

地震防災診断システムの開発

村田 明子 掛川 秀史 深井 日出男 片岡 俊一 石川 裕 横田 治彦 矢代 嘉郎
(技術研究所) (技術研究所) (技術研究所) (技術研究所) (技術研究所) (プロポーザル本部) (技術研究所)

Development of Total Seismic Vulnerability Evaluation System

by Akiko Murata, Shuji Kakegawa, Hideo Fukai, Shunichi Kataoka, Yutaka Ishikawa, Haruhiko Yokota and
Yoshiro Yashiro

Abstract

We have developed a seismic vulnerability evaluation system to diagnose the seismic vulnerability of facilities of private enterprises. Factors related to damage were selected by reference to recent earthquake disasters such as the Great Hanshin-Awaji Earthquake Disaster in 1995. The factors were classified into five main categories: structural safety, functional order, fire safety, life safety, and emergency management.

This system was applied to 6 offices, two laboratories, and a factory. The results confirmed that this system is effective and practical. Because the average scores of almost all of the main categories are close to the average scores which were expected when the standards of each items were decided, and the scores show accurately the special features of seismic vulnerability due to building construction times.

概 要

事業所の地震時の総合的な防災性能を診断することを目的とした地震防災診断システムを開発した。1995年阪神・淡路大震災など近年の地震被害事例に基づいて被害に関わる要因を抽出し、構造安全性、機能維持、火災安全性、人的安全性、危機管理の5つの大分類に要因を分類・整理した。このシステムを事務所6件、研究施設2件、工場1件に適用した結果、大分類項目の平均得点は一部を除いて診断基準作成時の想定に近い得点が得られたことや、建物の建設時期等によって予想される地震防災性能上の特徴を適切に示せたことから、本システムの有効性および実用性について確認することができた。

§ 1. はじめに

都市における地震被害は、人口や都市機能の集中化に伴ない、建物の構造や設備等の物理的な直接被害だけでなく、機能麻痺などの間接被害の影響が大きくなっている。こうした問題は、日本でも1978年宮城県沖地震以降、その重要性が指摘されてきたが、1995年1月に発生した阪神・淡路大震災では、発災時刻が早朝であったにもかかわらず、改めて大都市における地震被害の多様さを浮き彫りにした。

事務所や工場、物販店舗などの事業所では、地震による建築物の構造や設備等の物理的被害に加えて、事業所内で発生する人的被害や火災、さらには機能麻痺などの間接的な被害が企業活動に与える影響も無視することはできない。また、事業所の地震被害の拡大を防止するには、事前対策のみでは限界があり、緊急時対応の

巧拙さといったいわゆる危機管理能力の向上に関わる要因も重要である。すなわち、事業所において地震に対する脆弱度を把握し、ハード・ソフトの両面から有効な対策を講じるためには、こうした種々の要因を含めた総合的な地震防災診断を行う必要がある。そこで、本報では、事業所を対象とした総合的な地震防災診断システムの開発を行った。以下、診断手法の考え方、およびシステム開発に至るプロセスと、ケーススタディの分析結果について述べる。

§ 2. 地震防災診断の基本的考え方

本報で扱う地震防災診断は、種々の被害の発生・拡大要因を総合的に診断することを目的としている。診断レベルは、例えば構造の耐震診断における予備診断的

なものを想定しており、必要に応じて次のステップで詳細な診断を実施することを念頭において設定した。

診断は、図-1に示すように、①地域の地震危険度に関する資料調査、②建物の設計図書等の分析、③現地調査、④防災担当者からのヒアリングなどの作業を基に、調査項目と採点基準を列挙した地震防災診断シートを用いて、専門家の判断により採点していくものである。診断に際しては、事業所内での地震による被害の連鎖の観点から、要因間の関連を考慮することとした。このように要因間の関連を考慮することにより、事業所の防災上の弱点や、重点的に行うべきハード・ソフトの対策を把握することができる。また、担当者へのヒアリングを通して診断を進める過程で徐々に事業所の地震防災上の弱点が明らかとなるため、防災担当者の意識向上などの二次的な効果が期待できる。

§ 3. 被害に関わる要因分析

3.1 被害に関わる要因の抽出

地震による被害は、図-2に示すように、事業所が有する建物・設備の耐震性や緊急時の対応計画等の災害のポテンシャルと、地震・火災などの現象が空間的、時間的に関わりあって発生するものと考えられる。本システムにおいては、地震による被害として、事業所およびその周辺地域における地震後早期(地震発生から3日~1週間)の物理的被害、人的被害、機能被害をイメージしたうえで、これらの被害に関連があると思われる災害ポテンシャルを分類・整理し、最終的に地震防災診断項目として扱うこととした。なお、本報では災害ポテンシャルを物理的被害・人的被害などの直接被害や機能被害などの間接被害に関わる要素の防災上の性能、

ならびに危機管理などの事前・事後対応に関わる要素の防災上の性能として捉えている。

地震防災診断の結果は、対象とする事業所周辺で生じる地震動の強さに大きく影響されるとともに、発災時刻や気象条件などにも本来左右されるものである。被害に関わる要因については、こうした条件の違いが考慮できるように、できる限り視野を広げて抽出するよう心掛けた。

事業所の地震被害の発生・拡大に関わる要因は、過去の都市域における地震被害の事例(1978年宮城県沖地震¹⁾、1993年釧路沖地震²⁾³⁾、ノースリッジ地震⁴⁾、阪神・淡路大震災^{5)~14)}や自治体の被害想定¹⁵⁾をもとに、大分類、中分類、小分類の3段階に階層化して整理した。大分類としては、図-2で示した災害ポテンシャルと地震による直接・間接被害の関係をもとに、A. 構造安全性、B. 機能維持、C. 火災安全性、D. 人的安全性、E. 危機管理の5つに分類した。なお、津波による被害は、発生すれば影響は大きいですが、対象施設の地理的条件などが強く関連するため、大分類として分類せず、必要に応じて特記することとした。

各大分類の内容をさらに階層化して、事業所の地震被害発生・拡大に関わる要因を中分類として整理した。事業所の企業活動に関わる被害は、対象とする事業所のみでなく、敷地の周辺地域の状況等との関連も強いいため、要因の抽出に際しては、これらの影響も考慮した。中分類の要因名とその内容(小分類)をまとめた結果を表-1に示す。整理した結果、各要因の数は、全体で中分類30、小分類131となった。

事業所の地震被害としては、経済的被害も極めて重要な要素であるが、これについては企業の機密に関する内容が多く、客観的に要因を抽出することが難しいため、今回の診断では対象外とした。被害に関わる要因

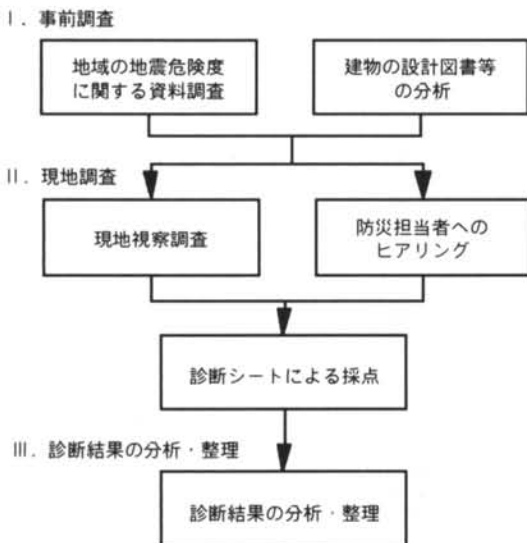


図-1 地震防災診断のフロー

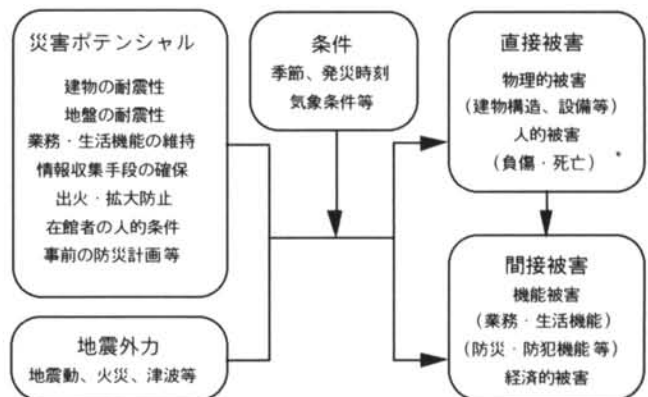


図-2 災害ポテンシャルと地震による直接・間接被害の関係

要因名称	主な内容
A. 構造安全性 (中分類 6 : 小分類 32)	
A-1 地震動増幅	事業所周辺地域の地形による地震動の増幅の程度、表層地盤による地震動の増幅の程度
A-2 地盤の耐震性	事業所内の地盤の液状化の発生に対する安全性、地盤の側方流動や斜面崩壊に対する安全性
A-3 基礎の耐震性	基礎の構造的特性からみた安全性、事業所の敷地地盤の液状化・側方流動・斜面崩壊等に起因する被害に対する基礎の安全性
A-4 建物（主構造）の耐震性	建築年代による構造基準の違い、耐震要素の量・配置や短柱等の量、建物の平面形状・立面形状からみた構造安全性、隣棟との衝突の可能性、設計・施工程度等
A-5 建物（二次部材・仕上げ）の耐震性	外壁・ガラスの耐震性、二次壁・間仕切り壁の構造、開口部周りの形状からみた耐震性、階段室周辺の構造、天井等の構造からみた耐震性、塀の耐震性
A-6 近隣建物の状況	近隣建物との距離、近隣建物の耐震性・老朽化の度合い、落下物の危険性、危険物貯蔵施設の有無など
B. 機能維持 (中分類 5 : 小分類 22)	
B-1 周辺地域のライフラインの確保	事業所周辺地域の電気・ガス・上下水道・通信等の配管や配線の維持および交通や輸送手段など外部とのアクセスの確保
B-2 建物内のライフラインの確保	事業所敷地内の電気（常用、非常用）・ガス・上下水道の供給にかかわる設備機能の維持およびエレベータ等の建物内移動手段の確保
B-3 業務・生活機能の維持	空調、照明、家具・什器等の転倒防止や水・食糧の確保等の生活機能の維持、業務にかかわる機械・機器（コンピュータ含む）等の業務機能の維持
B-4 情報収集・伝達手段の確保	事業所内での情報収集・伝達手段の確保、社内関連部署、業務関連企業などの事業所外の情報収集・伝達手段の確保、マスコミによる情報収集・伝達手段の確保
B-5 防災・防犯機能の維持	地震後の火災における感知、延焼拡大防止、避難路の確保にかかわる機能の維持および防犯機能の維持
C. 火災安全性 (中分類 7 : 小分類 35)	
C-1 出火防止	裸火・薬品などの使用の程度、着火物の散乱の可能性、電気・ガス設備の耐震設置、出火情報収集手段の確保
C-2 拡大防止	収容可燃物の種類・量、内装材の種類、居室区画の構造、スプリンクラー等消防設備の種類・耐震性、防火管理者数
C-3 延焼防止	火気使用室の区画、防火区画・開口部の状況、耐火構造の種類、可燃物量・保管方法
C-4 避難路の安全確保	避難路周辺の構造などからみた火災時の避難路の確保、排煙設備・避難設備の整備状況、EJVシャフトなどの堅穴区画の遮煙性
C-5 類焼防止	施設周辺の建物の木造率、危険物施設の有無、周辺道路の幅員からみた延焼の可能性、外部との情報交換設備の整備、施設周辺の消防力
C-6 爆発対策	危険物漏洩・ガス漏れの危険性、危険物への着火危険性、危険物防護施設の有無、爆発による周辺への影響（距離・開口部）、有毒物の漏洩防止
C-7 メンテナンス・管理	防災設備のメンテナンスの程度、防災訓練の頻度と訓練内容
D. 人的安全性 (中分類 6 : 小分類 18)	
D-1 人的条件	建物在館者人数、人員密度、利用者特性（不特定利用者の割合）、高齢者などの災害弱者の割合、防災教育の周知徹底度、周辺敷地の通行密度
D-2 落下・倒壊物に対する安全性	建物（主構造）の倒壊に対する人的安全性（負傷・死亡）、二次部材の落下に対する人的安全性、家具・什器等の落下・転倒に対する人的安全性
D-3 火災・爆発に対する安全性	火災に対する人的安全性、危険物の爆発に対する人的安全性
D-4 津波に対する安全性	津波に対する人的安全性
D-5 その他に対する安全性	地震後の対応行動に対する人的安全性、製造物・生産工程に対する人的安全性
D-6 地震後の避難安全性	避難路周辺の構造体や二次部材等の転倒・落下の危険性からみた避難路の確保、避難経路の長さ、避難誘導体制
E. 危機管理 (中分類 6 : 小分類 24)	
E-1 事前の防災計画・防災教育	防災計画の有無、食糧備蓄の有無や避難場所の確保などの非常時への備え、防災訓練などの防災教育の程度
E-2 緊急時の組織と意思決定システム	緊急時の対応組織表、緊急時の意思決定システム、情報伝達システムの準備と周知徹底度
E-3 被害の早期把握	事業所内の在館者の安否、施設の被害（構造、火災）、機能上の被害、事業所外の従業員・家族の安否、社内他部門の被害、などの確認方法と体制
E-4 二次災害の防止	火災、爆発・危険物流出による二次災害の想定と対応マニュアルの有無、パニック・防犯などによる二次災害の想定と対応マニュアルの有無、余震対策
E-5 業務の早期遂行	構造被害発生時・業務関連設備被害発生時の業務遂行マニュアルの有無、部品・商品等の確保、業務遂行のための物流・人員の確保、非常時の持ち出し品の周知徹底度
E-6 就業時間外の対応	就業時間外の組織体制、就業時間外の情報収集・伝達方法の準備と周知徹底度

表-1 診断項目一覧 (大分類/中分類)

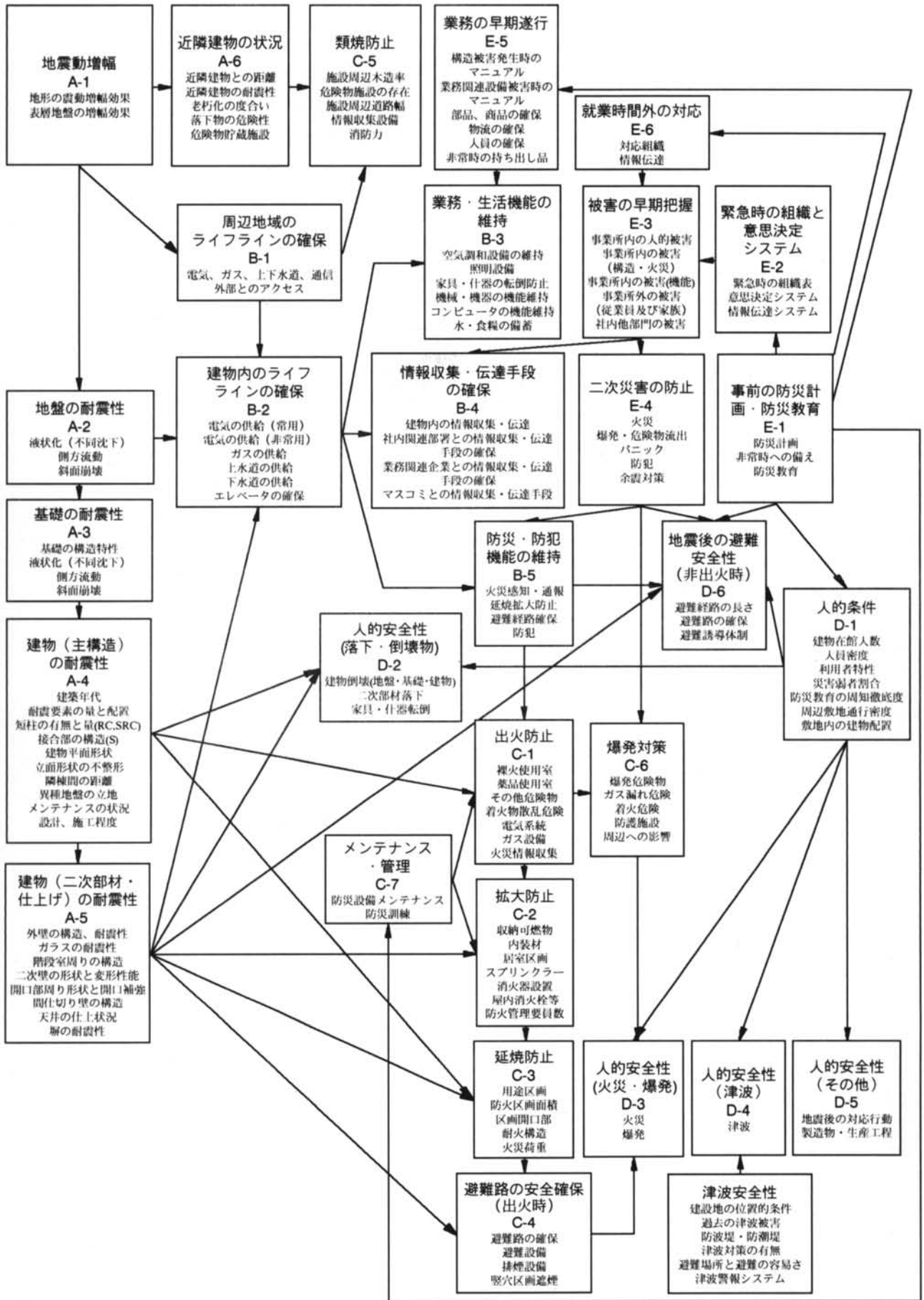


図-3 中分類の要因間の関連

は、建物用途や業態により、各々の重要度が異なると考えられるが、こうした条件は、診断時に各項目に採点上の重みを与えることで処理することが可能と考えた。

3.2 被害に関わる要因の関連

前節では、地震による被害の発生・拡大に関わる要因をそれぞれ独立に抽出したが、空間的、時系列的な被害連鎖の観点から捉えると、各要因には互いに関連があるものも少なくない。適切な診断を行うには、表-1に挙げた各要因を独立と考えるのではなく、要因間の関連を把握したうえで、こうした関連を考慮した評価が不可欠である。こうしたことから、中分類にあたる要因について、要因間の関係を整理し、過去の地震被害に関する調査結果等^{1)~14)}をもとに直接的な関係の強いものを矢印で連結した。要因間の関係を整理した結果を図-3に示す。図中、矢印の始点は、2つの要因間で被害発生・拡大の原因や前提条件に関する要因を示し、矢印の終点は、それにより影響を受ける要因を示す。また、各中分類の具体的な内容を明確にするため、図-3の各中分類の枠中に小分類に当たる要因を列挙した。

このように、要因間の関連を整理することで、事業所内での物理的な被害と間接的な被害の関連、および地震被害の拡大・波及構造を明らかにすることができる。図-3の各要因はあくまでも事業所の有する災害ポテンシャルを示しており、実際の被害の程度は、季節や防災時刻等の条件によって異なると考えられる。こうした条件の違いに起因する各要因の重要度は図-3では表現されていないが、防災診断を実施する段階で重みづけ等により考慮することができる。

§ 4. 地震防災診断システムの概要

4.1 診断における採点方法

実際の事業所を対象に地震防災診断手法を適用するために、診断システムの開発を行った。

各小分類ごとに具体的な調査項目を設定し、それぞれの調査項目に対して、診断基準を設定し、各診断基準をリストアップした診断シートを作成した。小分類項目ごとに採点し、小分類項目の採点結果をもとに、中分類項目および大分類項目ごとに100点満点で採点を行う形式とした。各大分類項目の診断結果の平均値が概ね60~70点程度になるような分布をあらかじめ想定した上で各診断基準を設定した。また、項目ごとの重要性を加味した採点が行えるよう、3.2節で示したようにあらかじめ整理されている項目間の関連を考慮したうえで、各項目ごとに重要度係数を設定した。

なお、建物用途の違いに対しては、要因の関連を見直

したうえで、各項目の重要度係数を変更して対処することにした。

4.2 システムの構成と診断結果の出力方法

本診断システムは、パソコン上で調査結果の入力を行うと同時に、診断結果の得点およびレーダーチャート図が出力される形式とした。

調査結果を入力するシートと各大分類項目の総合診断結果および個別診断結果を表示するシートを設けており、調査シートに入力した得点にリンクして各項目の得点が自動計算されるしくみとなっている。

診断結果は、レーダーチャートにより、大分類項目の診断結果を表した「総合診断結果」と、各大分類ごとに中分類項目の診断結果を表した「大分類別診断結果」で表示するものとした。これにより、総合的な観点からみた防災上の長所・短所、もしくは各大分類項目における弱点等が把握しやすくなっており、全体的なバランスの善し悪しをチェックすることも可能になっている。また、小分類項目までの各項目が点数化されているため、防災上弱点となる項目が容易に把握でき、診断後の対策提案を行う際にも有効である。

§ 5. 事業所を対象としたケーススタディ

5.1 ケーススタディの対象

地震防災診断システムの有効性、および実用性を明らかにするため、既存の事業所を対象としたケーススタディを実施した。

ケーススタディ対象施設の用途は、事務所6件、研究施設2件、工場1件である。規模については、2つの事務所を除き、延床面積1万平方メートル以下の中小規模の建物である。建設時期は、新耐震基準制定以降に竣工した建物（いずれも事務所）が3件で、残りの6件は旧基準による設計である。事務所ビルの建物所有状況は自社ビルとテナントビルが各3件である。

事業所の用途や規模、建設時期、建物所有状況（特に事務所ビルの場合）等によって、診断結果の傾向が異なると考えられる。よって、以後の分析では、全ケースの得点の平均や分布の傾向に加えて、建設時期や建物所有状況等の事業所特性の違いによる診断結果の傾向に着目することにした。今回得られたケースは中小規模の事務所が多く、建物用途および規模による診断傾向を分析するのは困難なため、これらは考察の対象外とする。

診断方法については、資料・設計図書等の分析、現地調査、防災担当者からのヒアリングなどの作業結果をもとに、調査シートを用いて、専門家が採点および入力

を行った。一つの事業所で複数の診断対象建物(棟)がある場合は、状況に応じて建物ごとに独立で診断、もしくはまとめて一建物として診断を行った。今回のケーススタディでは、研究施設は同じ敷地内の2つの建物であるが2棟の用途や利用人数が異なるため建物ごとに診断し、工場は各棟の用途や利用状況に基づき、一建物として診断を行った。

なお、「爆発対策」「津波に対する安全性」「その他の安全性」「就業時間外の対応」の採点結果は、診断実施の際の採点基準が一定にできず、建物用途に対して無関係な場合は100点、もしくは0点としたケースと他の項目同様に採点したケースが混在しているため参考値とする。

5.2 ケーススタディの結果と考察

各ケースの大分類・中分類項目の得点を折れ線グラフで示したのが図-4～図-9で、図-4に総合診断結果、図-5に構造安全性、図-6に機能維持、図-7に火災安全性、図-8に人的安全性、図-9に危機管理の得点を示す。表-2にそれぞれの診断項目ごとに、全ケースの得点の平均値と標準偏差を示す。

図-10は、建設年、建物所有状況、用途等の事業所特性ごとにグルーピングした3つのグループの総合診断結果平均得点を示す。各グループは、新耐震基準で設計された自社ビルの事務所3件、旧基準で設計されたテナントビルの事務所3件、研究施設・工場のグループ3件である。

5.2.1 全ケースの得点の傾向

表-2より各大分類項目の平均得点は、総合診断の平均得点が67点、機能維持、火災安全性、および人的安全性の平均得点は65～70点の範囲になっている一方、危機管理の平均得点は53点と低く、構造安全性の平均得点は79点と高くなっている。診断システム作成時に各大分類得点の平均値が60～70点程度になることを想定して診断基準を設定したことから、一部を除いてほぼ想定どおりの診断結果が得られたと言える。

診断結果の得点分布が当初の想定と合わない理由として、得点の評価式自体が妥当でないこと、および、ケーススタディのサンプル数が少なく対象自体の特性に偏りがあることの2つが考えられる。危機管理の平均得点が低めになっているのは後者の理由と考えられ、今回のケーススタディの対象は一部を除き、大地震発生時の行動計画の策定や防災対策の実施、十分な訓練等が行われているとは言い難い。評価式としてはこうした点が改善されれば高得点が得られるようになっている。一方、構造安全性の平均得点が高めになっているのは前者の理由と考えられ、今回のケーススタディの対象は、竣工年が古く、旧基準で設計された施設が比較

的多かったにもかかわらず平均得点が79点と高くなったため、評価式の見直しが必要と考えられる。また、目視および資料調査という方法では、大きなひび割れのように外観上著しい劣化がない限り、危険とは判断されない傾向があるため、今後、耐震診断結果のデータを分析することにより、目視調査の項目や診断基準の見直しを検討していきたい。

次に、得点の分布に関して、図-4～図-9および表-2より、診断項目によってケースごとの点数のばらつきの大きい項目と小さい項目が見られることがわかる。大分類項目では、構造安全性と機能維持の得点のばらつきが小さく、危機管理の得点のばらつきが大きい。中分類項目では、近接建物の状況<構造安全性の項目>、防災・防犯機能の維持<機能維持>、落下・倒壊物に対する安全性<人的安全性>の得点の標準偏差が

		平均	標準偏差
総合	総合診断	67	10
	構造安全性	79	11
	機能維持	65	11
	火災安全性	69	13
	人的安全性	68	13
	危機管理	53	21
構造安全性	地震動	62	17
	地盤	84	14
	基礎	75	16
	主構造	80	15
	建物2次部材・仕上げ	86	11
	近接建物の状況	94	5.6
機能維持	周辺地域のライフライン確保	57	19
	建物内のライフライン確保	65	15
	業務・生活機能の維持	56	14
	情報収集・伝達手段の確保	69	22
	防災・防犯機能の維持	76	5.6
火災安全性	出火防止	76	12
	拡大防止	71	20
	延焼防止	78	11
	避難路の安全確保	69	15
	類焼防止	68	24
	爆発対策*	87	24
	メンテナンス	61	23
人的安全性	利用状況	82	13
	落下・倒壊物に対する安全性	64	8.4
	火災・爆発に対する安全性	71	16
	津波に対する安全性*	97	4.7
	その他の安全性*	91	12
	地震後の避難安全性	59	12
危機管理	事前の防災計画・防災計画	66	27
	緊急時の組織と意思決定システム	54	38
	被害の早期把握	32	33
	二次災害の防止	69	34
	業務の早期遂行	65	27
	就業時間外の対応*	36	38

表-2 全ケースの得点の平均値と標準偏差

*印の項目は参考値

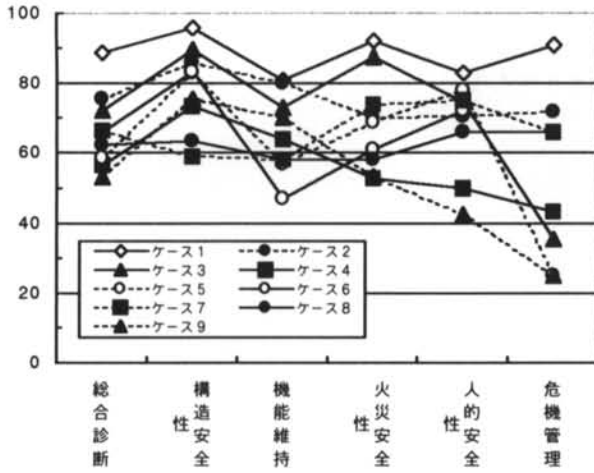


図-4 総合診断結果

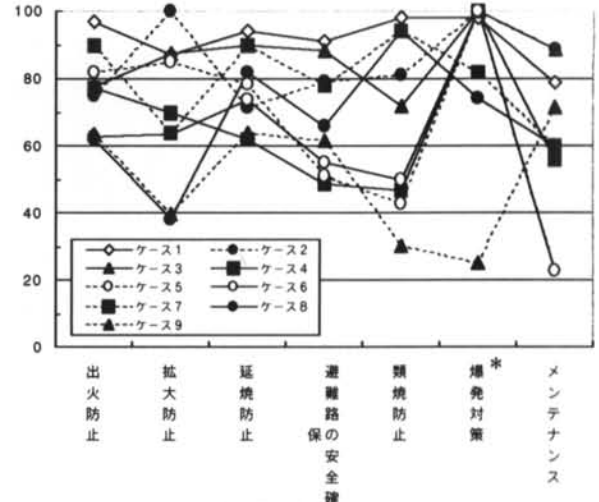


図-7 火災安全性診断結果

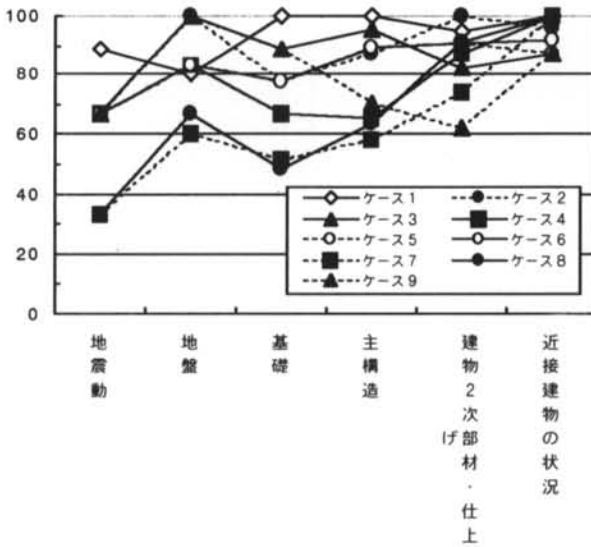


図-5 構造安全性診断結果

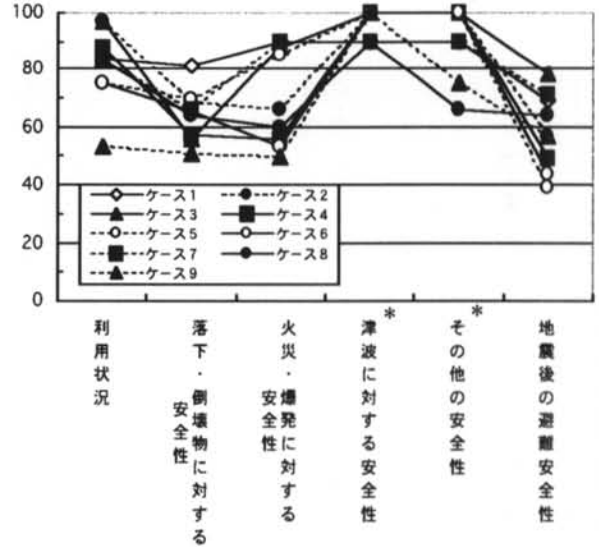


図-8 人的安全性診断結果

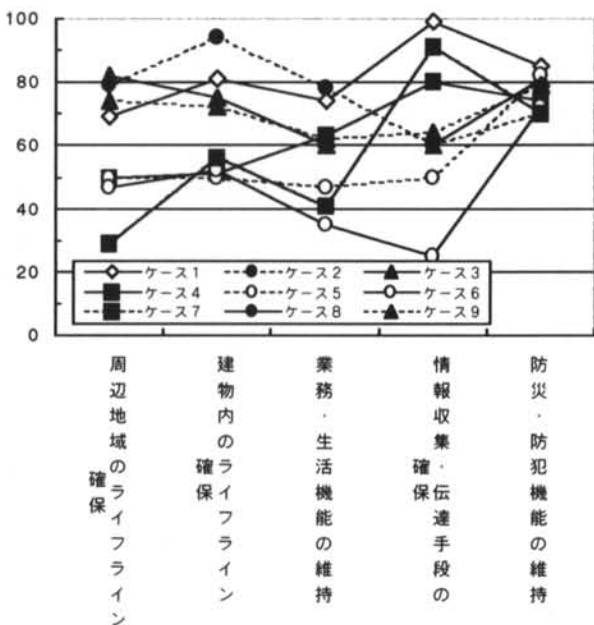


図-6 機能維持診断結果

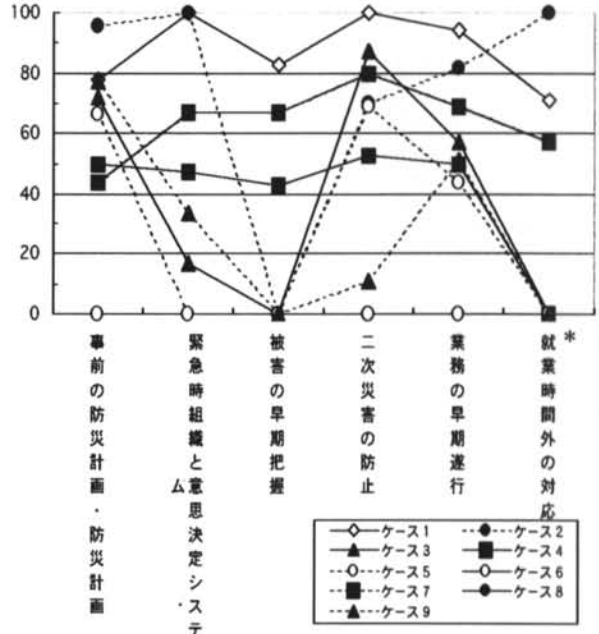


図-9 危機管理診断結果

*印の項目は参考値

特に小さく、得点分布が近似している傾向がある。一方、緊急時の組織と意志決定システム<危機管理>、二次災害の防止<危機管理>、被害の早期把握<危機管理>、類焼防止<火災安全性>、メンテナンス<火災安全性>等、危機管理やソフト面に関する得点の標準偏差は特に大きく、得点のばらつきが大きい傾向がある。防災診断の目的は、地震防災上の弱点を見出し、それに対して適切な対策を講じることにある。したがって、このような診断項目ごとの得点のばらつきが妥当なものであるかどうかは、より多くの事例を比較することにより評価していく必要がある。特に、ばらつきが小さい項目については得点の評価式自体の妥当性も含めて今後検討していきたい。

5.2.2 事業所特性の違いによる得点の傾向

図-10より、新耐震基準で設計された事務所(自社ビル)の総合診断結果の平均は79点、各大分類平均は66点~91点と高い。一方、旧基準により設計された事務所(テナントビル)の総合診断結果の平均は60点で各大分類平均は構造安全性の80点を除くと34点~67点で、新耐震基準で設計された自社ビルに比べて評価が低い。特に、危機管理や機能維持の評価が低くなっており、多様な企業が混在するテナントビルでは緊急時の対応等に関する問題の発生が予想されることや、建設後長く経過した建物は設備機器が老朽化し、また、室内の什器・書類の増加により避難経路に支障が生じやすい等の特徴が診断結果に適切に反映されたと言える。なお、今回のケースは新しい事務所がすべて自社ビルであり、こうした違いが所有状況と建設年のどちらに強く依存しているのか不明であるため、今後、診断事例を積み重ねた上で検討したい。

研究施設・工場等については、危機管理の得点がテナントビルに比べて高くなっており、これは事業所の用

途上、日常的な火災等の災害対策や緊急時の対応について計画や訓練がなされているためと言える。

5.2.3 ケーススタディのまとめ

ケーススタディの結果、一部を除いて診断基準作成時の想定に近い得点分布が得られ、また、建物の建設時期等によって予想される地震防災性能上の特徴を適切に得点に反映させることができた。よって、本診断システムの有効性および実用性が確かめられた。

わずか9ケースの傾向ではあるが、本診断システムでは、他の大分類項目に比べて構造安全性の得点が高めになる傾向があり、危機管理の得点が低めになる傾向が明らかになった。構造や設備などハード面に関する得点は各ケース間でばらつきが少ない傾向がある一方、危機管理などソフト面に関する得点は各ケース間でばらつきが大きくなる傾向が明らかになった。

また、竣工年が古い建物ほど総合診断の評価が低い傾向が見られ、竣工後長く経過した建物はハード面のみならずソフト面も含めた総合的な地震防災性能が低下していく傾向が明らかになった。たとえ建物が老朽化しても、建物(仕上・二次部材)や設備の適切な維持管理と更新、家具・什器等の設置場所や設置方法の安全性確保、危機管理体制づくり等によって、一定水準の地震防災性能を維持することは可能である。本診断システムは、そうしたさまざまな面を考慮した防災性能の診断および対策提案を行うことができるため、老朽化建物の防災性能の向上に役立てることができる。

§6. おわりに

本報では、事業所を対象とした地震防災診断システムの概要とケーススタディの分析結果について述べた。ケーススタディの結果から、診断システムの有効性および実用性について確認することができた。

本システムでは地震被害に関わる各要因間の関連が各得点に反映されるため、総合診断の得点の上昇に大きく寄与する項目に基づいて、重点的に行うべきハード面・ソフト面の対策を明らかにすることができる。このような診断システムを用いてこれまでに既存施設の改善提案を行ってきており、事業所施設の改善や従業員の人的安全性の向上に役立っている。

今後、診断事例を蓄積した上で、建物用途や建設時期、規模、建物所有状況等による得点傾向の分析、および評価式の詳細な検討を行う予定である。

謝辞

本システムの開発にあたりまして、現地調査・ヒアリング等にご協力いただいた各事業所の方々を初め、

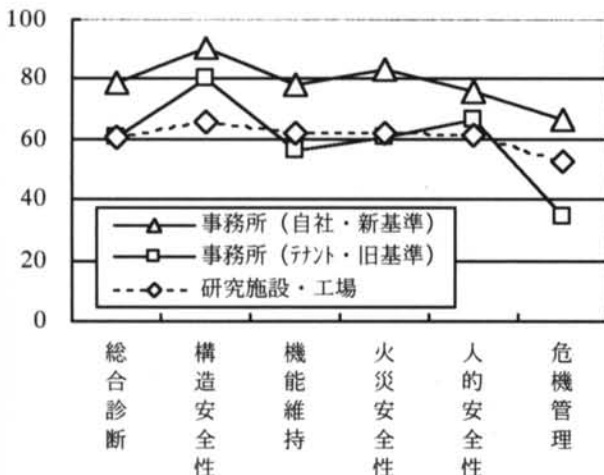


図-10 事業所の特性ごとにみた平均得点

ケーススタディ実施にご協力いただいた清水建設(株) 六部の方々に深く感謝いたします。
首都圏事業本部東京支店 BLCセンター、および建築第

<参考文献>

- 1) 日本建築学会建築計画委員会, 日本百貨店協会防災対策委員会: “宮城県沖地震における百貨店の被災状況と今後の課題 -百貨店の被害と在館者の行動-”, 1979
- 2) 清水建設(株): “平成5年釧路沖地震被害調査報告”, 1993
- 3) 翠川三郎, 佐藤俊明: “1993年釧路沖地震での釧路市役所および釧路気象台での家具の転倒調査 家具転倒率と床応答の関係”, 日本建築学会構造系論文集, 第469号, pp.53-60, 1995
- 4) 日本建築学会地震災害委員会地震防災システム検討小委員会: “第1回地震防災シンポジウム 大都市を襲う地震災害と地震防災の課題 -ノースリッジ地震災害を教訓として-”, 1994
- 5) 清水建設(株) 技術研究所: “1995年兵庫県南部地震調査報告書”, 1995
- 6) 日本建築学会地震災害委員会地震防災システム検討小委員会: “第2回地震防災シンポジウム 阪神・淡路大震災が問いかける地震防災システムのあり方 -時空間連関構造の視点から-”, 1995
- 7) 木内俊明: “阪神・淡路大震災における建築設備の被害と対策ポイント”, 建築防災, 215号, pp.2-18, 1995.12
- 8) (財) エンジニアリング振興協会: “平成7年度阪神大震災の被害調査に基づく産業施設の耐震性向上に関する調査研究報告書”, 1996
- 9) 日本建築学会建築計画委員会: “阪神・淡路大震災と建築計画研究, 1995年度日本建築学会大会建築計画部門研究協議会資料”, 1995
- 10) 日本建築学会環境工学委員会: “環境工学の立場から見た大震災, 1995年度日本建築学会大会環境工学部門(1) 研究協議会資料”, 1995
- 11) 日刊工業新聞特別取材班: “危機管理の決算書 阪神大震災 企業の教訓”, 日刊工業新聞社, 1995
- 12) 中濱慎司, 西垣太郎: “阪神・淡路大震災における企業の震後対応について”, 大成建設技術研究所報, 第28号, pp.65-68, 1995
- 13) (社) 日本建築学会拡大防火委員会: “兵庫県南部地震建築物防火対策被害調査第一次報告”, 1995
- 14) 掛川秀史, 村田明子, 矢代嘉郎, 広田正之: “建築物の防火対策の地震被害と火災危険性”, 清水建設研究報告, 第62号, pp.135-149, 1995
- 15) 東京都防災会議: “東京における地震被害の想定に関する調査研究”, 1991
- 16) 掛川秀史, 石川裕, 村田明子, 横田治彦, 矢代嘉郎, 片岡俊一, 松井正宏, 半澤徹也: “事業所の地震防災診断のための要因分析”, 日本建築学会技術報告集, 第3号, pp.276-281, 1996
- 17) 掛川秀史, 矢代嘉郎, 石川裕, 横田治彦: “事業所を対象とした地震防災診断手法の開発”, 第9回技術研究発表論文集, pp.193-198, アーバンインフラ・テクノロジー推進会議, 1998