄筋コンクリート造建物の特徴と地震被害の特徴をふまえ、日本の応急危険度判定手法を外国に導入する際に考慮すべき点を検討し、まとめた。

対象とした国は、トルコ、台湾、フィリピン、インド、ペルーである。

台湾の鉄筋コンクリート造建物は日本の建物に似ているため、日本の応急危険度判定手法を、ほとんど修整せずに適用可能と考えられる。

トルコ、フィリピン、インド、ペルーの鉄筋コンクリート造建物は、日本の建物に比べて、扁平または細い柱、せいの小さい梁、小さな柱・梁接合部、無補強の組積造壁（非構造壁）で構成されていることが多く、また、それぞれに共通する部分も多い。日本の応急危険度判定手法を導入する際には、これらの部材の地震時挙動を考慮して、修整する必要がある。日本の応急危険度判定手法をトルコの鉄筋コンクリート造建物の特徴を考慮して修整した、トルコ版応急危険度判定手法（付録2）があるので参考にするとよいと考えられる。ただし、本報告書では各国の鉄筋コンクリート造建物に関する情報が十分とはいえない部分もあるので、各国において応急危険度判定手法を確立する際には、現地の研究者や技術者の意見や考えを、十分加味する必要があると考えられる。

なお、インドネシアに関しては、情報が不足したためこの報告書では検討していない。一部の地震被害の情報を付録3. **インドネシア国スマトラ島ブルクルー地震による住宅建築物の被害概要**につけているので参考にされたい。