

# 地震時における防災拠点建物の機能確保

建物二次部材と建築設備を対象としたリスク評価手法の開発

## Securing the Essential Functions of Disaster Restoration Bases when Earthquakes have Occurred

Developing a Risk Evaluation Method for Non-Structural Components of Buildings

(土木建築部 建築G)

近年、地震時に建物二次部材<sup>1</sup>や建築設備<sup>2</sup>の被害によって建物の機能が果たせなくなる事例が確認されている。当社には地震時に災害復旧の拠点となる建物があり、建物機能の確保は重要な課題である。そこで、これらの防災拠点建物について地震時に必要機能<sup>3</sup>が損失するリスクを評価する実用的な手法を策定し、当社の静岡支店西館で試行した。

(Architecture Group, Civil and Architectural Engineering Department)

Recent earthquakes have highlighted the problem that damage to non-structural components of buildings may cause the loss of building functions. To ensure the early restoration of power after earthquakes, securing the essential functions of disaster restoration bases is very important. Therefore, the authors have developed a practical risk evaluation method to assess the loss of building functions due to earthquakes and have conducted a trial of the method at the Shizuoka branch.

### 1 研究の背景

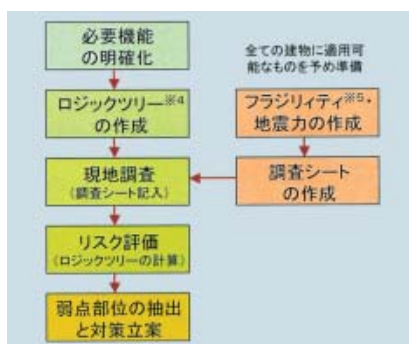
当社では、これまで建物の地震対策として、構造躯体の耐震診断を行い、必要に応じて耐震補強を実施してきた。ところが近年の地震被害を見ると、構造躯体が被害を免れても、建物二次部材や建築設備(以下、二次部材等)の被害によってその建物の機能が果たせなくなる事例が改めて確認されている。

そこで、建物の耐震性能について構造躯体以外の部分に着目し、地震時に必要機能が損失するリスクを評価する実用的な手法を策定し、当社の防災拠点建物に適用することとした。

### 2 リスク評価手法の概要

リスク評価手法の整備にあたり、建物および機能を構成する部位の弱点抽出と対策立案ができることを目標とし、また対象建物も多いことから、短時間で、特殊な専門技術が無くても評価ができる簡単な手法を目指した。

評価のフローを第1図に示す。防災拠点に求められる必要機能を決定し、これを頂上においたロジックツリーを作成する。現地調査を行い、想定震度に対する部材毎の損傷確率(フラジリティ<sup>5</sup>)を評価する。その後、ロジックツリーを計算することで必要機能の損傷確率が得られ、弱点となる部屋や部位が明らかとなる。



第1図 リスク評価のフロー

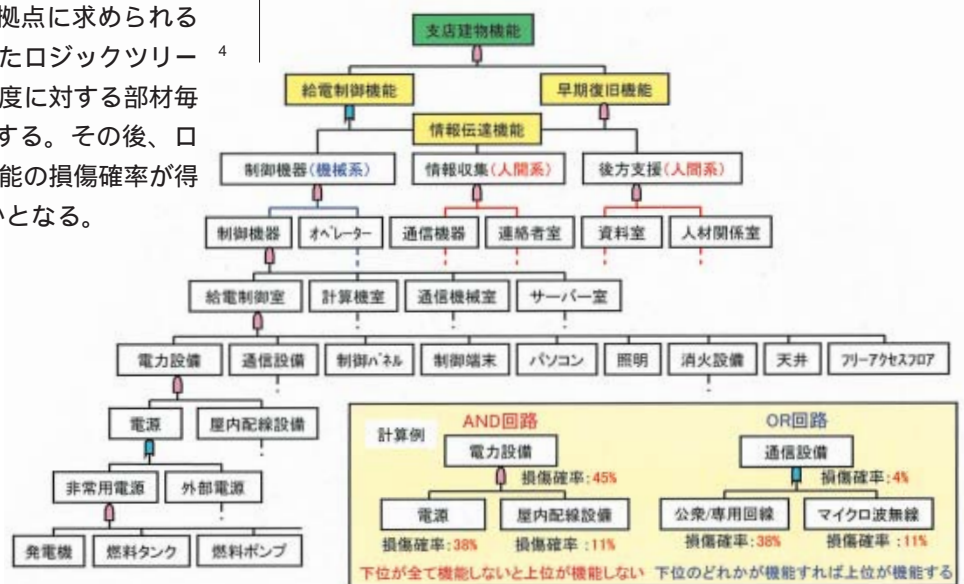
#### (1) ロジックツリーの作成

ロジックツリーの一部を抜粋した例を第2図に示す。必要機能は「給電制御機能」「早期復旧機能」「情報伝達機能」である。これらを上位において機能に関連する室を抽出し、各室内に配置される二次部材等の事象を下位に組み込み、空間の連絡を考慮して完成する。ロジックツリーはAND回路とOR回路で構成される。各事象を一定の規則で計算することで必要機能の損傷確率が得られる。

#### (2) 二次部材等のフラジリティの作成

損傷確率を簡単に算出できるように、二次部材等の平均的なフラジリティを予め準備しておくこととした。

第3図に天井のフラジリティを示す。被害率は1本の線で表されるが、通常、被害は弱点を持ったものから始まる。そこで、部材を「周到に設計施工された基本フラジリティ」と「設計の多様性や欠陥・劣化などにより性能が落ちる劣等フラジリティ $1 \cdot 2$ 」に分け、3本のフラジリティの合成値が過去の地震被害率に最もよく合致するように作成した。



第2図 ロジックツリー

(3) 入力地震動の設定

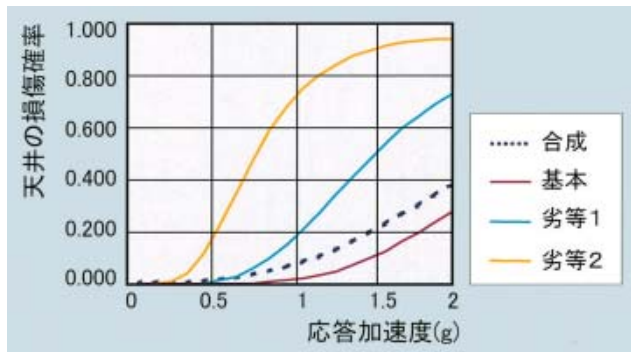
地震力の設定にあたっては、個別建物の絶対値の詳細評価ではなく、震度階等の簡便な方法で、機能上の弱点を明らかにできる実用法を目指した。

対象建物を当社の防災拠点建物の多くを占めるRC造の中低層に絞り、入力損失や建物内加速度比率を考慮することで第1表のように設定した。表中のA~Fは床応答加速度をさらにグルーピングしたものである。

(4) 調査シートの作成

第1表の床応答加速度を用いてフラジリティを読み取ることによって第2表のような調査シートが作成できる。評価者は建物を調査し、該当する項目を抽出する。

以降は、全ての二次部材等について調査シートを用いた調査を行い、得られた損傷確率をロジックツリーに入力することで必要機能のリスク評価を行う。



第3図 天井のフラジリティ



第4図 静岡支店西館と現地調査状況

機能損失項目	必要機能の損傷確率		必要な対策
	低	高	
<b>補修前</b>	←————→		
パソコン(防災本部)			転倒落下防止対策
揚水ポンプ			耐震性の向上
高架水槽			耐震性の向上
受水槽			耐震性の向上
バッテリー			ラックの耐震性の向上
ハロンポンペ			ラックの耐震性の向上
天井(防災本部)			横揺れ対策
<b>全補修後</b>			

第5図 静岡支店西館のリスク評価結果

第1表 地震力の設定

震度階	計測震度	地表面加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	床応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
			建物下部	建物中部	建物上部
5弱	4.75	170	160[ A ]	240[ A ]	320[ B ]
5強	5.25	300	280[ B ]	420[ C ]	560[ C ]
6弱	5.75	510	480[ C ]	710[ D ]	950[ D ]
6強	6.25	900	840[ D ]	1260[ E ]	1680[ F ]

第2表 調査シート(天井の損傷確率)

	劣等	地震力					
		A	B	C	D	E	F
基本(劣等項目なし)	-	0%	0%	0%	0%	5%	17%
吊りボルトの間隔が90cmを超える	1	0%	0%	0%	8%	35%	62%
天井懐高さが1.5mを超える	1	0%	0%	0%	8%	35%	62%
天井板に浮きやたわみが顕著に見られる	1	0%	0%	0%	8%	35%	62%
ダクト・空調機を天井下地から吊っている	2	0%	1%	11%	56%	88%	97%
天井と回り縁が固定されている	2	0%	1%	11%	56%	88%	97%

### 3 リスク評価の試行結果

リスク評価を静岡支店西館(想定東海・東南海・南海地震：震度6強)で試行した(第4図)。ロジックツリーの事象数は約130の規模となった。計算の結果、多数の設備機器が関連する機械系に比べて、比較的単純な人間系の損傷確率が小さくなる傾向にあり、地震後の人間活動が重要になること、そして活動拠点室は下層階に配置することが防災上有効であることが示された。

補修検討を実施した結果を第5図に示す。特定された弱点部位に対して補修を行うことで、必要機能の損傷確率が減少してゆく。これにより必要な対策を立案することができる。

### 4 まとめと今後の展開

建物構造躯体以外の二次部材等に着目し、防災拠点建物の必要機能が損失するリスクを評価する実用的な手法を策定した。今後は、必要機能の損傷確率に目標値を定め、機能損失項目について復旧時間と復旧コストを評価することで、対策の優先順位が付けられるようにしたい。また、ロジックツリーの標準化により評価を更に簡便にし、当社の全ての防災拠点建物に適用してゆきたい。

- 1 建物二次部材 : 建物を構成する部材のうち、柱・梁・壁など構造上重要な部材以外の二次的な部材。例えば、間仕切り壁、扉、天井など。
- 2 建築設備 : 建物に設ける電気・給排水衛生・空調などの設備。
- 3 必要機能 : 当社の防災拠点建物について、「給電制御機能」「早期復旧機能」「情報伝達機能」の3つを設定した。
- 4 ロジックツリー : 問題・課題の原因や解決策をツリー状に分解・整理する思考技術。
- 5 フラジリティ : 壊れやすさ。ここでは二次部材等の壊れやすさを数値化したもの。



執筆 / 浜島雅尚  
Hamajima.Masanao@chuden.co.jp