

0 章内容無し

震災全体像・企業・地域の被害・対応などの事例

1. 被害の全体像

1995年1月17日の早朝に発生した阪神淡路大震災は、負傷者約43,800人、死者6,000人以上、建物全壊約10万棟、建物半壊約14万棟という未曾有の大災害となりました。この地震は、マグニチュード7.3、震源深さ約16kmの地下浅いところで発生し、さらに神戸という大都市の真下で発生したため、被害を拡大させました(写真1,2)。また阪神大震災では、火災による被害も大きく、火災件数が約260件、全焼約7,000棟、半焼約90棟という大規模な被害となりました(写真3)。火災は、地震発生時に火器からの出火とその後電気の復旧時の通電火災という2つの原因により火災が起こり、出火箇所が多くあったため消防署の消化能力では対応しきれず、地域の住民や企業によっても消火活動が行われましたが、建物が防火構造であっても地震により倒れて木材が露出し、燃え草となり火災が大きくなりました。また、消火時に消火槽が震動により被害を受け水がひび割れ部分から漏れて、消火槽に必要な水がなくなっていた事例もありました。



写真1：構造物の被害



写真2：高速道路の被害



写真3：火災による被害

2. 交通機関の被害

阪神大震災では、道路や鉄道などの交通機関も甚大な被害を受け、復旧に多大の時間を要しました。交通機関では、表 1 に示すように鉄道機関の多くで被害が発生し、代替手段としてバスなどによる振替輸送も行われましたが、交通機関が道路に集中したため、鉄道が復旧するまで渋滞が続いた。また道路も写真 4 に示すように一部の道路で、道路沿いの建物が崩れて、道路をふさいだり、写真 2 のように高速道路が倒壊したため、その下を走る道路にも交通支障を及ぼした。また、写真 5 のように震動や橋の柱脚が液状化により変状したため、橋が落橋したり、写真 6 のように道路の下を走る地下鉄の柱が折れたためその上の道路が陥没する被害が発生し、道路通行に支障が生じた。鉄道においては、写真 7 のように高架橋において落橋や上述のような地下鉄被害、鉄道の盛土が崩れる被害が発生しました。

表 1：鉄道機関の復旧日数

鉄道機関	全線復旧	復旧(ヶ月)
北神急行	1995/1/18	1日
神戸市営地下鉄	1995/3/31	3
JR東海道・山陽本線	1995/4/1	3
JR山陽新幹線	1995/4/8	3
阪急電鉄	1995/6/12	5
山陽電鉄	1995/6/18	5
神戸電鉄	1995/6/22	6
阪神電鉄	1995/6/26	6
神戸新交通ポートライナー	1995/7/31	7
神戸新交通六甲ライナー	1995/8/23	8



写真 4：建物倒壊による道路閉塞



写真 5：落橋被害



写真 6：地下鉄被害による道路陥没

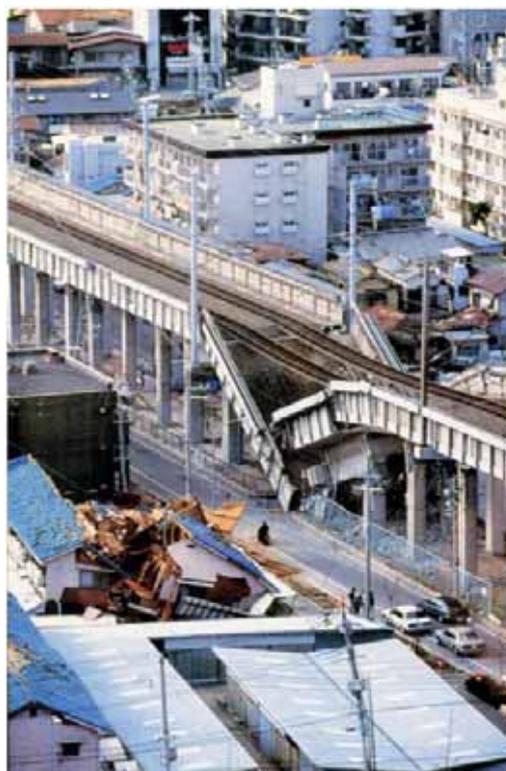


写真 7：鉄道高架の被害

3. ライフラインの被害

ライフラインにおいても多くの被害が発生し、電気、ガス、上下水道において、多くの被害が発生した。表 1 にライフラインの全域が復旧に要した日数を示す。

この表 1 から、電気は比較的早く復旧していることが分かる。しかし、一般家庭においては、電気が架空から建物に引き込まれている場合、電柱などが倒壊したり、火災により焼失した場合、復旧に時間がかかる。また通電した場合、倒壊した建物内の電気機器がショートなどにより火災を引き起こさないよう確認を行いながら復旧したため、時間を要した。

上下水道やガスでは、配管が地下に埋設されているため、被害個所の特定と修復に時間がかかったこととガス管では、埋設管がひび割れにより配管内に水や土が侵入したためその排出などにも時間を要した。下水道については復旧が遅れたのは、海岸の埋立地にある下水処理場で甚大な被害を受けたため、復旧に多大な時間を要した。写真 8 と 9 は、厚生労働省健康局水道課による「新潟県中越地震水道被害調査報告書」にある被害写真です。地震により、水道施設において写真のような被害が発生する可能性があります。

表 2：ライフラインの復旧日数

ライフライン	電気	通信	ガス	上水道	下水道
1978 宮城県沖地震	2	0	27	11	===
1995 阪神・淡路大震災	6	14	85	42	103*
2004年新潟県中越地震	12	3	65	32	32
2007年能登半島地震	1	1	12**	12	8
2007年新潟県中越沖地震	2	0	42	18	28

*神戸市東灘下水処理場

**LP ガスの復旧



写真 8：中越地震における水管橋の伸縮管とリングサポートの変形



写真 9：中越地震における構造物との取り付け部位における配管の破断

4. 企業と地域による共助。

阪神大震災時には、火災やけが人が多くのところで発生したため、消防や救急といった公的機関による対応能力を超えてしまったため、十分な対応ができず、公的機関による対応が遅れた。しかし、近所や地元企業の協力により生き埋めになった人の救出や消火活動が行われ多くの方が助け出され、被害の拡大を抑えることができた。図1には、阪神大震災の時にだれによって救出されたかを示した図です。この図から、98%の人が自力もしくは近所や友人によって救出されている。このことから、地域の協力が応急対応時には重要であることが分かります。

また、企業による地域連携として、阪神大震災で神戸市長田区にある三ツ星ベルト(株)が地域住民と協力して、消火栓が壊れて使用できなかったため、自社にある井戸や運河の水を利用して消火活動を行い、延焼を食い止めた。安田火災海上保険株式会社(現(株)損保ジャパン)兵庫本部“百年の思い出”によると須磨家族寮や西宮独身寮で、地域住民を倒壊した家屋から救出したり、近隣で消火活動をおこなった。このように企業と地域住民が協力することで、被害拡大を防いだ。

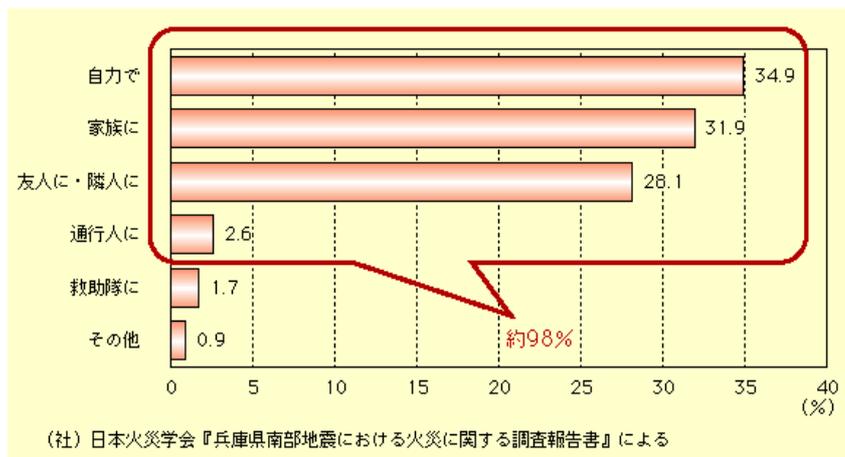


図1：誰によって建物から救出されたか？

テキスト 目次 秦 担当分

1 大規模震災と想定される被害と対策 (P4~6)

1-1 過去の震災事例 市民生活の視点から

1-1-1 阪神・淡路大震災から

1-1-1-1 被災直後の市民生活

1-1-1-2 破れた安全のセーフティネット

1-1-1-3 助けた人も助けられた人も近隣

1-2 教訓から見える減災のためのグランドデザイン

1-2-1 苦難を乗り越える知恵「共助」

1-2-1-1 連携型 BCP 事例

(負傷者多数に対応する企業・医療・住民・行政の連携)

1-2-1-2 阪神淡路大震災 三ツ星ベルト事例

(被災時に地域の救援活動と、住民に乞われて本社を長田区に戻し住民組織の核となる = 企業住民としての役割)

1-2-1-2 中越地震時の田麦山地区事例 (企業が開設した避難所及び支援)

1-2-1-3 三条市水害時の坂田工業の事例(救援物資の需給に貢献)

1-3 減災・「人を活かす」

1-3-1 災害ボランティアとボランティアコーディネータの役割

1-3-2 学生を活かす

1-4 協働による地域セーフティネットの構築

木造被害の具体例と解説

目次

1. はじめに
2. 耐震性の不足と経年劣化による地震被害事例
 - (1) 接合部被害
 - (2) 不適切な壁配置による被害
 - (3) 瓦による被害
 - (4) 腐朽・蟻害による被害
 - (5) 地盤状況による被害
 - (6) 混構造・3階建て住宅
 - (7) 築年数別被害度
3. 地震による二次災害例
 - (1) 住宅傾斜・倒壊による二次災害
 - (2) 地震火災による二次災害
 - (3) 住宅の機能不全と余地
4. おわりに

木造被害の具体例と解説

1. はじめに

ここ数年、建築物の地震災害が日本各地で数多く見られます。特に、1997年阪神淡路大震災、また2004年新潟県中越地震のような大地震では木造住宅をはじめ多くの建築構造物が甚大な被害を受けました。そして、その被害状況は種々様々であり、耐震性・地盤・火災・築年数・経年劣化などの要因により被害状況が大きく異なります。また、その予見、予防、即ち耐震補強が減災という目的で特に重要です。

本章では木造住宅または木質構造に関する地震被害の写真記録を紹介し、更にその被害調査結果を紹介します。

2. 耐震性の不足と経年劣化による地震被害事例

(1) 接合部被害

大震災時には、築年数の大きく経過した木造住宅に写真1のような接合部被害が多く見られました。特に、その経過が大きいほど耐震壁の接合部金物の補強不足が目立ち、そして、その構造物の地震被害が大きいことを確認しています。

以下の被害は、木質構法特有の接合部、具体的には柱及び筋かいの引抜け、踏み外しなどが要因であり、木質構法における接合部補強の重要度が伺えます。



土台と隅柱の引抜け



筋かいの引抜け・踏み外し



無補強接合部

写真1 接合部被害例

(2) 不適切な壁配置による被害

大地震では、耐震壁配置及びその配置数が木質建築物に大きな被害を及ぼし、写真2に示す偏心や各階のアンバランスな耐震壁数が及ぼした被害が震災調査を通して確認できました。

写真2左に示した建物は重いベランダ、半地下車庫、1階、2階に大きな開口を有した偏心住宅です。そして、その写真では被害が小さく見えますが、実際の被害は建物全てを解体するほどであったことが事後調査で判明しました。また、写真2右図に示した住宅は2階壁量が少ない為に、2階のみ大きく変形が進んでいました。

一方、1997年阪神淡路大震災の震災調査による結果の一部として壁量と被害度の関係を図1及び図2に示しました。調査対象建物は築年数10年以下が約75%を占める住宅で、比較的新しい住宅(計52棟)に関して調査を実施しました。

図2によると設計を考慮した補正壁率と被害度に相関性があることがわかります。



偏心による被害



2階壁量少による被害

写真2 偏心による被害

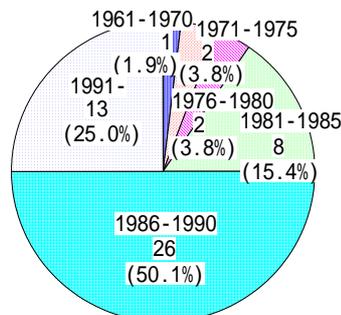


図1 調査建物の建築年代

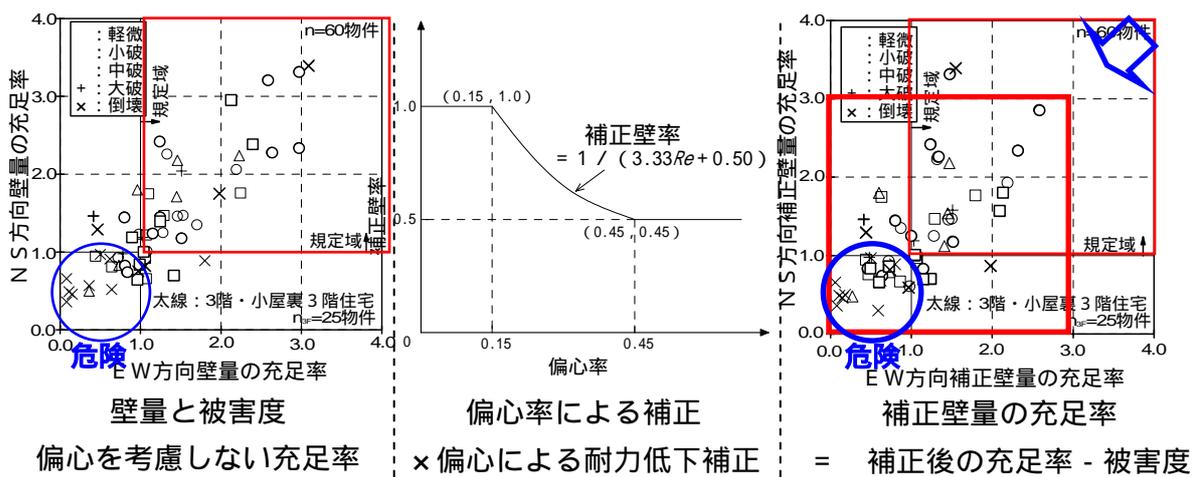


図2 壁量と被害度(軸組戸建て)

充足率は建築基準法で定める対象建物の必要壁量に対する存在壁量の割合であり、必要壁量と存在壁量が同等であれば充足率=1.0となります。

(3) 瓦による被害

日本古来から多くの建築に見られる瓦葺き屋根は地震による瓦の落下が生じます。

2000年鳥取県西部地震の写真3中では、地震応答による新築の屋根瓦の落下が見られ、そして、写真3右では、重い土葺き瓦屋根住宅が倒壊した様子です。

このように、木造住宅の屋根はその材料の落下被害やそれによる人命被害が予想でき、更にその屋根の重量が建物の耐震性に大きく影響を及ぼします。特に、築年数が大きく経過した建物は注意が必要です。



屋根瓦の落下



新築住宅の棟瓦屋根の落下



重い土葺き瓦の住宅の倒壊

写真3 瓦による被害

(4) 腐朽・蟻害による被害

木造住宅の躯体は木質材料により構成されています。そして、木材は腐朽、シロ蟻などの被害を受ける危険性があり、それが耐震性に大きな影響を及ぼします。

写真4左は雨漏り及び高湿気などが起因して木材腐朽による躯体被害がみられます。

写真4中、右は同じ建物ですが、土台及び柱脚を拡大した中央写真を見ると、建っているのが不思議な程に土台と柱の接合部が腐朽しているのがわかります。このように、木材腐朽、蟻害に関して予防及び対策をとらなければ、倒壊の危険性を高める要因となります、特に、材質管理、被害予防などの事前対策が重要です。



雨漏りによる腐朽被害



腐朽による接合部の被害



写真4 腐朽による被害

(5) 地盤状況による被害

建築の支持基盤である地盤状態は上部構造同様に耐震上及び構造物維持上、非常に重要な部分であります。特に、支持地盤が傾斜、盛土及び軟弱である時、上部構造に被害が見られなくても地滑り、地盤傾斜及び転倒など上部構造の地震被害よりも著しい被害を受けることが少なくありません。

写真5左は淡路島の断層上に建つ住宅で、住宅を囲む鉄筋コンクリート塀が地盤の移動により破壊した被害です。内陸型地震は断層のズレが起因するなど、断層上の構造物は特に地震被害の危険度が高いことがわかります。

写真5右は地滑りにより道路が崩壊しています。もしこのような斜面上に住宅が建設されていれば、倒壊及び転倒など甚大な被害の危険性が予想できます。



断層上の住宅



斜面の混構造 3 階建て



地滑りの被害

写真 5 地盤状況による被害

(6) 混構造・3 階建て住宅

写真 6 は、2004 年の新潟県中越地震による混構造住宅の典型的な被害です。異種構造形式との境界における被害が主であり、その中には RC 構造部は損傷を受けず、木質構造体のみ大きく損傷及び被害を受けている建物もありました。

写真 7 は、1997 年阪神淡路大震災で損傷を殆ど受けなかった木造住宅です。その住宅の施工時記録写真からホールダウン金物による接合部補強が確認でき、それが直接的に地震被害を軽減したと判断できます。



写真 6 混構造の典型的な被害



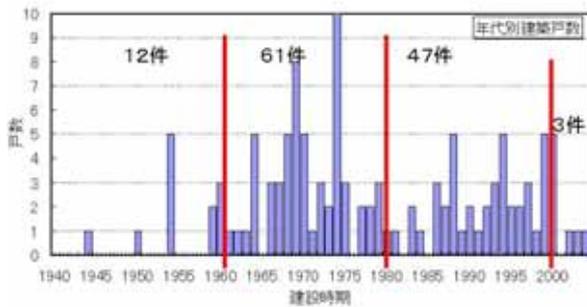
写真 7 木造 3 階建て住宅と HD 金物

(7) 築年数別被害度

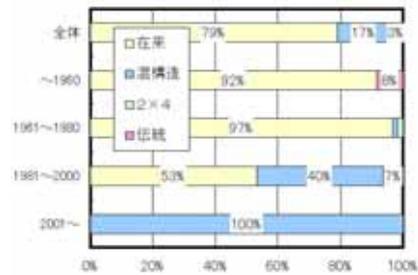
図 3 及び図 4 は 2004 年新潟県中越地震における長岡市六日市町の一般住宅築年数分布と築年数別被害の累計です。

図 3 右図の構法別の築年数分布を見ますと、建築年の古い範囲では圧倒的に軸組構法が多く、枠組壁工法はわずかで、1981 年以降から混構造住宅が増加していました。

図 4 左図の築年数別被害度によると、2000 年以降に建築された住宅に大きな被害は見られません。そして、1980 年以前に着目すると中破以上の被害が約 70% 以上も占め、建築年が古いと被害が大きいことが確認でき、住宅被害は築年数に高い相関性を持つことがわかります。また、これらの建物の柱寸法は約 70% が 120 角、筋かい断面は約 70% が二つ割りです。また、図には記載していませんが、柱脚接合はほそそのみの無補強、筋かい端部は釘 3 本打ちが殆どでした。

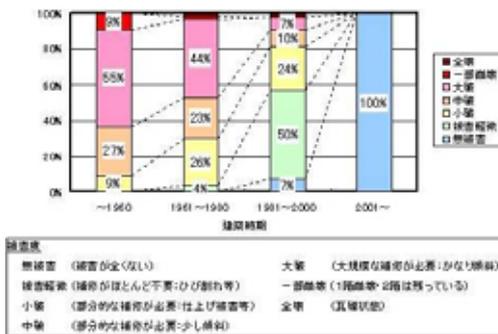


調査住宅の築年数分布

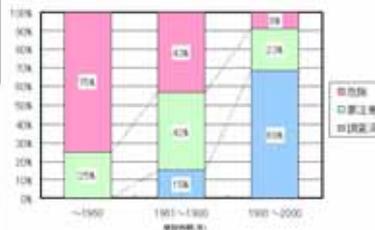


調査住宅の構法別築年数分布

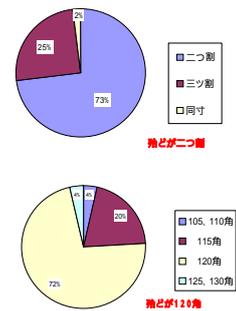
図3 築年数分布



築年数別被害度



構法別応急危険度判定



柱・筋かい断面寸法

図4 築年数別被害度

3. 地震による二次災害例

(1) 住宅傾斜・倒壊による二次災害

地震被害には各々の建物被害だけではなく、各建物が周辺住宅・周辺地域の安全性に影響を及ぼすことがあります。

写真8左の狭小間口3階建て木造住宅は今にも倒壊しそうで、隣家に大きな被害を与える可能性があります。この建物は図面上にホールダウン金物設置と書かれていたのにも関わらず、実際には設置されておらず写真のような被害を招きました。

一方、写真8右は住宅が倒壊したことにより、前面道路の幅を狭くしています。この道路閉塞が救助及び避難の円滑性を阻害したりすることが容易に考えられます。

以上のように建物被害が各々のみの被害にとどまらず、周辺環境及び建築物にも被害を及ぼす二次災害を示唆する状況がみてとれます。



写真8 住宅傾斜・倒壊による二次災害

(2) 地震火災による二次災害

地震による火災被害は外壁仕様、断熱材の有無などによりその被害の大きさまたは拡散速度が異なり、写真9は火災被害により周辺一帯の建物すべてが消失した跡です。

地震による火災は被害規模に直結する要因であり、各々の住宅火災の延焼を軽減することが被害規模低減の一要因となります。



写真9 地震火災

(3) 住宅の機能不全と余地

地震被害には建物被害、地盤隆起のほかに地盤の液状化現象による被害も幾つかの震災調査結果で報告されました。特に、2004年の新潟県中越地震ではその液状化被害が顕著でした。その中でも長岡市北部の被害が著しく、支持地盤の液状化により建物が傾斜し、構造体の損傷やゆがみは無いに等しいが、住宅の機能は停止しました。

写真10は特に被害の著しい地域の液状化被害の写真です。写真左は住宅全体が沈下し、沈下量は最大で118mmに及びました。このような被害により上下水道及びガス管などへの影響、復旧後の地盤補強など上部構造の復旧以上に大変であると考えられます。



住宅沈下（沈下量 118mm）

床下の液状化

液状化の後

写真10 液状化現象

4. おわりに

本章は地震災害における被害、特に木質住宅の具体的な被害事例を写真・図を用いて紹介しました。しかし、本事例は今までの地震災害またはその調査結果の一例にすぎず、異なる木質構造物被害など、甚大な被害を受けた建築物はほかにも数多くありました。

そして、被害状況を調査し把握することにより、今後の地震災害の軽減、更には減災・防災という災害事前策の応用に期待します。

1 章 1.1.3 節 内容無し

鉄骨造建築の地震被害

1. はじめに

骨組を鋼材で構成する建築は鉄骨造と呼ばれる。鉄骨造はマンションや病院には少なく、主に事務所ビル、店舗、工場などの生産施設やスポーツ施設、学校体育館などである。これらは板厚の厚い「重量鉄骨」による構造である。一方で板厚が1~4mm程度のいわゆる「軽量鉄骨」構造があり、プレハブ住宅や低層集合住宅（主に賃貸用）に用いられている。ここでは、被害調査が詳細に行われた重量鉄骨の特徴と地震被害について述べる。

2. 鉄骨造の特徴

2.1 材料と特徴

鉄に炭素をはじめとする若干の添加物を加え強度を増した金属を鋼と呼ぶ。構造材料としての鋼は、強度が高い、品質が安定、破断までの変形が大きく地震で入力するエネルギーを吸収できる、などの利点があり、特に耐震性能の上では高い強度と豊かな変形能力が重要である。

鋼は製鉄所で精錬された後圧延され、「鋼材」として出荷される。建築に用いる主な鋼材を図1に示す。鉄骨造の大きな特徴は、骨組がこれらの鋼材を使って組み立てられることにある。部材と部材のジョイントを「接合部」と呼ぶ。接合部は現在でも人の手で作り、オートメーション化はなされていない。また溶接が多用されるが、品質管理されているとはいえその強度は施工者の技術、技量によることが大きい。

2.2 一般的な構成

鉄骨造に限らず、建築骨組は一般に柱と梁から構成される。事務所や店舗などでは柱に角形鋼管を用い、梁にH形鋼を用いる図2のような「ラーメン構造」が多い。

ラーメン構造では、柱と梁の接合が柔らかいと骨組が平行四辺形に崩れてしまうため直角に剛に接合する必要がある。このため柱を切断してダイヤフラムと呼ぶ厚板を通し、梁を接合する（図3）が、ここでは溶接を多用する。溶接には部材と同等の引張強度を持たせる「完全溶込溶接」と、引張が作用しない箇所用いる施



図1 鋼材（H形鋼と角形鋼管）

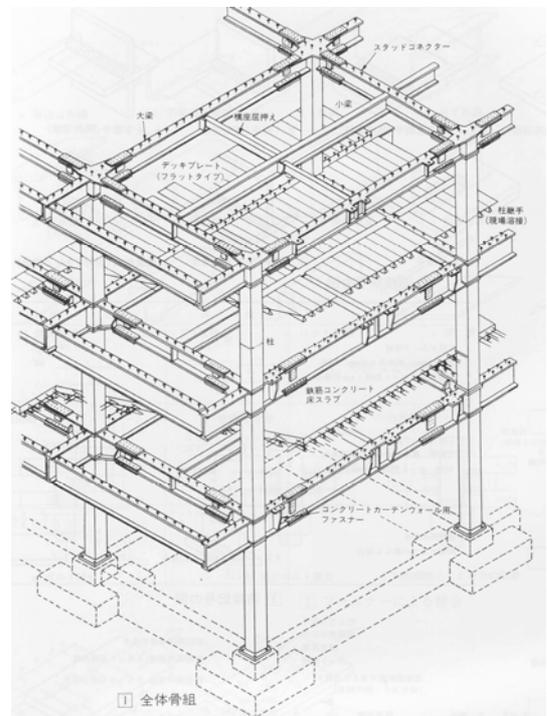


図2 ラーメン構造¹⁾

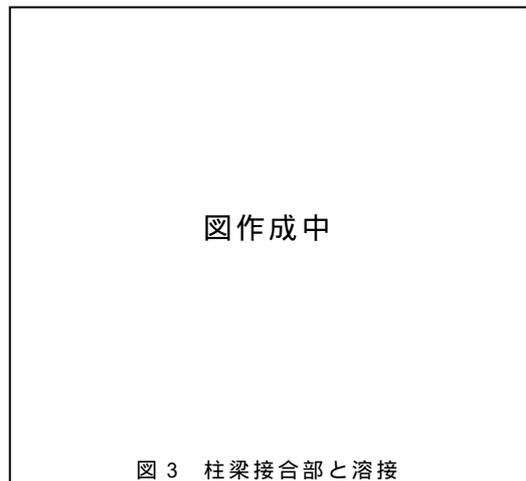


図3 柱梁接合部と溶接

工の楽な「隅肉溶接」の２種類がある。

柱に H 形鋼が用いられる場合もある。H 形鋼は方向により強度が異なるため、弱い方向にブレース（すじかい）を入れることが多い（ブレース構造、図 4）。

また鉄骨造も基礎から下は鉄筋コンクリート構造である。柱と基礎の接合部を「柱脚」と呼ぶ。柱脚にはさまざまな形式があるが、最も一般的で被害も多いのが図 5 に示す「露出柱脚」で、鉄筋コンクリートに埋め込んだ「アンカーボルト」に柱に溶接したベースプレートをボルトで固定する。

2.3 地震時の応力分布

鉄骨造や木造の問題の一つに、地震時には部材の間ではなく部材端の接合部に最も大きな力が作用する、ということがある。ラーメン構造の場合、柱梁接合部と柱脚に大きな「曲げモーメント」と呼ぶ、部材を曲げる力が作用する（図 6）。曲げモーメントが作用すると部材の片側には圧縮力、反対側には引張力が作用する。すなわち地震時に溶接部やアンカーボルトには大きな引張力が作用する。引張力がこれら接合部の強度を越えるとそこから破断し、建物の倒壊などの原因となる。

3 . 被害例

3.1 どんな建物が壊れるのか

図 7 は兵庫県南部地震で被害を受けた鉄骨造建築の建設年代と被害程度の間連を示す²⁾。「中破」以下は補修で再使用可能な被害程度である。境界の 1981 年に建築基準法が改正され「新耐震」設計法が施行されている。倒壊・大破の合計は全調査対象の約 1/6 であるが、そのうち 3/4 は 1981 年以前の建築である。

図 8 は階数と被害の関係を示す²⁾。倒壊や大破は 3 ～ 5 階の中低層建築に多く、7 階以上の倒壊例はない。原因はこの地域を襲った地震動の性質によるところが大きい

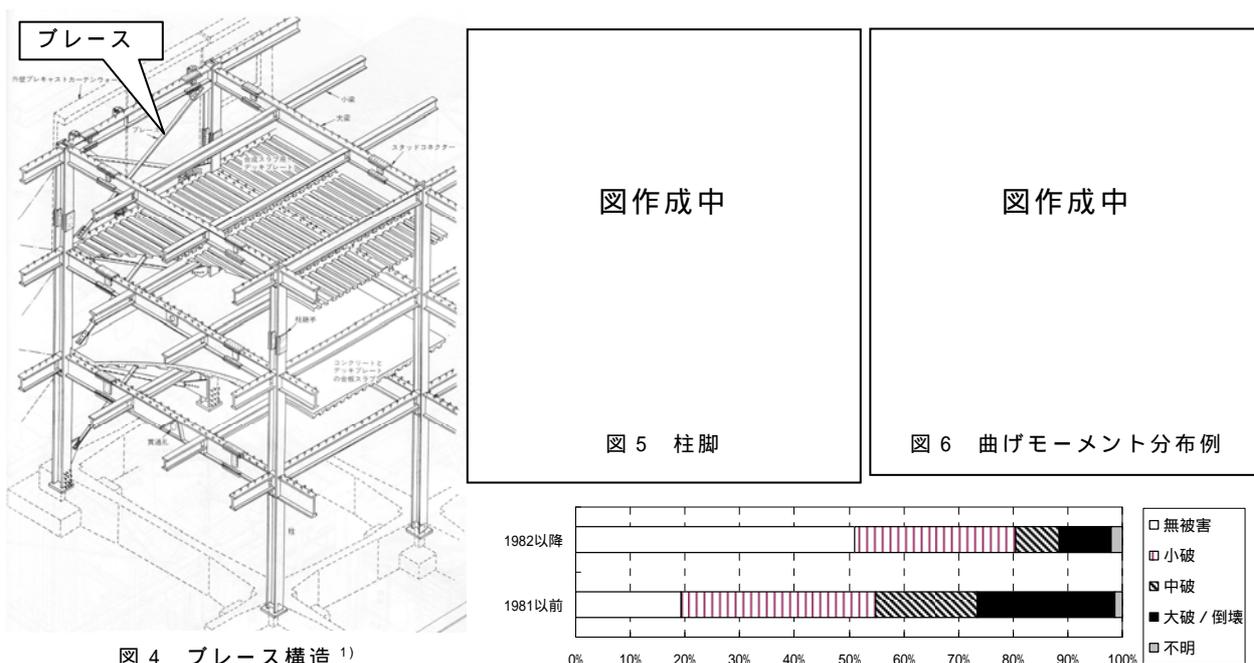


図 7 建設年代と被害程度²⁾

が、一般的にも鉄骨造の場合中低層の方が高層より1階あたりの変形が大きく、被害が大きい傾向がある。

3.2 どこが壊れるのか

前述のとおり地震被害の多くは接合部で発生している。

ラーメン構造では、柱梁接合部の

溶接と柱脚に被害が多い。溶接部の被害では、本来完全溶け込み溶接とすべきところを隅肉溶接で施工し破断したもの（図9）と、完全溶込溶接としたが破断したもの（図10）があり、前者では大半が倒壊や大破に至っているが後者では少ない。これは、完全溶け込み溶接が破断するときは、周辺の部材が伸びてエネルギーを吸収してから切れるのに対し、隅肉溶接では溶接部が強度不足で先に切れ、エネルギーを吸収できないことが原因である。

柱脚部の被害ではアンカーボルトの破断、抜け出しが多い（図11）。破断する場合、大半が軸部より断面積の小さいネジ部（図12）で破断する。

ブレース構造では、地震力を直接的に受けるブレースに被害が集中するが、同じブレースでも部材が細く、引張にしか効かないX型のブレースが破断すると建物の倒壊、大破を招く例が多い。

また、厚さ数十mmの極厚板の破断現象が初めて観察された（図13）。

4. 対策など

兵庫県南部地震の教訓によりその後の耐震設計は大きく見直された。

柱梁接合溶接部の損傷に関しては詳細な研究が行われ、破断しにくい鋼材、溶接方法やディテールの開発が行われ、設計指針類⁴⁾が作成された。柱脚に関しても、ネジ部の断面積が軸部と同等の転造

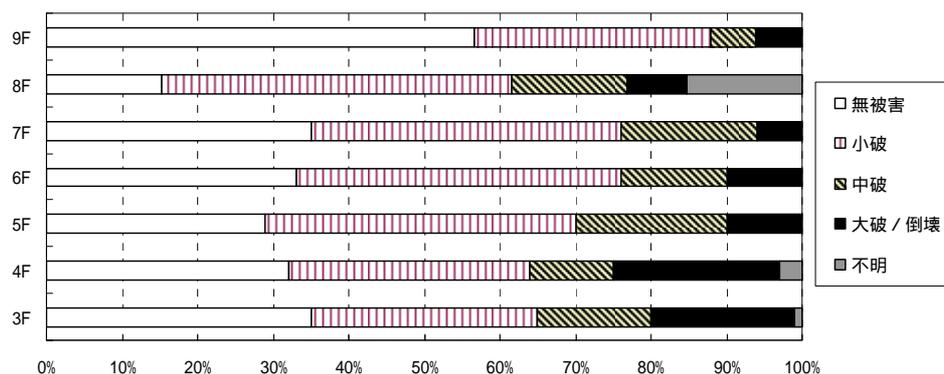


図8 階数と被害程度 2)



図9 隅肉溶接破断³⁾



図10 完全溶込破断³⁾



図11 アンカーボルト拔出³⁾

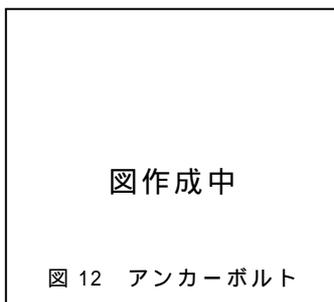


図12 アンカーボルト

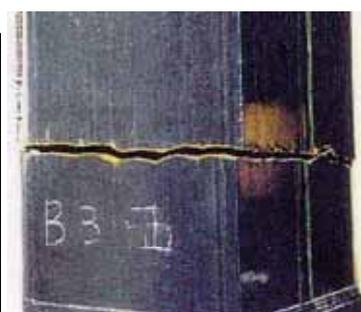


図13 極厚柱の破断³⁾

ネジ（図 12）を用いたアンカーボルトが多く使用されるようになった。

しかしながら、震災以前の建築にはこのような配慮はなく、1981 年の新耐震施行以前の建築も多い。特に戦後大きな地震が発生していない東京圏には多くの年代の古い鉄骨造が補強せず使用されている。

その一方、経済状況から安易な建替が難しくなった今日、建設会社は新しい収益源としてビルのリニューアル分野に注目しており、免震や制振といった最新技術を用い「居ながら補強」が可能な補強工法の開発も行われている。補強を通じてビルの付加価値を向上させる技術が望まれている。

参考文献

- 1) 日本建築学会：構造用教材、1995
- 2) 緑川、長谷川、向井、西山、福田、山内：1995 年兵庫県南部地震における特定地域の鉄骨造建物被害調査、日本建築学会構造系論文集 No.493、1997/3、pp.115-120
- 3) 日本鋼構造協会：兵庫県南部地震鋼構造被害調査報告書、JSSC テクニカルレポート No.37、1997
- 4) 例えば、建築研究所（監修）：鉄骨梁端溶接部の脆性的破断防止ガイドライン・同解説、日本建築センター、2003

「教育・公共施設の被害の具体例と解説」

早稲田大学 倉斗綾子

- 1) 防災拠点となる公共施設の現状（参考文献 より）
 - ・ 防災拠点とされている公共施設数
 - ・ 防災拠点とされている施設建物の性能・状況（老朽度，耐震性…）
- 2) 兵庫県南部地震における公共施設の被災状況
 - ・ 施設種別に見た被災状況
 - ・ 学校など特徴的な建築物にみられた共通的な被害状況
 - ・ 施設機能の停止から再開までのプロセス
- 3) 避難所としての公共施設の使われ方と課題
 - ・ オープンスペースの使われ方
 - ・ 生活拠点としての公共施設（学校）
 - ・ 本来機能の回復と避難所の併存

参考文献：

「防災拠点となる公共施設等の耐震化推進状況調査報告書」平成 20 年 11 月 消防庁
国民保護・防災部防災課 < 図表引用 >

(<http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/180605-1/180605-1houkoku.pdf>)

「阪神・淡路大震災調査報告 建築編 8 建築計画 建築歴史・意匠」阪神・淡路大
震災調査報告編集委員会

「阪神・淡路大震災被害調査報告書」平成 7 年 5 月 社団法人建設コンサルタンツ
協会

「1995 年兵庫県南部地震 鉄筋コンクリート造建築物お被害調査報告書 第 2 編学
校建築」1997 年 3 月 社団法人日本建築学会構造委員会鉄筋コンクリート構造運営委
員会

神戸市「神戸 災害と震災資料館」< 写真 >

(<http://www.city.kobe.jp/cityoffice/09/010/shiryokan/earthquake/earthquake01.html>)

「阪神・淡路大震災総括報告会 報告書」社団法人新日本建築家協会都市災害特別委
員会1995年

<写真 No.01~06 神戸市広報課発行「震災 10 年～神戸の記録～」より>

No.01～03：学校の被災状況

No.04：水木小卒業式

No.05：太田中

No.06：稗田小

医療施設の被害の具体例と解説

(阪神淡路大震災における医療施設の被災状況の
具体例と解説を記載します)

(1) 建物の被災

(2) 電気の被災

停電

水冷式発電機の停止

医療機器が使用不可

最近では電子カルテを使用しているので被害
が大きいと想定される。

(3) 水道の被災

高架水槽の破壊

水の不足

飲料水として

生活用水として

医療用の水として

救急治療用

透析用

(4) 電話，通信の被災

電話の不通

職員の安否の確認と職員確保

自院での診療範囲を超えた患者の転送
先，後方病院の確保，物資の確保など

(5) 放射線関係の被災

多くの一般撮影装置が移動 , 転倒

天井吊りのアンギオ装置が落下

M R I のガントリーが移動

ボルトが利かない

重くても (13 ~ 15 t) 移動する

(6) 病院スタッフの状況

震災当日に職員の確保に苦労

その後の通勤手段を確保できないために , 必然と職員は病院へ泊まり込むこととなり , 院内に職員の宿泊場所を確保する必要性が生じる

事務職員に対する被災時の活動が求められている .

(7) 入院・外来患者の状況

震災直後は主として切り傷や骨折などの患者が自力で来院

次第に患者が重症化 . 地震発生後数時間を経過してから (病院によっては午後になってから) 重症 (D O A を含む) の患者が運び込まれる

震災時における被災地内の病院の受療圏は , 一般診療と比較して極端に狭いことが考えられる .

(8) 診療活動

院内の混乱

救急活動場所の確保が困難

災害医療と継続医療

過去の震災事例

- ・福祉施設の被害の具体例と解説

(阪神淡路大震災を題材に、その後の対応も含めて、記載します)

(老人福祉施設を中心に記載します)

1 . 阪神淡路大震災

1) 建物の被災状況

- ・全壊 1 棟 (建設中)、半壊 1 棟、大半の施設は壁に亀裂が入った程度
- ・ただし、当時と違って現在では、民家改修型の GH や小規模多機能、認知症対応デイなどが急増しており、これらの耐震性や防火性は新たな課題である。消防法改正による強化。一方で、防災拠点としての福祉施設の価値が高いことから、東京都などでは防災拠点型の高齢者施設の整備を進めている。高齢者施設とひとくくりにはできない状況になっている。
- ・障害者関係の共同作業所 (旧法定外施設) の被災

- ・建物内の備品、家具の転倒。現在はユニット型に移行し、個室の家具は増加傾向で対策必要。

2) ライフラインの復旧と確保

- ・電気 ガスよりはやく復旧、喀痰吸引、酸素などの電源確保、電動ベッドの手動自家発電の必要性
- ・ガス 厨房が使えず、コンロなどで対応 (嚥下用の特別食などの対応困難)
(当時、電化厨房は殆どなし、現在は積極採用の傾向)
- ・水道 飲料水、トイレ対応、給水が確保できても下水管破損のまま、貯水槽
(ユニット化により浴室、トイレは分散化傾向 配管)
- ・電話 職員の安否確認と職員確保、火災用のマニュアルでは対応不可、情報収集

3) 既存利用者対応

- ・入所している方 継続ケア 余震による不安の軽減 デイ部門からの応援
- ・在宅の方 ホームヘルパーによる安否確認、デイの中断、緊急ショート、(配食)

4) 上記以外の被災者対応

- ・在宅に留まる
- ・避難所に行く 高齢者は入口近く、環境悪い(脱水、トイレ、ストレス) ケア必要、孤独死・孤立、障害者の居住問題
- ・在宅要援護高齢者の把握(民生委員、老人クラブ、保健師、ケアマネ) サポート必要度の確認。現在であれば、地域包括支援センターが中核機能を担う。
- ・施設の広域協力、介護職員の派遣、食糧・物資の提供、専門性の発揮
- ・窓口の一本化(法人単位)

5) 被災者受け入れの具体策

- ・緊急ショート(定員の弾力化、県老人福祉施設連盟による受け入れ調整) 解消時期
- ・入浴サービス(デイ機能、移動入浴車)
- ・デイサービスの機能開放(入浴、スペース、職員 デイ再開)
- ・ケア付き仮設の創設(その後の中越地震などでも採用)
- ・一定期間を経て、シルバーハウジングとL S A

首都圏で想定される地震動と被害

・地震と地震動（久田担当）

・首都圏で想定される地震のタイプ：図1に示すように日本列島は、陸のプレート（ユーラシアプレートと北米プレート）に海のプレート（太平洋プレートとフィリピン海プレート）がぶつかりながら沈み込み地震が発生する。図2は関東平野の模式的な断面図であるが、地震のタイプを大きく分類すると、陸のプレート内の地震（図2の1）、プレート境界の地震（図2の2や4）、海のプレート内の地震（図2の3や5）がある。このうち、首都圏に大きな被害を発生させると考えられているのが、プレート境界の地震と陸のプレート内の地震である。前者には首都圏直下地震や東海地震などの海溝型巨大地震、後者には立川断層など活断層による地震や、特定が困難な伏在断層による地震がある。この中で近い将来に最も発生可能性が高いと危惧されているのが、フィリピン海プレート上面に発生するマグニチュード7クラスの首都圏直下地震と、マグニチュード8クラスの海溝型巨大地震である（図2の2）。二つのタイプの地震により首都圏で想定される地震動の特徴と想定される被害も大きく異なる。

・首都圏直下地震：図3はフィリピン海プレート上面において地震発生の可能性があると考えられている地域を示す。図の～の地域は当面発生しないと考えられており、橙色のその他の地域（東京湾北部、多摩、茨城県南部など）が可能性のある地域である。地震調査研究推進本部によると全ての地域を考慮すると、マグニチュード7クラスの地震が発生する確率は今後30年間で70%程度と見積もられている。図4は東京湾北部でマグニチュード7.3の地震が発生した場合を想定した震度分布である。下町地域を中心に震度6強、その周辺で震度6弱が予想されている。1995年兵庫県南部地震に比べ、震度7の領域が少ないのは震源がフィリピン海プレート上面にあり深さが40～50kmと比較的深いためである。一方、広大な地域で震度6弱以上であり、大きな被害が予想されていることに注意を要する。

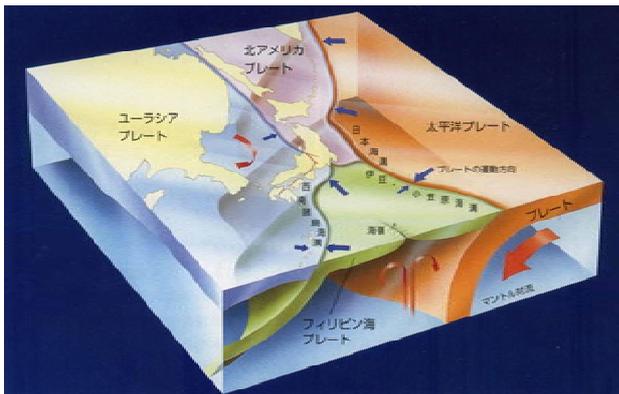


図1 日本列島周辺のプレート構造
(http://blog.livedoor.jp/nara_suimeishi/archives/51153343.html)

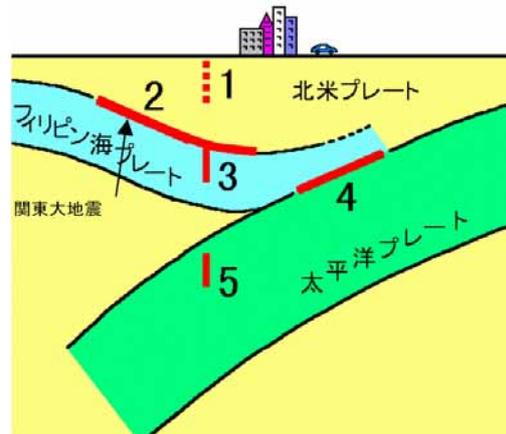


図2 首都圏の断面図によるプレート構造と様々な地震のタイプ（中央防災会議資料）

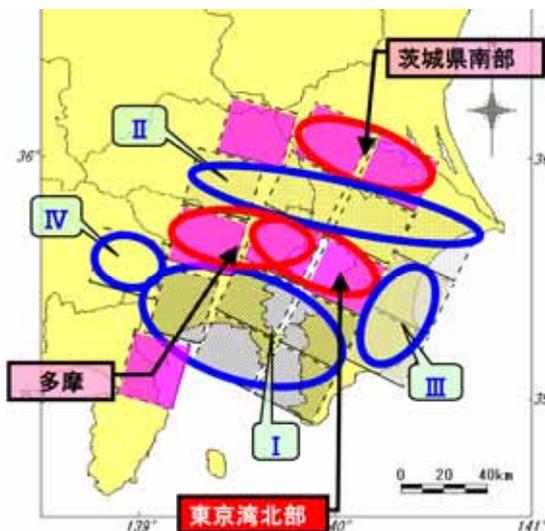


図3 首都圏直下のフィリピン海上面において想定される震源断層の位置（中央防災会議資料）

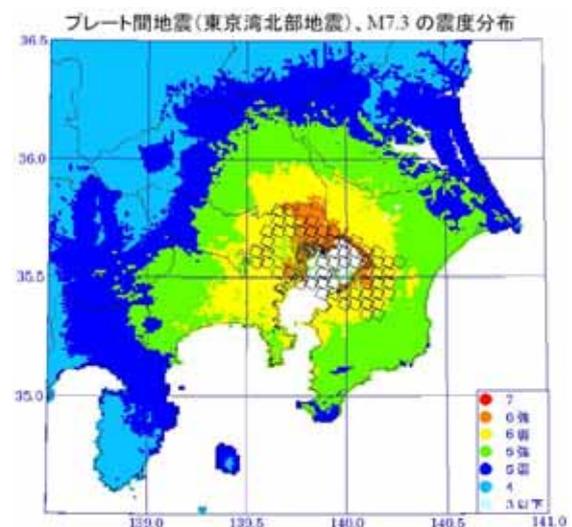


図4 首都圏直下地震の例として東京湾北部地震を想定した推定震度分布（中央防災会議資料）

・海溝型巨大地震と長周期地震動：図5はフィリピン海プレート上面で想定されている海溝型巨大地震の震源域である。このうち、近い将来発生が懸念されているのは東海地震と南海地震であり、過去の例から両地震は単独で発生する可能と連動して同時発生する可能性がある。東海地震などが発生した場合、首都圏での想定震度は5程度であるが、超高層建築や石油タンクなどに被害を及ぼす長周期地震動による被害が懸念されている（図6を参照）。過去の例として図8は1923年関東地震の際、東京市本郷において今村式2倍変位計で観測された地震記録であり、周期（往復する時間）5秒程度以上のゆっくりとして揺れが、余震を含めて10分以上の長時間にわたり続いている。長周期地震動の成因は、図6に示すように関東平野は固い基盤の上に柔らかい堆積層が厚く堆積しており、皿に盛られたゼリーのような状態であり、周辺の岩盤から入射した地震動が関東平野内では増幅され、かつ長時間にわたってゆっくりと伝播するために生じる（図9）。



図5 相模・駿河・南海トラフ沿いの海溝型巨大地震（内閣府防災会議資料）

図6 2003年十勝沖地震の苫小牧市におけるナフサタンク全面火災（消防庁提供）

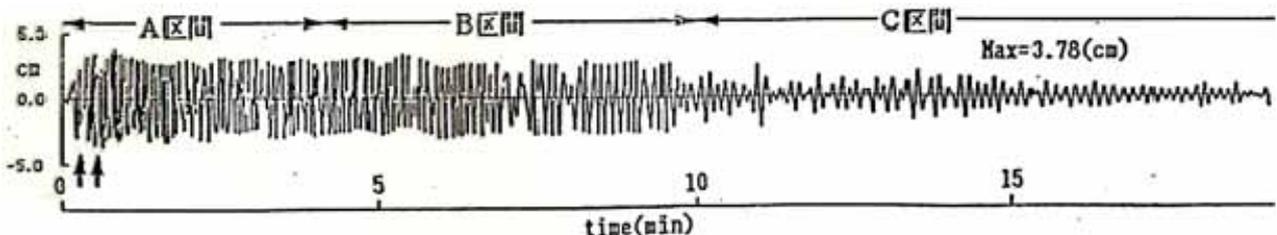


図7 1923年関東地震の際、東京市本郷において今村式2倍変位計で観測された地震記録（横田ほか、1989）

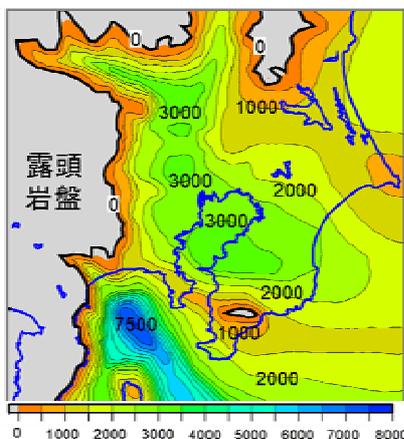


図8 関東平野における地震基盤までの深さ（吉村他、2004）

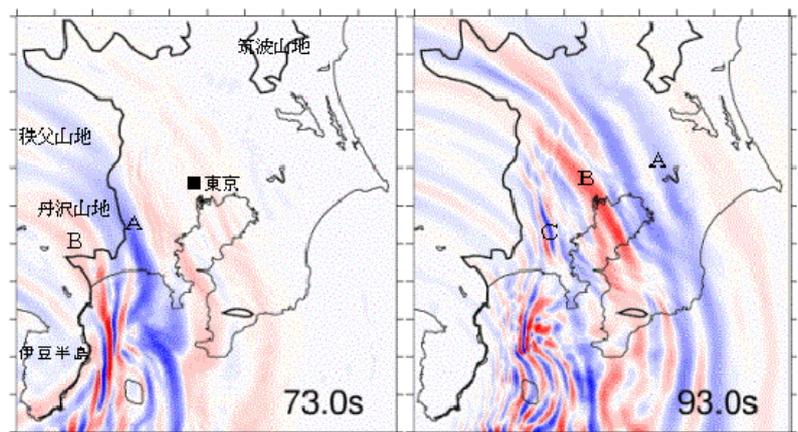


図9 想定東海地震による関東平野における長周期地震動シミュレーションによる伝播の様子（吉村他、2004）

・想定される地震動と超高層建築への影響：図 10 は首都圏直下地震として東京湾北部地震（M7.3：図 4 参照）、海溝型巨大地震と想定東海・東南海地震（M8.3：図 5 参照）による新宿での工学的基板上的計算波形の一例である。東京湾北部地震の場合、新宿区は震源断層の直上に位置するため、大きな加速度振幅となっているが、主要道の継続時間は 15 秒程度と短い、それに対して東海・東南海地震の地震動は震源が遠方であるため、加速度振幅は小さいが継続時間は 600 秒以上と非常に長い波形になっている。図 11 は超高層建築の地震応答解析の一例であり、50 階建てで周期 5 秒のスナッフショットである。入力地震波は 1995 年兵庫県南部地震における神戸海洋気象台の記録（JMA Kobe 波）と想定東海地震における新宿での計算波形である。計算より、11 秒後で Kobe 波は主要動となり超高層建築が揺られているが、振幅は最大で 10 cm 程度と大きくはない。一方、東海地震では 11 秒後では揺れは殆どないが、徐々に揺れが増大し、73.4 秒後では最大で 1 m 程度の揺れに達し、数分間その大きな揺れが継続し続ける。

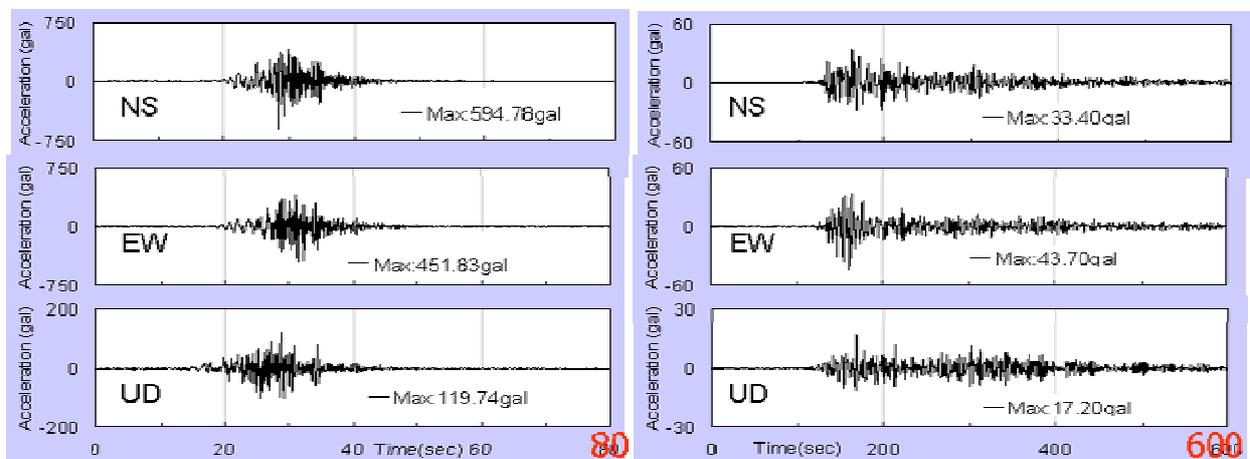


図 10 東京湾北部地震（左）と想定東海・東南海地震（右）による新宿での計算波形（田中他、2008、吉村他、2004）

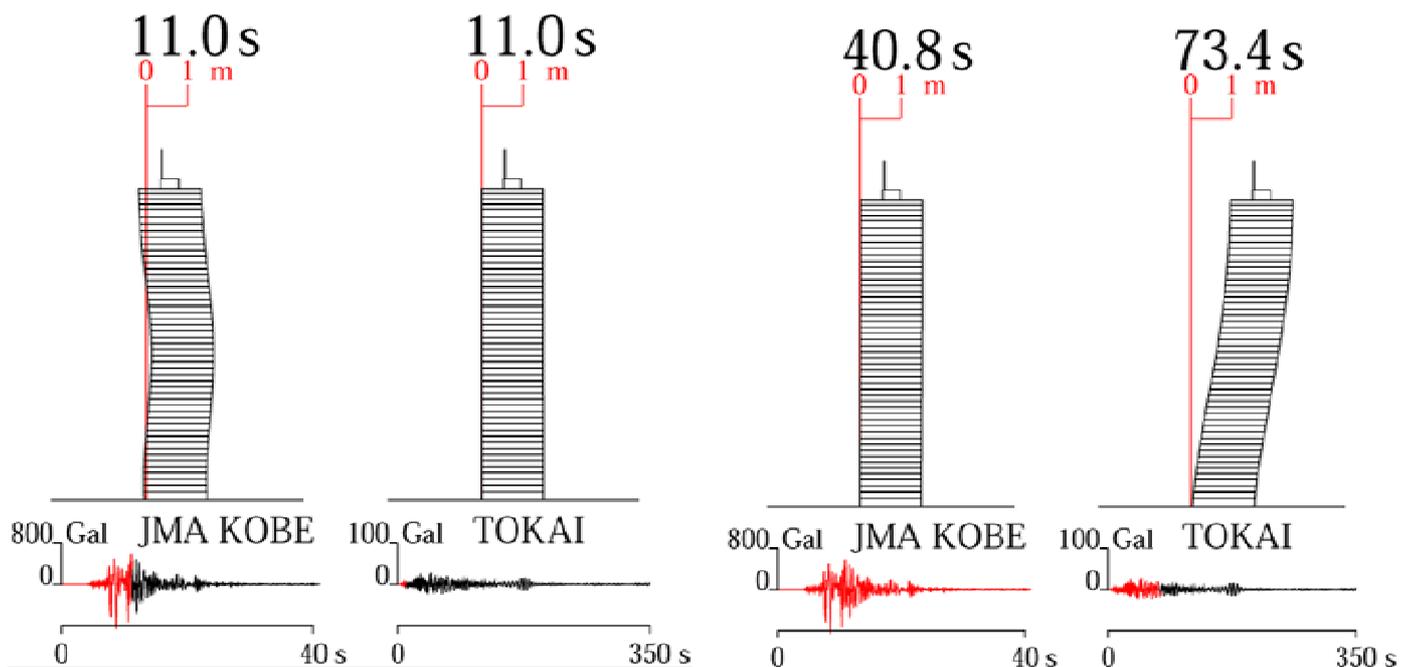


図 11 神戸波と想定東海地震による新宿の周期 5 秒の超高層建築の揺れの違い（大成建設技術センター提供）

・首都圏で想定されるその他の地震：その他のタイプの地震として、図5に示す活断層による地震、図6に伏在断層による直下地震がある。主要な活断層は地震調査研究推進本部によって震源規模や発生確率などが調査されている。例えば立川断層帯では最大で M7.3 の地震が発生する可能性があり、発生確率は今後30年間で0.5~2%とされている。一方、伏在断層はどこに存在するか不明な断層であり、M7程度以下の地震の可能性が指摘されている。実際に発生する可能性は非常に小さいが、図6に示すように主要な都市の直下に想定し、被害予想を行なっている。図7(左)の例のように活断層による地震は震源が非常に浅いため、その近傍で震度7を発生させる非常に強い地震動を発生させる。またマグニチュード7以上では地表に断層ずれが現れ、図7(右)の例のように大きな地盤変形に対する対策が必要になる。

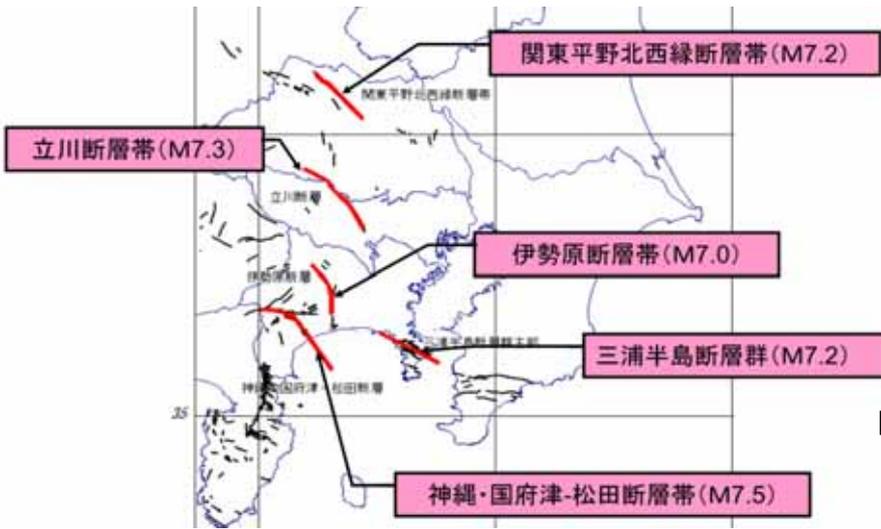


図5 首都圏における主要な活断層帯と想定地震の規模(中央防災会議資料)

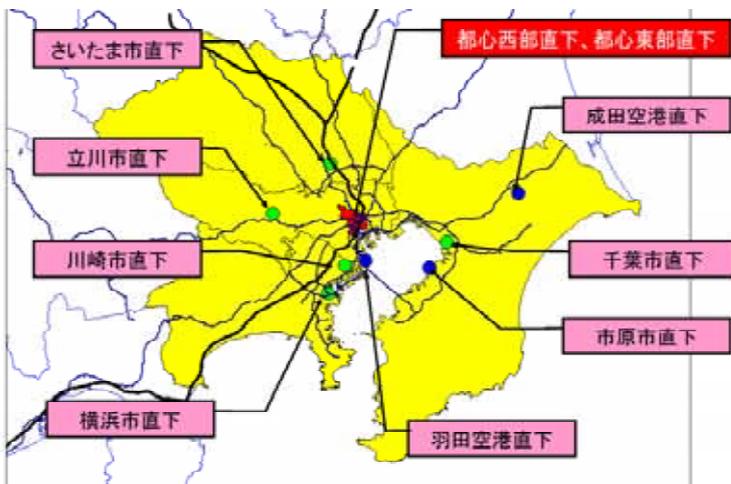


図6 伏在断層による想定地震(中央防災会議資料)



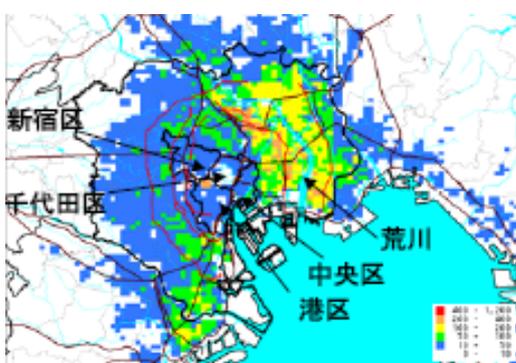
図7 1995年兵庫県南部地震における神戸市の木造家屋の倒壊(左)と1999年台湾・集集地震による地表断層上のRC建物の傾斜(撮影:久田)

首都圏における想定地震による被害像

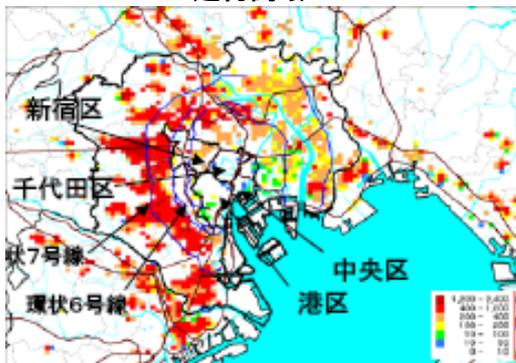
1. 内閣府中央防災会議による被害推計

平成16年12月に内閣府により首都直下地震対策に係る被害想定結果が公表された。この被害想定は、首都圏で発生すると考えられる18の地震について地震動予測を行い、その結果から首都圏の建物や人口などのデータを利用して、各地震が発生した場合の被害を推計した。被害が広範囲に及ぶ地震は東京湾北部地震(マグニチュード7.3、震源深さ20~30km)による被害で、地震発生の時間と条件を最悪な条件で推計した場合、図1に示すように揺れによる建物倒壊が15万棟、火災による焼失が65万棟、その他による建物被害が約5万棟となり、死者数も建物被害による死者数が3100人、火災による死者数が6200人に及ぶ結果となった。また、経済被害が約112兆円に及び、そのうち地震動による直接的な被害は約66.6兆円に及び、首都機能支障や交通ネットワーク機能の支障による被害は約45兆円と推計されました。

図1から建物被害が集中しているのは、荒川周辺や多摩川の河口付近といった地盤の軟弱な地域が、軟弱地盤による地震動の増幅や老朽化した木造住宅が多いなどといった原因のため被害が集中している。一方火災による被害は、木造住宅などが密集している西側の環状7号線沿いの地域に集中していることがわかります。



建物倒壊



地震火災

(2)冬夕方18時 風速15m/s

①建物全壊棟数・火災焼失棟数



◇瓦礫発生量約9,600万トン

②死者数 約11,000人



◇負傷者数(重傷者含む)約210,000人

重傷者数約37,000人

被害棟数

図1：内閣府による直接被害による結果

内閣府による被害想定では、上述のように建物や人的な被害推定が行われ、それ以外にもライフラインや交通機関の被害推定も行われた。東京湾北部地震において、鉄道機関において、運行中の電車が脱線して約 300 人の死者(朝 8 時のラッシュ時)が発生すると予測しており、昼 12 時に発生した場合は帰宅困難者が東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県を合わせて約 650 万人発生すると予測された。またライフライン施設被害により、地震発生直後の断水人口が 1100 万人、下水道が 45 万人、停電件数が 160 万棟、固定電話の不通回線数が 110 万回線、ガスが 120 万棟と予測されました。これらライフラインの復旧日数について事業者に聞き取り調査を行っており、全体の 95%(ガスは 80%)復旧するために要する期間は上水道で約 30 日、電気が 6 日、通信が 14 日、ガスが 55 日と予測されている(茨城県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、静岡県の全体を対象)。しかし、ここで予測された復旧期間はあくまで聞き取り調査による結果であるため、実際首都圏を襲う大きな地震は関東大震災以後発生していないため、想定を超える事態が発生する可能性がある点を留意しておく必要がある。

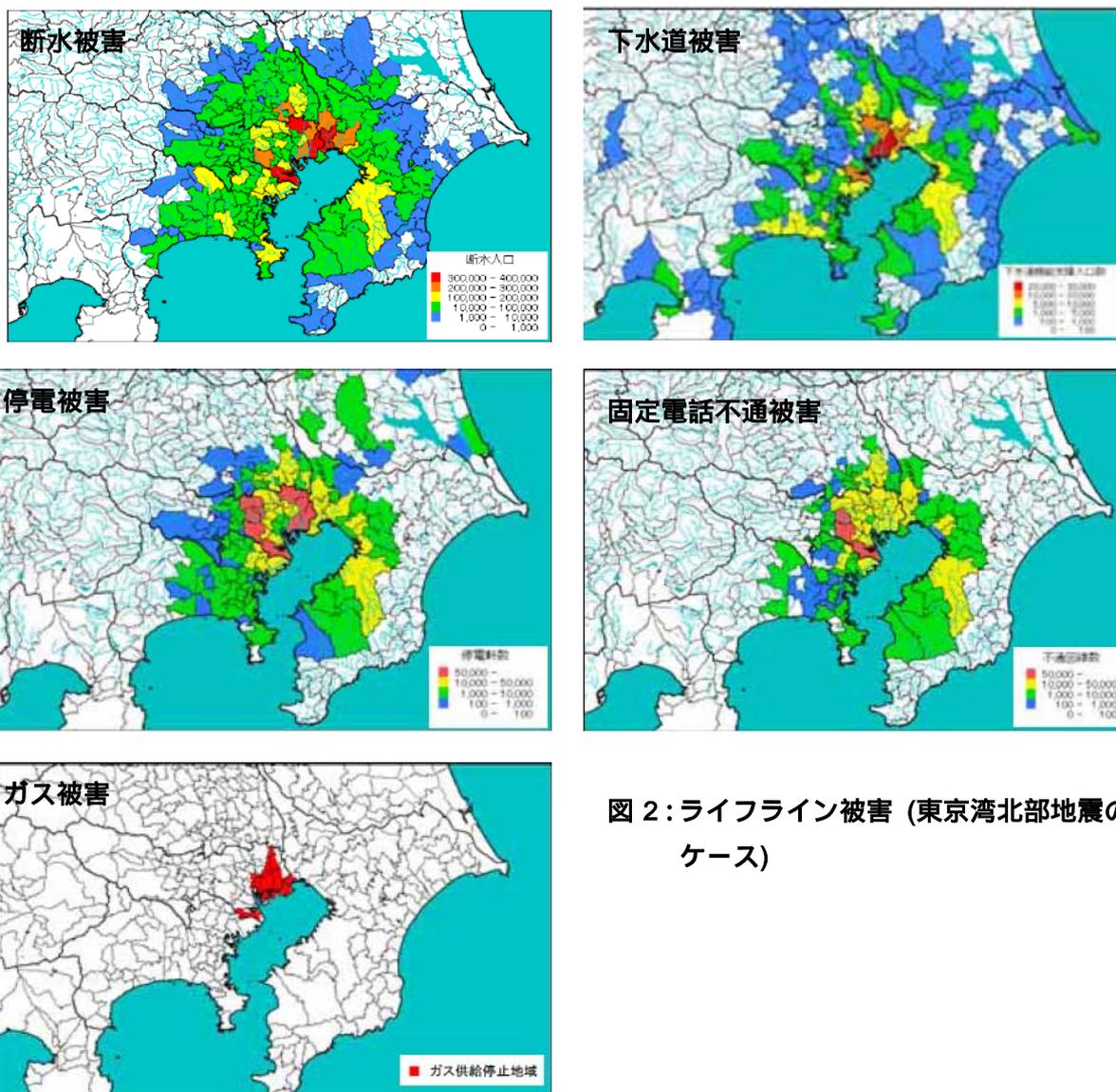


図 2: ライフライン被害 (東京湾北部地震のケース)

2. 東京都による被害推計

東京都においても、内閣府の被害想定を受けて、平成 18 年にプレート境界で発生する地震として東京湾北部地震と多摩直下地震の 2 つの地震について、マグニチュードを M7.3 と M6.9 の合計 4 ケースについて被害推定を行った。東京都の場合においても、東京湾北部地震 M7.3 のケースで被害が大きく、揺れによる建物全壊が約 13 万棟、火災による焼失建物が約 31 万棟(夕方 18 時)、死者が約 5600 人、負傷者が約 16 万人(うち重傷者が約 24,000 人)に及ぶと考えられます。ここで、風速 15m/s はおおむね春一番と同じ風速である。

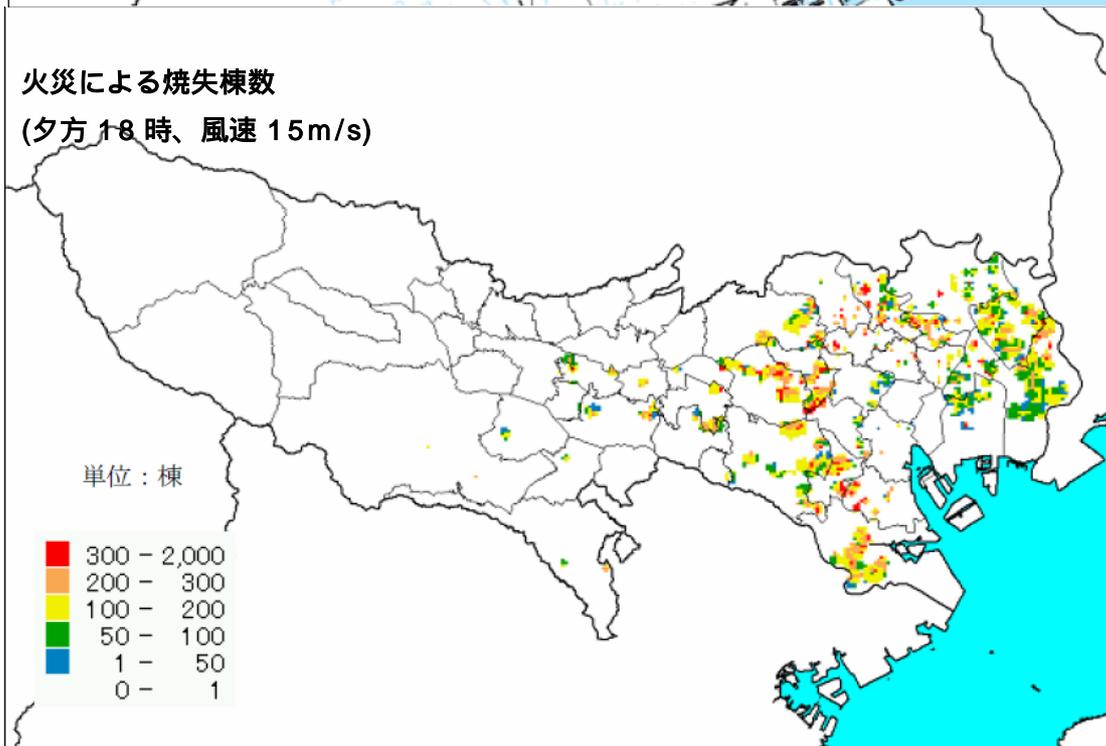
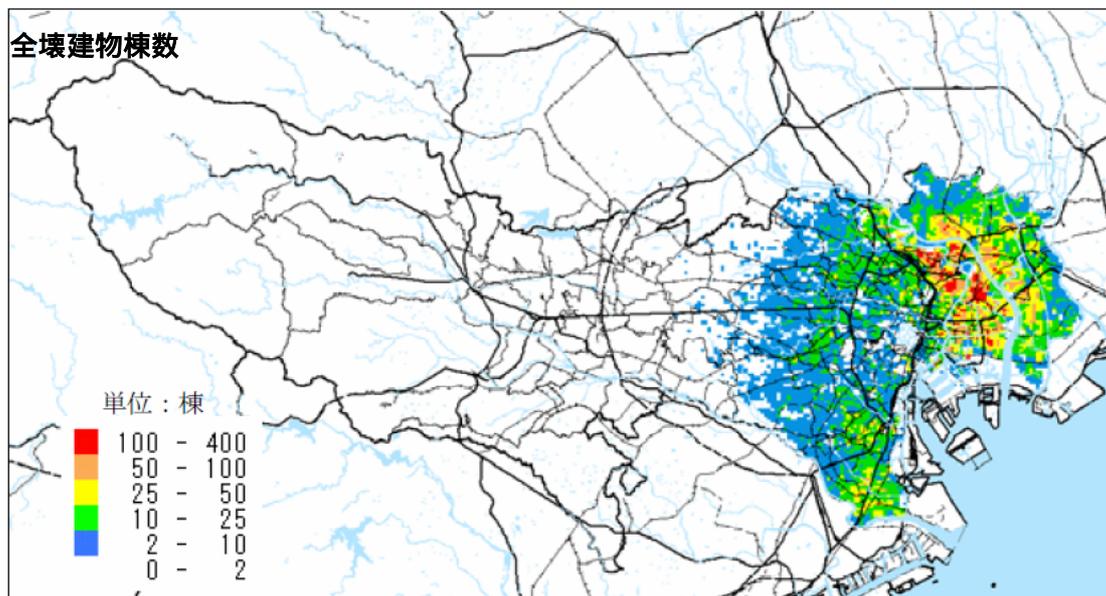


図3：東京都による建物被害

ライフライン被害についても、東京都では被害推定を行っており、東京湾北部地震(M7.3)のケースで区部に被害が集中し、電気が墨田区、荒川区、葛飾区で40%以上、江戸川区で30%以上が停電し、通信は、西多摩や北多摩北部以外、ほとんどの地域で被害が発生し、ガス(一般家庭)は中央区や墨田区、江東区でほとんど供給停止となり、断水も東京都のほとんどの地域で発生し特に墨田区、江東区、足立区、葛飾区、江戸川区で70%以上におよび、下水道も墨田区、江東区、足立区、葛飾区、江戸川区で30%以上被害が発生する。

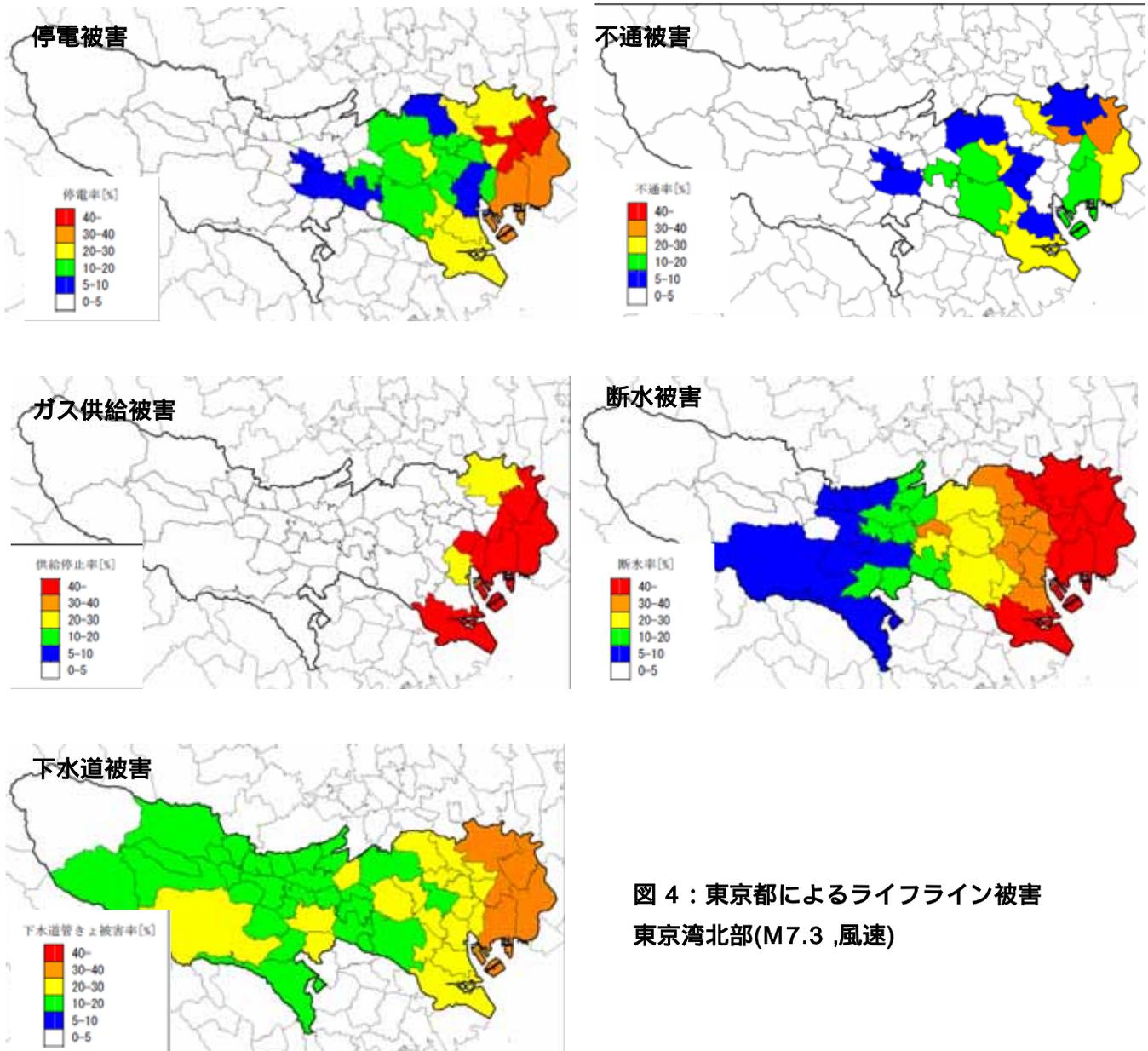


図4：東京都によるライフライン被害
東京湾北部(M7.3, 風速)

震動実験などの事例・具体例

1. 地震動シミュレーション

阪神大震災後、防災科学技術研究所などにより全国で地震動観測が行われ(図 1)、これまで鳥取県西部地震や新潟県中越地震、岩手・宮城内陸地震など様々な地震動の記録が記録されました。こういった観測記録により、地震動の様々な研究が盛んにおこなわれるようになり、地震防災などに活用されています。

たとえば、東京大学古村教授により、防災科学技術研究所の K-Net(強震観測ネットワーク)の観測記録を使って、中越地震による地震動の伝わり方などをアニメーションで公開されている(図 2)。さらに、古村教授らは、地球シミュレーターを使って、過去の地震動の再現や今後発生する可能性のある東海・東南海地震連動のシミュレーションを行っています。

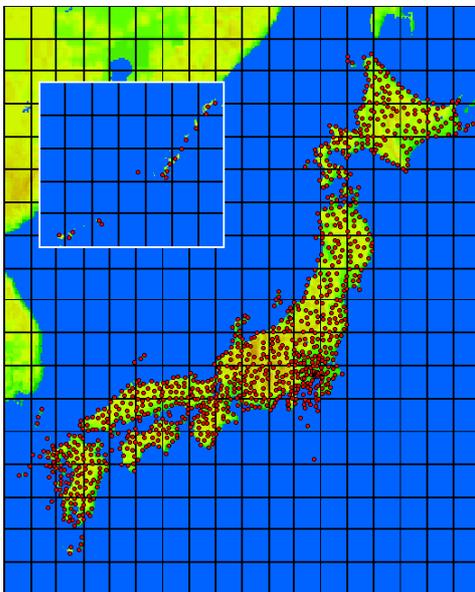


図 1 : 防災科学技術研究所の K-Net の観測点

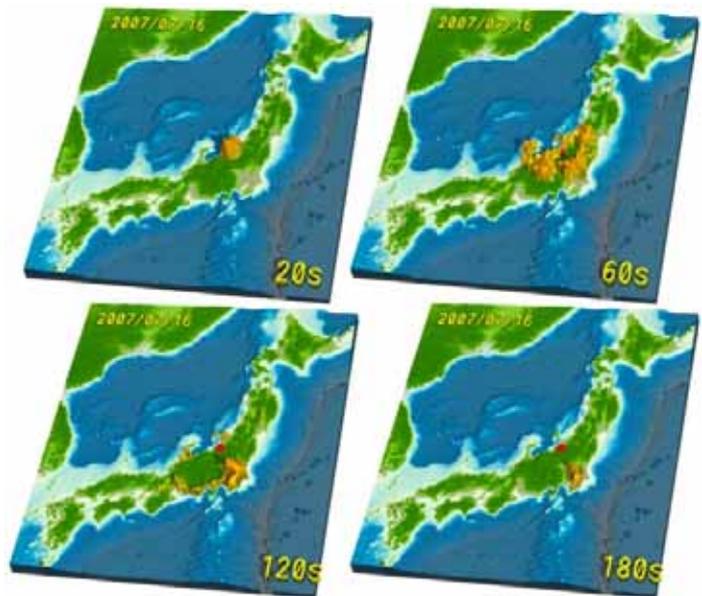


図 2 : 東京大学古村教授による中越地震の伝播のアニメーション



図 3 : 東京大学古村教授による 1944 年の東南海地震のシミュレーション

2. 建物応答のシミュレーション

近年コンピュータの発達などにより、一般家庭で使われているコンピュータでも地震による建物応答の計算がおこなわれるようになりました。また、観測機器や観測記録を処理するコンピュータの発達により、リアルタイムで建物の揺れなどを見ることができます。

図4には、東海地震による新宿の超高層ビルの揺れを表わしたもので、こういった結果を利用して、今後発生する巨大地震に対して、建物がどのように揺れるか予測し、その予測結果を利用して建物の危険な個所を把握し、対策を行うことができます。また、建物内に設置された地震計を使って、建物が揺れているところをインターネットエクスプローラなどのブラウザにより、リアルタイムで揺れているところも確認することができます(図5)。

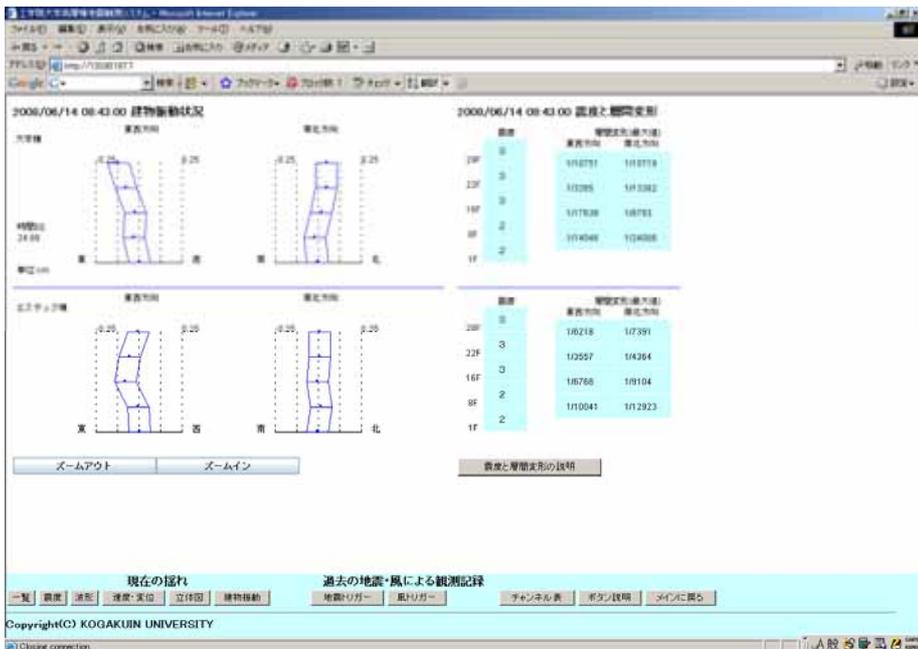


図5：工学院大学のリアルタイム地震動観測システム

3. 実大震動実験やシミュレーションによる地震動被害の予測

防災科学技術研究所では、阪神大震災以降も様々な防災に関する研究が行われ、2005年4月に世界最大級の実大三次元震動破壊実験施設が兵庫県三木市に建設されました。この施設は愛称E-ディフェンスとよばれ、これまで多くの地震防災に関わる実験がおこなわれてきました。たとえば、京都市内に建っていた京町家を移築し、移築した京町家と同じ軸組み工法の新築住宅を同じ振動台の上に載せて実験を行いました(写真1(左))。また、今後発生する地震動を上述のようにシミュレーションにより作成し、その地震動を用いて振動台を揺らして、高層のオフィスビルなのでどのような被害が起こるかなどを実験により確認することがおこなわれています(写真1(右))。

また、シミュレーション技術によっても地震動などにより建物内の被害を予測することが行われおり(図6)、こうした最先端の技術を用いて、より詳細に状況を把握し、地震災害の減災方法を検討するなど、研究がおこなわれています。



京町屋の実験



想定南海地震による高層ビルの揺れ

写真1：E-ディフェンスによる実験例



想定南海地震による高層ビル(室内)の揺れ



図6：正月らによる長周期地震動による超高層ビル内の様子

建築物の耐震設計、耐震診断と耐震補強

1 建築物の耐震設計法の変遷と被害地震

建築基準法は1950年（昭和25年）に制定され、大きな被害地震が発生するたびにその被害を教訓とし、技術の進歩・新しい研究成果を取り入れて基準法・耐震規定の改正が行われてきました。現行の耐震規定は1981年（昭和56年）に改正され、「新耐震設計法」と呼ばれています。この改正では耐震基準の目標と構造計算方法が抜本的に改正されました。その後、2000年に限界耐力計算法が追加されましたが、法で求められる耐震性能に大きな変化はありません。耐震設計の大きな変化は1968年十勝沖地震の後の1971年の改正、1978年宮城県沖地震の後の1981年の改正です。

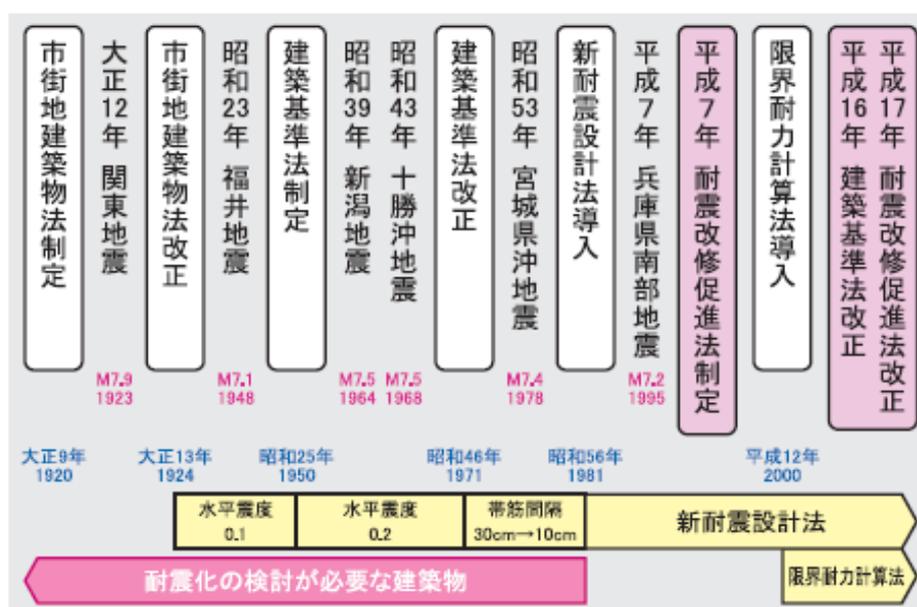


図 - 1 建築基準法の変遷と主な被害地震*

現行の建築基準法施行令では、耐震計算のための地震力を2段階考えています。

第1段階：耐用年限中に数度は遭遇する程度の地震（中地震）

気象庁震度階の震度5強程度で、地動の最大加速度にすると80～100Gal（Gal：加速度の単位 cm/s^2 ）程度です。これは中低層の建物の最上部では200Gal程度の加速度応答になり、この地震力に対して建築物の機能を保持するように設計します。

第2段階：耐用年限中に一度遭遇するかも知れない程度の地震（大地震）

1923年の関東地震級の地動（震度6強程度）で、地動の最大加速度にすると300～400Gal、建物の最大応答加速度は1,000Gal程度と想定します。この地震力に対して、建築物の架構に部分的なひび割れ等の損傷が生じて、最終的に崩壊から人命を守るように設計します。図 - 2 に基本的な設計方針を示します

（*印の図：出展「耐震改修による安全・安心な街づくり、2006年4月、社団法人建築業協会」

<http://www.bcs.or.jp/taishinka/index.htm>）

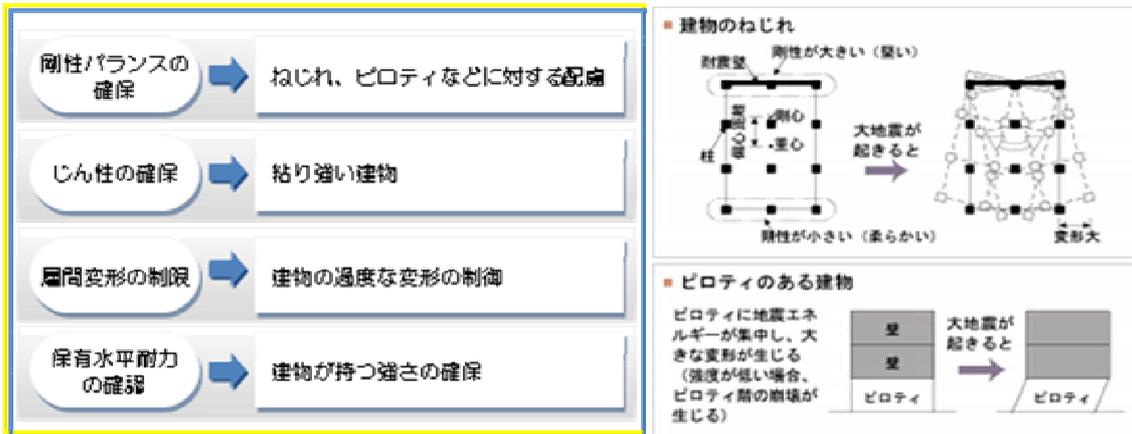


図 - 2 新耐震設計法における設計方針

建物の設計年代別に 1995 年兵庫県南部地震の建物被害の関係を調べた例を図 - 3 に示します。耐震設計の相違が建物被害に大きな影響があることがわかります。旧基準で設計された建物は、大破・崩壊したものが多く見られたが、現行の新耐震設計法により設計された建物では被害が少なかったことがわかります。

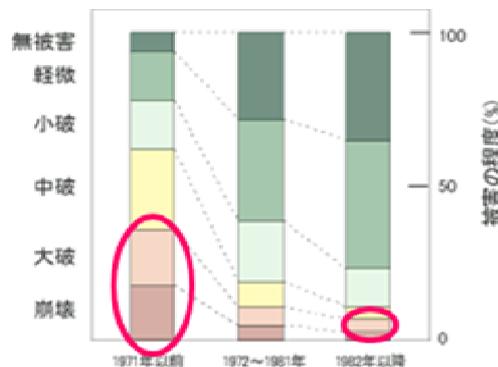


図 - 3 1995 年兵庫県南部地震における建物の建築年と被害状況の関係

(神戸市中央区 J R 三宮近辺) 建築震災調査委員会(建設省)中間報告の資料をグラフ化

兵庫県南部地震を契機として、地震時の揺れを小さく抑える新しい構造の実用化が急速に進みました。建物の基礎下(中間部に設置することもある)に積層ゴムと呼ばれる免震装置を設置して、地震動による建物応答を大きく低減する免震構造は、オフィス、病院、住宅、データ・センターなどに多く採用されるようになりました。また、建物各部に減衰装置(ダンパー)を設置して振動エネルギーを吸収し、地震の揺れを低減する制震構造は高層オフィス、高層住宅を中心に広く採用されています。建物の耐震グレードを設定し、耐震性の高い建物・設備を設計するとともに建物の揺れを減らして、人・家具・什器・情報機器などを守り、大地震時にも建物を継続使用することが可能になりました。事業継続計画(BCP: Business Continuity Plan)の観点からも注目されています。免震構造・制震構造の設計は、地震応答解析など高度な設計法を用います。

2 耐震診断の概要

2.1 耐震診断の考え方と診断法

建築基準法の改正により、建物の耐震性能は時代とともに高められてきました。古い耐震基準により設計された建物の耐震性能が、現行の基準で求められている性能に比べて低い(適合しない)場合も多く、このような建築物を「既存不適格建築物」といいます。そこで、既存の建築物の耐震性能を評価し、耐震補強の要否を判定するのが耐震診断です。特に耐震基準が大きく変わった 1981 年(昭和 56 年)以前に建てられた建築物は耐震診断が必要です。

耐震診断では、図 - 4 のように予備診断に基づいて診断計画を策定します。現地調査、設計図書などにより耐震指標評価を行います。耐震診断の方法には簡易な第 1 次診断や精密な診断である第 2 次診断・第 3 次診断の 3 種類があり、建物の特性に応じて選択します。

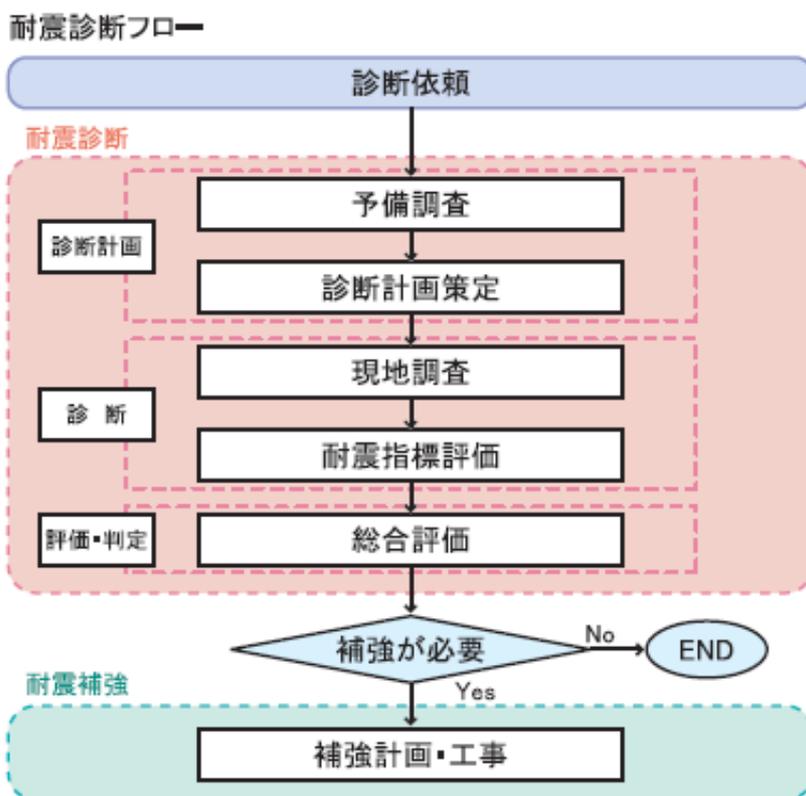


図 - 4 耐震診断のフロー*

現地調査は現地で構造体(柱、梁、壁など)、非構造部材(天井、間仕切り、外壁など)、設備機器などの現況を調査します。目視による調査と、鉄筋やコンクリートを採取して強度などの定量的な分析・評価を行う詳細な調査があります。図 - 5 に調査項目と現地調査の様子を示します。

図 - 6 に耐震診断の方法についてそれぞれの方法の特徴を示します。

予備調査項目

項目	細項目
建物概要	用途、竣工年、階数等
構造概要	構造種別、基礎形式、地盤等
建物環境・履歴	化学薬品、熱影響等の有無、用途変更、増改築等
関係図書	設計図書、計算書、柱形状等

現地調査項目

項目	細項目
建物環境・履歴	環境(薬品、ガス等) 使用状態(漏水等) 履歴(火災・水害、増改築等)
基礎・地盤	基礎・杭(不同沈下、杭変形) 地盤(地形、地盤変形等)
構造体	構造断面・寸法、配筋等 構造計画(耐震要素の配置等) 変質・老朽化(コンクリート、鋼材) 変形・ひび割れ
非構造部材・設備機器等	変形追随性・取付け方法 変質・老朽化



図 - 5 調査項目と現地調査

診断次数		第1次診断	第2次診断	第3次診断
解析対象部分 (色付け部分)				
計 算	方 法	柱・壁の量	柱・壁の量及び強度	柱・壁・梁の量及び強度
	精 度	低い	高い	非常に高い
	難易度	易しい	難しい	非常に難しい
特 徴		壁の多い建築物に適する	主に柱、壁の破壊で性能が決まる建築物に適する	主に梁の破壊で性能が決まる建築物に適する

図 - 6 耐震診断(耐力算定)の方法*

2.2 耐震診断結果の評価

耐震診断基準に基づいて構造耐震指標 I_s を求めます。 I_s 値は建築物の強度が大きいほど、また、靱性（変形しても破壊しない性能、粘り強さ）が大きいほど大きな値となり、耐震性能が高いことを示します。 I_s 値は判定の基準となる構造耐震判定指標 I_{so} と比較して評価します。 I_{so} の値は第1次診断では概ね0.8、第2次・第3次診断では概ね0.6が目安となり、 I_s 値がこれらの数値を上回ることが求められます。

■ 耐震指標評価

耐震指標評価は耐震診断基準に基づいて構造耐震指標 I_s を算定するものです。 I_s 値は建築物の持つ「強度」が大きい程、「靱性(変形性能)」が大きい程大きな値となり、建築物の耐震性能が高いことを示します。

■ 総合評価

建築物の耐震性能の評価は I_s 値と構造耐震判定指標 I_{so} とを比較して行います。 I_{so} 値は、第1次診断では、概ね0.8、第2次、第3次診断では概ね0.6となり、建築物の耐震性能の有無は I_s 値がこれを上回るかどうかが目安となります。

構造耐震判定指標 I_{so} の算定法

$$I_{so} = E_s \times Z \times G \times U$$

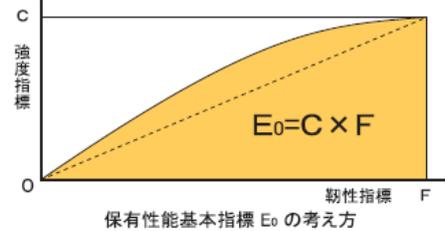
- E_s : 耐震判定基本指標
(第1次診断:0.8 第2次診断・第3次診断:0.6)
- Z : 地域指標(地域の地震活動度などに応じた係数)
- G : 地盤指標(地盤の増幅特性などに応じた係数)
- U : 用途指標(建物用途などに応じた係数)

構造耐震指標 I_s の算定法

$$I_s = E_0 \times S_D \times T$$

- E_0 : 保有性能基本指標
- S_D : 形状指標(建物の形状などに応じた係数)
- T : 経年指標(経年変化などに応じた係数)

保有性能基本指標 E_0 は、建物の強度を表す指標 C と靱性(変形性能)を表す指標 F の積 ($C \times F$) で定義されます。



総合評価 $I_s \geq I_{so}$: 「安全」
 $I_s < I_{so}$: 「疑問あり」

図 - 7 耐震性の評価*

2.3 耐震改修促進法

1995年兵庫県南部地震で設計年代の古い耐震性能の低い建物の被害が大きかったことを受け、既存建築物の耐震診断・耐震補強の必要性が強く認識されました。平成7年にいわゆる「耐震改修促進法」が制定され、平成17年の改正によって義務が強化されました。近年の内陸直下地震の多発、東海地震・東南海地震・南海地震などプレート境界型の巨大地震の発生の懸念から、耐震改修の必要性がさらに高まっています。耐震改修促進法は、一定規模の特定建築物に、耐震診断・改修の努力義務を定めています。さらに、その一部に対し所管行政庁は必要な指示を行うことができます。またこれらの建物には所管行政庁よりの指導や義務を負うことがあります。

耐震診断や耐震改修には費用がかかることから、手続きの特例や基準法の特例、補助金や金利の特例など、いろいろな対策が実施されています。図-8に耐震改修計画認定申請の流れを示します。

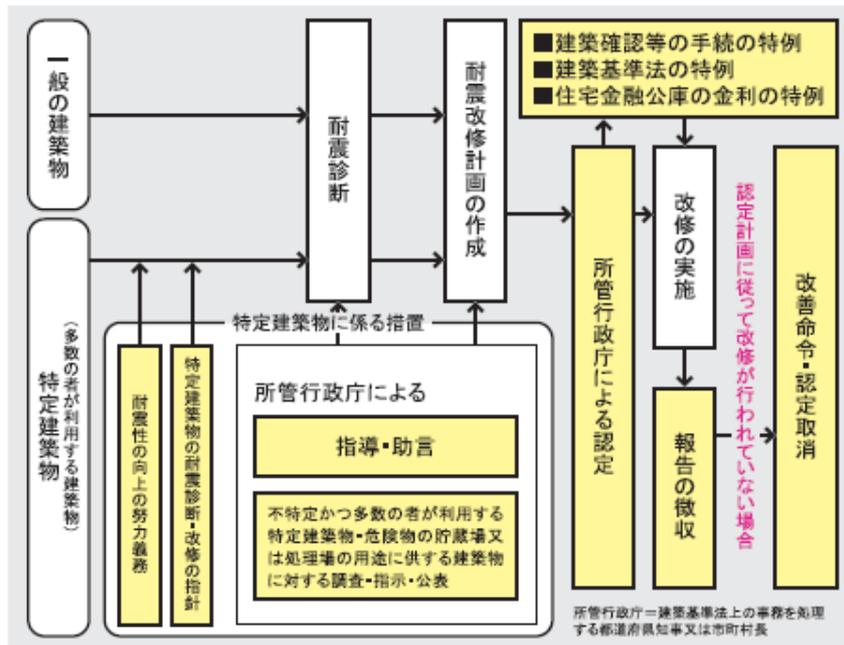


図 - 8 耐震改修計画認定申請の流れ*

3 耐震補強の方法

耐震診断の結果、耐震性能が低い建築物の耐震補強を実施します。目標性能、施工条件、コスト、工期などに応じて最適な工法を選びます。新しい構造システムである免震・制震構造を既存建物の耐震性の向上のために採用する事例も増加しています。図 - 9 に多くの工法の中から、耐震補強、免震改修の事例を示します。



図 - 9 耐震補強、免震改修の事例

超高層の構造被害と対策（全4ページ予定）

1. はじめに

大都市の建築である超高層は基本的に大地震を経験していないが、東京では100m以上が既に350棟を超える

神戸市役所など数棟は兵庫県南部自身を経験 目だった被害はない

中越地震では長周期地震動で六本木ヒルズなど都内のエレベーターが停止

2. 超高層の構造

2.1 材料と構造

S造から高強度RCへ

チューブ構造、センターコア、メガストラクチャなど基本的な構造形式

2.2 制振と免震

座屈拘束ブレースとオイルダンパー

マンションでは超高層免震も

3. 超高層のゆれと被害

3.1 固有周期とゆれ

高さの0.03倍

大地震に共通した性質 周期が3秒を越えると加速度 = 水平力は極端に小さく、変形大減衰の効果が大きい

3.2 予想される構造被害とその程度

直下型地震では超高層でも塑性域に入る。

超高層は厚板が多く、100mmに達するものもあり

兵庫県南部地震では溶接部や厚板の脆性破壊が発生

吹田による実験 70年代のS造超高層の柱梁接合部の実験 倒壊に至るような破壊は生じない

ブレースの損傷は未知数 塑性率2程度 性能的には問題なくとも見た目の不安感

3.3 長周期地震動に対するゆれ

関東平野6s、濃尾平野3s 卓越周期をかわせばそれほどの損傷はないはず

4. 対策とまとめ

直下型大地震に対しては倒壊しないだろうが、その後の補修、耐震性をどう評価するか 使えなくなった超高層が出ると解体が問題

参考文献

1) 日本建築学会：長周期地震動と建築物の耐震性、2007

2) 日本建築学会 鋼構造運営委員会：既存鋼構造建物の耐震性評価と補強・再生、2007年度日本建築学会大会PD資料

～ 建築設備システムと被害および対策～

1. ライフラインと建物の関係
2. 超高層建築における建築設備の特色
3. 建築設備被害の情報収集と管理者の応急対応
4. 地震被害の軽減と事前対策

～ 建築設備システムと被害および対策～

近年、内閣府中央防災会議において首都直下地震の発生確率が今後 30 年間で 70[%]と予測されています。巨大地震発生に伴うライフラインの途絶や建築設備被害により、建物内の設備機能が失われると生活環境に大きな影響を及ぼすと予測されます。新耐震設計法に基づき設計された高層建物は、構造体としての機能が最低限維持されると考えられますが、超高層建築が多い東京では首都直下地震において予測を越えた被害を受ける危険性があります。そこで、ここでは超高層建築の建築設備被害による影響と建物の持ち主、管理者に求められる対応、対策について記載します。

1. ライフラインと建物の関係

ライフラインとは都市生活の維持に必要な上下水道、電気、ガス等のシステムのことです。工学院大学を例に示すと図 1 のように様々な施設からエネルギーが供給されています。供給されたエネルギーは建物内の建築設備によって、必要とする所に供給され、生活を維持するために使用されます。従って、ライフラインが途絶えると建物内での生活に支障をきたします。また、ライフラインが機能していても建物の構造に被害が発生し、建物内の建築設備に被害が発生したりすると建物内での生活維持に支障をきたすことになります。つまり、ライフラインと建物はお互いに健全でなければエネルギーは供給されません。近年、ライフライン事業者は耐震化を積極的に推進していますが、ライフラインとの繋がりや建物内の全建築設備について検討する必要があります。

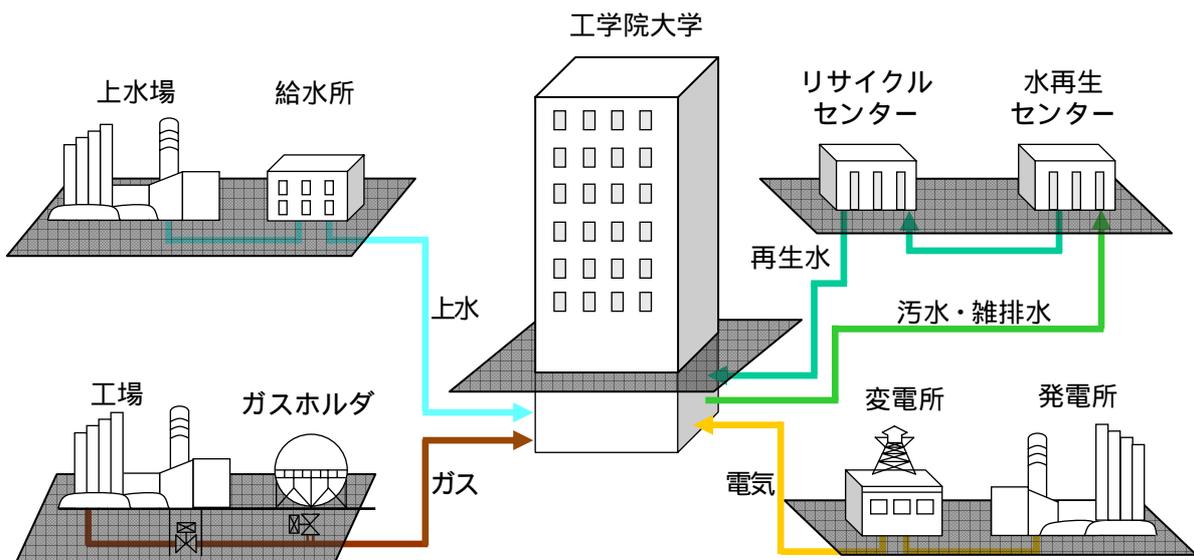


図 1 ライフラインと建物の関係図

2. 超高層建築における建築設備の特色

超高層建築の建築設備は一般の建物と異なった特性を持っています。図2に示す工学院大学の給排水衛生設備を例にとると、高層，中層，低層の3つの系統から構成され、建物全体が一つの系統となっておりません。

建築設備は受水槽，ポンプ，揚水管，高置水槽，給水管，衛生器具，排水管といった機器や配管が1本の線のように接続していることでシステムとして機能を発揮する特性があります。従って、建築設備の耐震性は、日本建築センターや空気調和・衛生工学会で示される方法で耐震設計・施工をしますが、全体を一連のシステムとして捉え耐震性能を考えていく必要があります。例えば、高置水槽に写真1のような被害が発生すると、貯水が不可能となるだけでなくトイレや洗面の使用が不可能になります。

従って、機器単体の被害はその機器の被害だけに留まらず、他の箇所に影響を与えることとなります。そこで、被災時に建物管理者はシステム全体を考慮し、対応する必要があります。



写真1 スロッシングによる高置水槽の天板及び側板の破損^{出典1)}

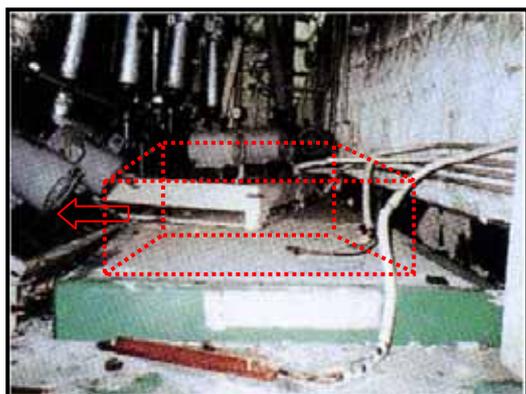


写真2 揚水ポンプの移動^{出典1)}

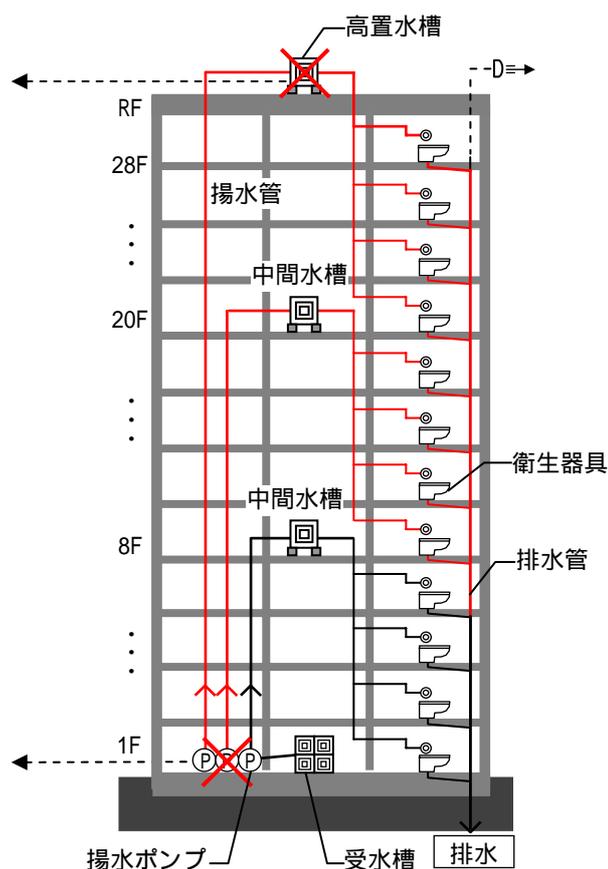


図2 工学院大学における給排水衛生設備の構成

出典 1) 日本建築学会：阪神・淡路大震災調査報告書，建築編-7，建築設備・建築環境，1999.03

3. 建築設備被害の情報収集と管理者の応急対応

地震時に建築設備が損傷し、給水、排水の機能を損失し、飲料水が確保できない等といった問題が生じます。それらの問題は図3のように被害情報として建物管理者が収集し、得られた情報から状況を確認した後、問題を解決するため迅速に応急対応を取らなければなりません。

例えば、超高層建築である工学院大学では高層階、中層階の給排水機能が停止しても、低層階が機能していれば避難者を低層階まで誘導し、中・高層階の復旧を後日行う等の対応が考えられます。また、災害対策本部の設置や避難階をどのフロアに設置するかといった、応急の建物利用計画も事前に検討する必要があります。

このように、予め機能を必ず確保したい場所が決められていれば、損傷に影響する設備機器を耐震補強することで大地震時の被害を軽減することも可能です。当然、被害の程度ごとの復旧計画も事前に立案しておくことが建物の機能回復期間の短縮に繋がります。

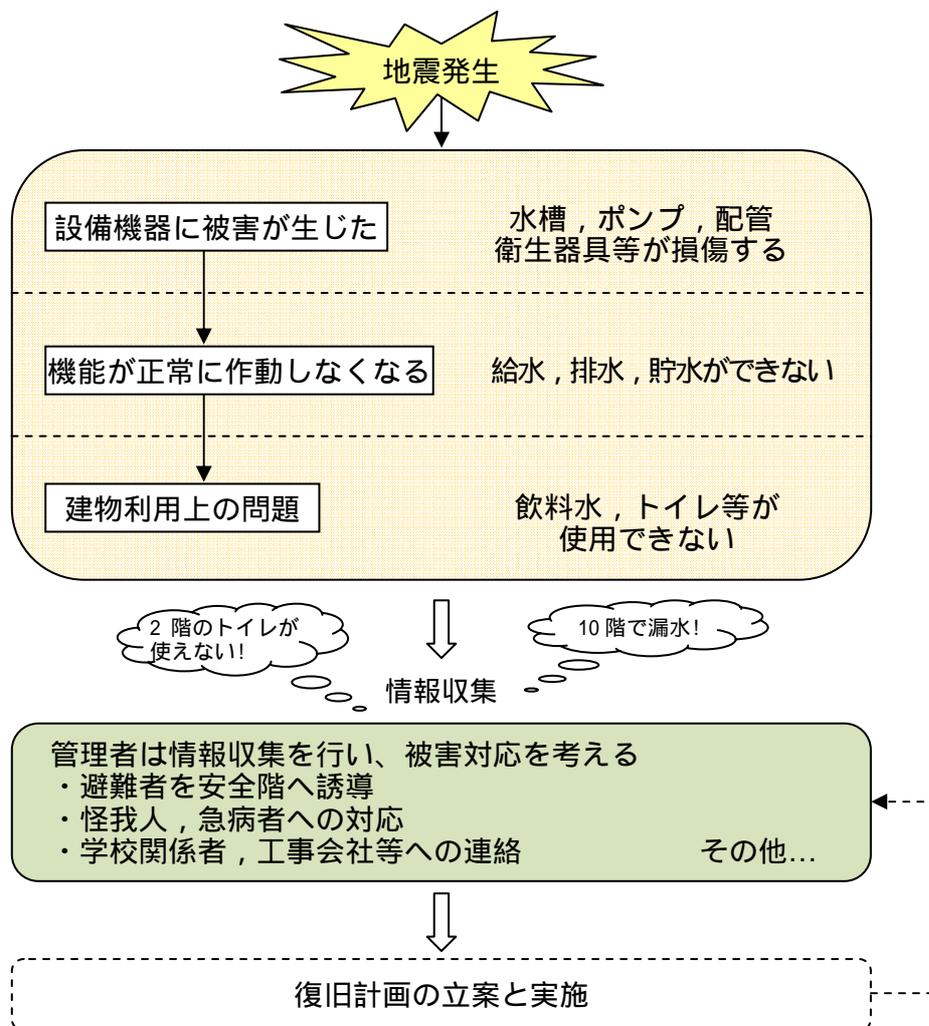


図3 設備被害の影響と管理者の応急対応

4. 地震被害の軽減と事前対策

被災時に設備機能を維持するため、建物の持ち主や管理者は設備機器の耐震補強を考え実施する必要があります。設備機器の耐震補強方法は、日本建築センターや日本建築設備・昇降機センター等で検討されていて、機器・配管を堅固に支持・固定することや変位吸収継手を用いた措置等を施すことにより設備機能を維持することとしています。しかしながら、実際の地震では必ずしも予測した被害だけが起こる訳ではないので、被災後に建物をどのように生かし、使用するかのシナリオをいくつか考えておくことが重要となります。

そこで、建物管理者は被害・程度を予測し設備機器の機能を維持すべきエリアを決め、そのエリアの被害を防ぐためにどのような補強をどこに施すか、費用対効果を考え検討する必要があります。

例えば、ポンプ、水槽の耐震補強にはいくつかの方法が考えられます。図4はポンプの耐震補強例であり、写真3は工学院大学のポンプ防振架台ストップです。このような耐震ストップを施すことで機器本体の移動を防止することが可能となります。図5と写真4はステンレス製ステーを用いた水槽の内部補強例で地震により水槽内の水が大きく振動し、側板や天板に写真1のようなスロッシング現象による被害を軽減させます。

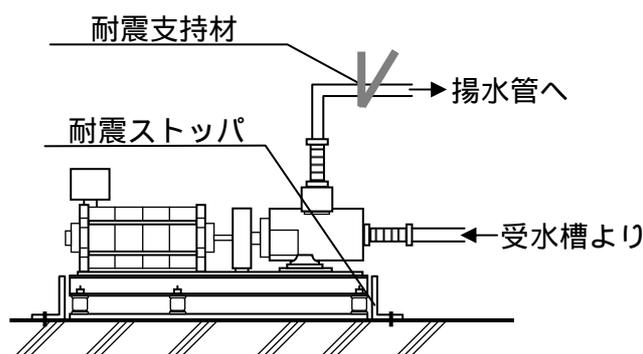


図4 ポンプの一般的な補強方法^{出典2)}

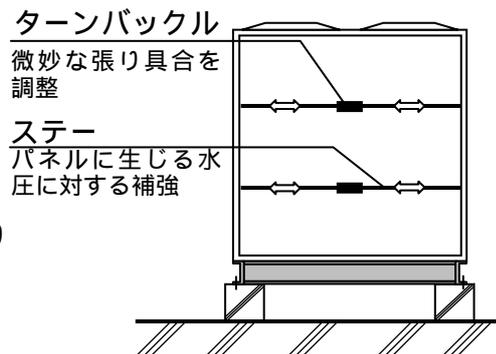


図5 水槽の内部補強方法(断面図)



写真3 耐震ストップを防振架台内側に取り付けた例(工学院大学の揚水ポンプ)

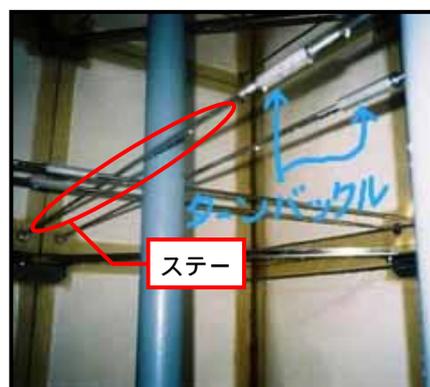


写真4 水槽の内部補強^{出典3)}

出典2)日本建築設備・昇降機センター：建築設備・昇降機耐震診断基準及び改修指針，1996版
 出典3) きんぱね株式会社タンクの修正奮闘記 <http://blog.goo.ne.jp/kinpane/>

エレベータ・什器類と被害、および対策

1. エレベータの耐震基準とその構造

エレベータの耐震基準も建築物の耐震基準と同様に大きな地震被害を受け、基準が更新されてきました。図 1 にエレベータの耐震基準の変遷を示し、この図から、エレベータの 1998 年以降のエレベータでは、新耐震基準という阪神淡路大震災での被害を基に新しい耐震クラスが設定されており、この耐震クラスはユーザーによって決められています。

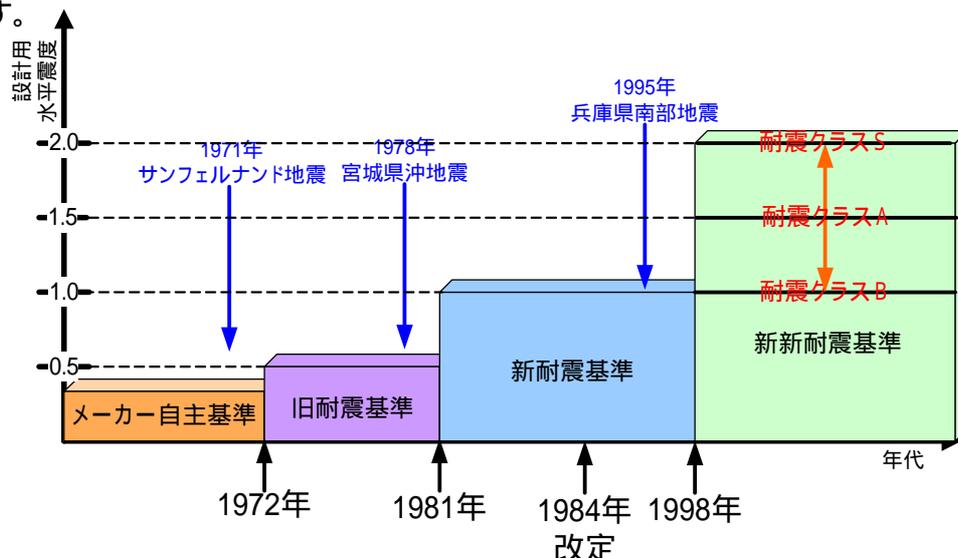


図 1：エレベータの耐震基準の変遷 (東芝エレベーター様の資料を参考に作成)

図 2 には、一般的なエレベータの構造を示し、エレベータはロープやテールコードといったケーブル類と制御盤や巻き上げ機といった機器からなり、これらは上述の耐震基準に基づいて設計されています。図 3 に地震時管制運転を示し、この図から、あまり大きくない地震動の時は、自動復旧しますが、やや大きい地震の時はエレベータが停止し、その後メンテナンス会社による確認ののち復旧となり、復旧までに時間がかかります。たとえば、2008 年 5 月 12 日 0 時 45 分の茨城県沖の地震では、復旧までに約 2 時間以上かかった例もあります。

次にエレベータの各機器の固有周期を図 4 に示します。この図からケーブル類は、固有周期が長く、制御盤などの機器は固有周期が短いことがわかります。このことから、ケーブル類は遠くで発生した地震により発生する長周期地震動の影響を受け、制御盤などは直下で起こる地震により発生した短周期地震動の影響を受け、それがわかります。写真 1 には、地震による被害の写真を示します。このように地震によりエレベータの内部でも被害が発生することがあります。このため地震後エレベータを操作する際には、十分な確認が必要であることがわかります。

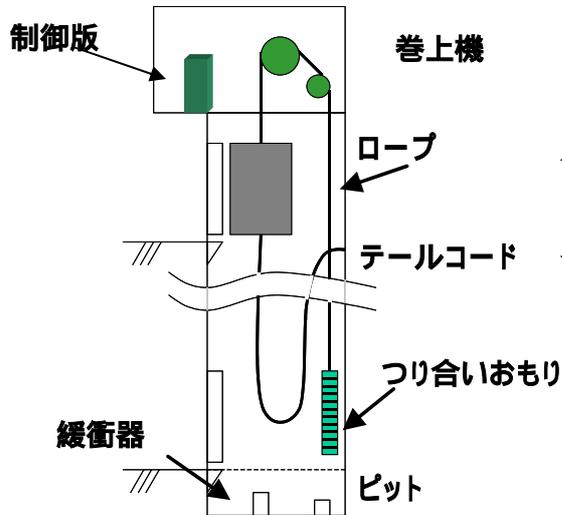


図 2: エレベータの概略図(社団法人エレベータ協会の概念図を参考)

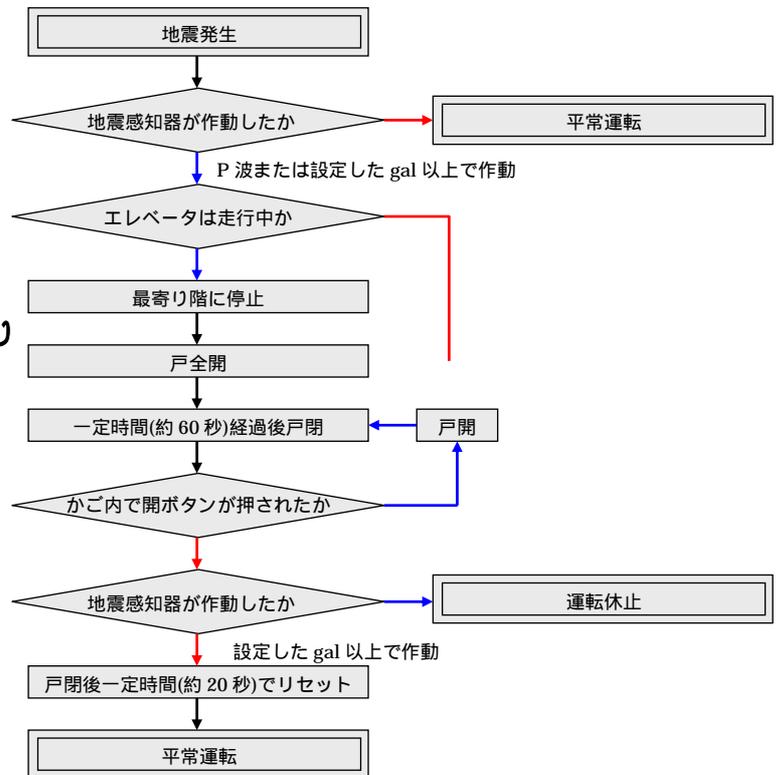


図 3: エレベータの地震時管制運転

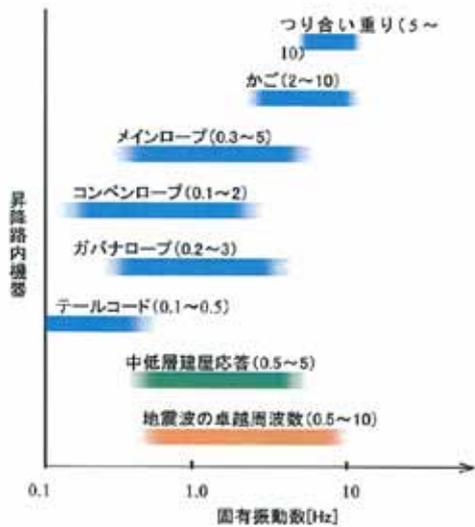


図 3: エレベータ昇降路内機器の固有振動数



つり合いおもりの落下



ガバナロープの落下

写真 1: エレベータ被害の例(国土交通省より)

2. エレベータの閉じ込め対策

上述のように地震によりエレベータが被害を受けて停止し、中にいる人が閉じ込められる可能性があります。また、大きな地震の時は、多くのビルでも同様に閉じ込めが発生してしまうため、メンテナンス会社は能力を超えた対応が必要となり、また交通機関も被害を受けている可能性があるため渋滞や通行支障などによりメンテナンス会社の到着が遅れることがあります。また消防の対応も同様です。このため、エレベータに閉じ込められる人をできる限り減らすことと閉じ込められてしまった場合に救出する方法を事前に準備しておく必要があります。

事前対策

緊急地震速報の利用

エレベータを緊急地震速報により大きな揺れが来る前に自動的に最寄り階に停止させる方法があります。しかし直下で発生する地震に対して有効に働かない可能性もあるため注意が必要です。また、緊急地震速報を適用したエレベータの多くは、震度という短周期地震動の指標により制御されています。このため、エレベータが長周期地震動の影響を受けそうな場合は、長周期地震動へも対応できるようにする必要があります。

エレベータの耐震性もしくは設備性能を向上させる。

図 1 からエレベータの最新の耐震基準はユーザーにより選ぶことができます。このため、新耐震基準で造られたエレベータを今後起こると考えられる地震動に対して予測される地震動の大きさを考慮して、耐震強度を上げる必要があります。また、近年エレベータ会社により自動的にエレベータの被害を診断して、何もなければ復旧することができるシステムや緊急地震速報と建物に設置された地震計と連動させるシステムなどがあります。こういった最新のシステムを利用することで、被害の発生を防ぐことができます。

事後対策

メンテナンス会社を実施する救出活動のための講習会を受講する。

メンテナンス会社では、閉じ込めが発生した場合、ビルに常駐している警備員や設備担当者向けに、救出活動のための講習会を行っています。これは半年から 1 年ごとに定期的に講習を受ける必要がありますが、実際に閉じ込め被害が発生した時はとても有効な手段となります。

3. その他内部被害

地震により建物内部では、さまざまな被害が発生します。このため、事前に危険な(被害が発生しそうな)箇所を調査し、対策を行う必要があります。しかし、一般の方にとっては、こういったところで被害が発生するか把握することが難しいと考えられます。そこでいくつか過去の地震災害により発生した内部被害の写真を下記に示します。

また、こういった被害に対して、下記のような対策を行う必要があります。

- 天井などを振動しないようブレースを配置する。
- 天井を支えるフックを外れないようにする。
- スプリンクラーの配管をフレキシブルにする。
- 棚などをしっかりと固定する。



写真 2 : 室内被害の例

付表 1：短周期地震動による被害

日付	地震名	事故発生地区の震度	事故概要	事故件数
1978/6/12	宮城県沖地震	宮城 震度5	つり合おもりの脱レール	183
			巻上機、電動発電機、その他機器の移動	53
			制御盤類の転倒、傾き	11
			ガバナースイッチの動作	6
			チェーン類のはずれ損傷	3
			かご脱レール	5
			かご・つり合おもり用レール又は同ブラケットの変形	40
			かご・つり合おもり用ガイドシュー変形・つれ	54
			ロープ・ケーブル類の引掛り損傷	23
			スチールテープの引掛り損傷	3
			昇降路内機器の損傷	2
			1995/1/17	兵庫県南部地震
制御盤の転倒、破損	64			
ガバナーの転倒、破損	2			
メインロープの外れ、引掛り、絡み、損傷	117			
ガバナーロープの外れ、引掛り、絡み、損傷	311			
機械室内チェーン類の外れ、損傷	33			
つり合おもりの脱レール、ブロックの脱落、落下	450			
かごの脱レール	17			
ガイドレールの変形(かご側、つり合おもり側)	187			
レールブラケットの変形(かご側、つり合おもり側)	66			
アンカーボルトの抜け出し	12			
ガイドシューの変形(かご側、つり合おもり側)	310			
テールコードの引掛り、絡み、損傷、切断	118			
補償ロープ、チェーンの引掛り、絡み、損傷	45			
スチールテープの引掛り、絡み、損傷	46			
昇降路ピット内機器類の脱落、落下、破損	141			
乗場ドア周り装置の脱落、落下、破損	220			
かご室、かごドア、かご枠等の変形、破損	115			
かご内機器の脱落、破損	13			
かご上下機器の破損	119			
パワーユニットの移動、転倒、破損	13			
パワーユニット(タンク)からの油漏れ、こぼれ	49			
油圧配管(油漏れ、破損、変形)	16			
プランジャーの傾斜、転倒、曲がり	4			
乗場ドアのスイッチがOFFになった	24			
2005/7/23	千葉県北西部地震	東京 震度4	かご及び乗場ドアのスイッチがOFFになった	15
			かごドアのスイッチがOFFになった	11
			かごと乗場ドアのつかみ装置が外れて、乗場ドアが開かなかった	1
			扉つかみ装置が変形して、戸が開かなかった	1
			階床停止中に扉のつかみ装置が外れた	1
			かご位置検出装置の接触により、正しく着床できなかった	1
			かご位置検出装置が衝突破損	1
			おもり側の調速機が作動した	1
			ガバナーロープが外れ、調速機スイッチが作動した	1
			ガバナーワイヤーが揺れて、かご上の非常止め装置が作動	1
			レールとクサビが接触し、非常止め装置が作動	1
			高ガル動作によって、急行ゾーンで急停止	5
			救出階の乗場ドアが遮蔽された	3
			救出階の乗場ドアが施錠されていた	1
			おもりがレールから外れ、かごと衝突した	3
			ガバナーロープが終端階速度制限スイッチに接触し、保護回線の作動	1
			電磁接触の接触不良	2

付表 2 : 長周期地震動による被害

日付	地震名	事故発生地区の震度	事故概要	被害件数	建物地上階数	主な被害事例
2000/10/6	鳥取県南部地震 ¹⁾	東京 震度1	ケーブルが引掛かり破断	1	39階	恵比寿ガーデンプレイス
2003/5/26	宮城県沖地震 ²⁾	東京 震度3	つり合いおもり枠損傷	1	35階	
2003/9/26	十勝沖地震 ²⁾	札幌 震度4	主ロープ引っ掛け破断	不明	22階 他	
			主ロープ引っ張り損傷	不明		
2004/9/5	東海道沖地震 ²⁾	東京 震度2	ガバナーロープ引っ掛け損傷	1	54階 他	
2004/10/23	新潟県中越地震 ³⁾	東京 震度3	主ロープ引掛り破断、損傷	1	29階 他	六本木ヒルズ
			主ロープ、ロープ溝から乗上げによる損傷	7		
			コンベンロープ絡まり	1		
			ガバナーロープ引掛り損傷	2		
			テールコード引掛り損傷	1		
			調速機用ロープ引掛り、部品破損	11		
			調速機用ロープ、スイッチ動作による停止	3		
			階床検出用スチールテープ引掛り損傷	2		
			つり合いロープ等引掛り損傷	3		
			つり合いロープ、ロープ溝から乗上げによる損傷	4		
スチールテープ引っ掛け損傷	2					

超構造建築など大規模建物と地震被害と対策

非構造部材と被害、及び対策

・非構造部材の種類について

非構造部材とは柱、梁、床などの主体構造物以外の部材で、主体構造物を保護し、または建築物の空間、環境を構成する部位とその構成要素が中心となるものである。さらに広い意味では、耐震要素から除外されている部材及び部品も含むと、以下のものがあげられる。

- ・カーテンウォール
- ・押出し成形セメント板帳壁
- ・石張り
- ・乾式・湿式間仕切り壁及び内装仕上げ材
- ・床
- ・扉
- ・屋根ふき材
- ・家具
- ・医療機器
- ・バルコニー
- ・煙突
- ・輸送運搬機（エレベーター等）
- ・
- ・ALC パネル帳壁
- ・レンガ及びブロック帳壁構法
- ・陶磁器質タイル張り及び左官構法
- ・天井
- ・ガラス窓
- ・エキスパンションジョイント
- ・コンクリート造の雑壁
- ・コンピューター機器
- ・外部非常階段
- ・ひさし
- ・設備機器
- ・美術館等の展示ケース

上記したものの中で、狭い意味での非構造部材であり、超高層建物にしようされている、カーテンウォール、乾式間仕切り壁及び内装仕上げ材、天井、床、ガラス窓、扉、エキスパンションジョイントについてその災害時の被害と対策について述べる。

・非構造部材の被害について

非構造部材の被害が 1995 年の兵庫県南部地震から注目が集まってきている。その背景には 1981 年の建築基準法改正以降に建設された建物の、柱や梁等の主体構造物の被害が減少したことがあげられる。主体構造物の被害が極めて減少したため、非構造部材の被害が目立つようになったためである。また、注目され始めた理由はそれだけではなく、兵庫県南部地震以降の地震発生時には、テレビや新聞等で天井構成材の落下や、窓ガラスが割れ落下により人的被害が発生したことも理由の一つとなっている。

非構造部材の概要と過去の地震による被害

・カーテンウォール

カーテンウォールとは工場生産された部材を、現場で取付けた外壁のことを言う。このカーテンウォールには材料によって金属カーテンウォールと PC カーテンウォール（プレキャストコンクリートカーテンウォール）の 2 種類が分けられる。そして、それぞれ地震に対する強さが異なる。

金属カーテンウォールはアルミニウムやステンレススチールなどを素材したカーテンウォールで、その被害は兵庫県南部地震時にはあまり報告されていない。一方、PC カーテンウォールの被害は、図 1 や図 2 のように脱落まで発生している。



図 1 PC カーテンウォールの被害



図 2 PC カーテンウォールの被害

・ガラス窓

過去の地震が発生した際のガラス窓の被害は、ガラスが建物全体で割れているものから、まったく被害を受けていないものまで様々である。ガラス窓が設けられている壁に被害がまったくない場合でもガラス窓に被害が出た例は多い。

ガラスの被害は、ガラス窓自体の損傷と損傷したガラス窓による 2 次的な被害の問題がある。ガラス自体の損傷問題はその取り付け方に問題がある。2 次的な被害は超高層建物の場合、割れたガラスが地上へ降り注ぎ被害を与えることが問題となる。



図 3 ガラス窓の割れ

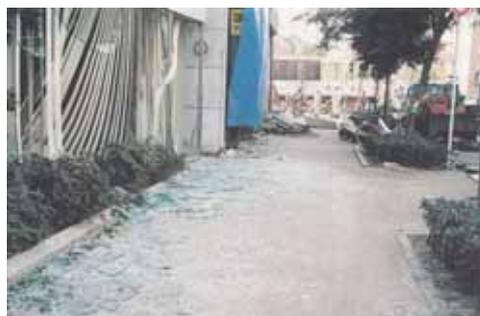


図 4 散乱した割れたガラス

・乾式間仕切り壁及び内装仕上げ材

乾式間仕切りには、石膏ボードやALCパネル（軽量気泡コンクリートパネル）によるものやパーティションなどがある。石膏ボードは非常に軽いため、超高層建物の壁として多く用いられている部材である。その被害は、ボードにひび割れやはく離が生じ、さらに被害が大きくなると下地からボードが脱落する場合もある。ALCパネルの被害は石膏ボードの被害と同様、ボードにひび割れやはく離が生じ、脱落もある。パーティションの被害はパーティションボードが脱落し倒れる場合がある。

・天井

天井は大きく分けると吊り天井と直天井に分かれる。そのうち、現在、超高層建物で主流となっている軽量鉄骨下地による吊り天井についてのべる。軽量鉄骨下地による吊り天井にはシステム天井と在来工法による天井がある。

システム天井の被害は、図5天井ボードの落下、図6設備機器の垂れ下がりによる被害、図7軽量鉄骨部分の変形、図8壁際のボードの落下等がある。

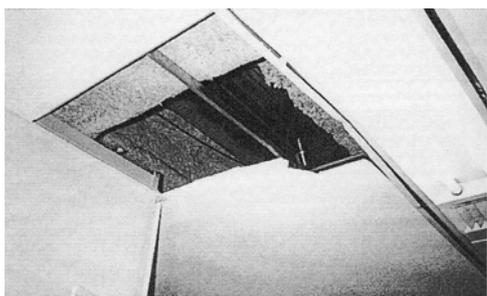


図5 天井ボードの落下

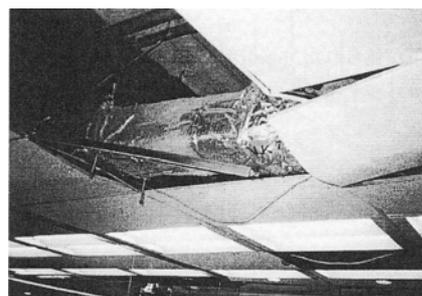


図6 設備機器の垂れ下がりによる被害

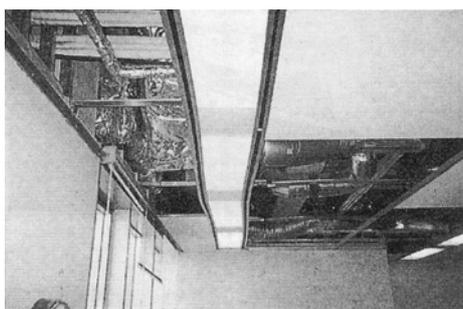


図7 軽量鉄骨部分変形

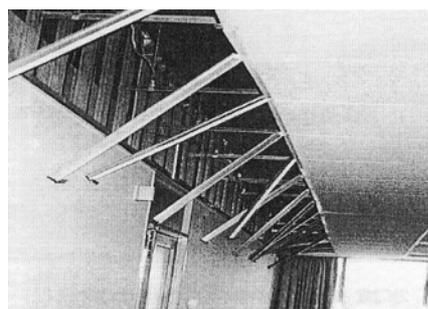


図8 壁際のボードの落下

・床

非構造部材の床はフリーアクセスフロアがある。フリーアクセスフロアは2重床になっており、機器の配線等を間にいれることにより、機器を自由に配置できるものである。フリーアクセスフロアの被害は搭載している機器が地震時に移動することにより被害を受けることが多い。移動の際、被害を受けやすいのは支柱である。

・扉

扉の種類には木製、鋼製、アルミ製等がある。またその開閉方式には片開き、両開き、親子開き、引き違い、引き分け等がある。扉の被害は、図9や図10のように扉までが変形する被害が発生する場合がある。これらの被害は扉周りの壁が変形することによって、引き起こされている。その他の被害には施錠や丁番にのみ被害が発生したものもある。



図9 扉の被害



図10 扉の被害

・エキスパンションジョイント

エキスパンションジョイントとは、建物と建物の間に空間を作り、建物間で力を伝えないようにするために設けるジョイントのことである。

エキスパンションジョイントの被害は、建物と建物の間が十分ではなかったため建物が衝突するものや、エキスパンションジョイント部のカバー、天井、手すり等の仕上げがエキスパンションジョイントとなっていないため、仕上げが損傷したもの等がある。

・非構造部材の地震対策

非構造部材の地震対策は、実際に工事を行う補強を考えると天井に振れ止めをつける等限られたことしかできない。非構造部材の地震対策としては補強工事よりはむしろ、ガラス窓において、ガラスとガラス枠の間のシーリング材が硬化度や、外壁が劣化していないか等、普段から非構造部材の耐震性が低い場所を調べておくことが重要となる。

参考文献

- 1) 日本建築学会：非構造部材の耐震設計施工指針・同解説及び耐震設計施工要領,日本建築学会,2006
- 2) 建築震災調査委員会：平成7年阪神・淡路大震災建築震災調査委員会報告書-集大成版-,1996

2章 2.1.1節 内容無し

工学院テキスト案（東京都の被害想定と対策）目次と内容

1 首都直下地震の被害想定

（1）背景

- ・東京の都市構造が大きく変化（高層建築物の増加、人口の都市回帰など）
- ・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会が首都直下地震の被害想定公表

（2）被害想定的前提条件

- ・想定地震
- ・気象条件

（3）被害想定の特徴

- ・発生頻度の高い地震を想定
- ・現実的な気象条件で想定
- ・実態に即したデータを活用
- ・都市型災害を想定
- ・首都圏初の新たな被害想定

（4）想定結果の概要

- ・震度分布及び被害総括表

2 東京都の減災目標と震災対策

（1）減災目標

（2）災害予防対策

（3）災害応急・復旧対策

（4）災害復興計画

3 都政の事業継続計画

4 まとめ

地域と震災対策

新宿区における「首都直下地震」の被害想定と対策を考える

被害想定結果は、区や防災機関が対策を検討していく上での目標とし、また区民への啓発資料としても活用されるものです。

被害想定はその性質上、各想定項目ごとの確率による数値予測が中心になっており、実際の震災時には、こうした被害が同時または輻輳して起こり、都市災害として複雑な様相を呈してきます。その中で、さまざまな応急活動が実施されるものであるため、事前に対策を検討する場合でも、個別の被害数量だけでなく、震災時の状況を考えておく必要があります。

そこで、今回は「東京都事業継続計画」でも使用した、次の 2 つの時間帯での被害想定をもとに、新宿区としての対策を考えて見たいと思います。

(新宿区の被害想定図が入る)

新宿区の被害想定

(平成18年5月都発表)

		東京都		新宿区			
条件	規模	東京湾北部地震 M7.3		東京湾北部地震 M7.3			
	時期及び時刻	冬の朝5時	冬の夕方18時	冬の朝5時	冬の夕方18時		
	風速	6 m/秒	15m/秒	6 m/秒	6 m/秒	15m/秒	
人的被害	死者	4,530人	6,413人	66人	80人	90人	
	原因別	建物被害・屋内収容物	3,060人	1,737人	41人	27人	27人
		急傾斜地崩壊	253人	183人	18人	16人	16人
		地震火災	1,211人	3,517人	7人	22人	32人
		ブロック塀等	-	558人	-	14人	14人
		落下物	-	28人	-	1人	1人
		交通被害	6人	390人			
		負傷者 (うち重傷者)	163,301人 (24,567人)	160,860人 (24,501人)	5,496人 (629人)	7,029人 (930人)	7,061人 (937人)
	原因別	建物被害	96,349人	73,472人	3,493人	3,297人	3,297人
		屋内収容物	56,233人	54,501人	1,909人	3,193人	3,193人
		急傾斜地崩壊	317人	229人	22人	20人	20人
		地震火災	10,284人	17,039人	72人	238人	270人
		ブロック塀等	-	6,761人	-	175人	175人
		落下物	-	2,037人	-	106人	106人
		交通被害	118人	6,821人			
物的被害	建物被害(全壊)	199,814棟	471,586棟	3,039棟	7,357棟	8,008棟	
	原因別	建物倒壊	126,523棟	126,523棟	2,173棟	2,173棟	2,173棟
		地震火災	73,291棟	345,063棟	866棟	5,184棟	5,835棟
その他	避難者(ピーク:1日後)	-	3,990,231人	-	116,252人	120,191人	
	帰宅困難者	-	4,476,259人	-	350,545人	350,545人	
	エレベーター閉じ込め台数	-	9,161台	-	593台	593台	
	災害時要援護者死者数	-	2,009人	-	19人	22人	
	自力脱出困難者	-	22,713人	-	560人	560人	
	震災廃棄物	3,270万 t	4,183万 t	77万 t	91万 t	93万 t	

区の被害想定には、交通被害は含まれていない。

区の帰宅困難者数には、東京都市圏外・海外からの流入者数は含まれていない。

1 被害想定から見てきたこと

(1) 被害想定をどのように見るか

大地震は、新宿区だけが被災するわけではありません。震源がどこになるかでその被害区域が変わります。首都直下地震が東京湾北部で発生したとすると、東京都全域での被害状況も頭に入れながら、冬の夕方18時に新宿区で発生する被害想定を見てください。

死者の数から

- ・ 「人的被害」で90の方が亡くなるとなっています。しかし、「災害時要援護者」はこの数値に含まれていません。「その他」の中に入っており22人が犠牲になると考えられて

います。そうすると新宿区での死者は 112 人となります。また、交通被害による死者は含まれていないことから、さらに死者数は膨らむことが予想されます。

- ・ 大震災が発生すると消防署員や消防団員、警察署員は救急・救命活動を優先します。区職員も被災現場に相当数が派遣されると考えます。新宿区だけでなく大規模な被災現場が都内に多数発生すると、区を越えて防災関係機関の皆さんが入り込みます。自衛隊員も投入されるでしょう。そうすると、普段の災害（火事、水害、事故等）現場のような人的対応が、大地震発生に伴う混雑現場には配備ができないと考えています。
- ・ 大地震発生から、半日程度（夜間にまたがると 1 日程度）は地域の人々が協力して人命救助や混乱防止のための活動を行う必要があります。

建物倒壊に伴う被害

- ・ 建物の被害は「全壊」8,008 棟となっています。内訳は、「地震火災」で 5,835 棟（72.9%）となり、この「地震火災」による「全壊」では死者 32 人と最も多くなっています。
- ・ 全壊等により「震災廃棄物」が 93 万トン発生します。5t ダンプで搬送しても延べ約 18 万台の車が必要となります。
- ・ 細街路などは、倒壊した建物等で塞がれ通行できない状況が考えられます。そうすると止まっているライフラインの復旧に相当時間がかかることが予想されます。建物の耐震化を進めるとともに、火災を出さない対策です。万が一火災が出た場合、初期消火を素早く実施し燃え広がらないうちに消し止めることです。
- ・ 初期消火により、「地震火災」による 32 人の死者も減らすことができます。新宿区では「耐震改修促進計画」にも基づき住宅の耐震化に取り組んでいます。しかし、これら区の支援事業を活用して建物の耐震対策に取り組む人や事業者が少ないのが実態です。

負傷者

- ・ 「負傷者」は 7,061 人です（うち「重傷者」937 人）。「建物倒壊」で 3,297 人、「屋内収容物」で 3,193 人が負傷するとなっています。けが人の 91.9% になります。
- ・ けが人を「だれが」「どこに」「どのようにして」搬送するのでしょうか。救急車がすぐ来るとは考えないほうがいいでしょう。区内には 10 箇所の医療救護所がありますが、軽症者への対応しかできません。
- ・ 新宿区内には災害拠点病院が 6 つありますが、「重傷者」の 937 人すべてを収容できる状況にはないと考えられます。病院には入院患者等（重篤者を含む）がおり、一度に多数の方を診る余裕はないと思ってください。けが人を出さないことに尽きます。
- ・ 建物の耐震化と家具転倒防止策を徹底することで相当数減少できると考えられます。

避難者数と帰宅困難者

- ・ 地震発生から 1 日後のピーク時に約 12 万人の「避難者」で避難所が溢れます。その上で、約 35 万人の帰宅困難者が発生し区内に留まることとなります。
- ・ この帰宅困難者は事業者で働く人、学生、買物客等で、ビルや学校にいるほか、避難場所（新宿御苑、新宿区立中央公園、戸山公園、哲学堂公園等）に避難していると考えられます。

- ・ 家庭、学校、事業者に3日分程度の備蓄品（食料品、水、簡易トイレなど）を備えていただけるよう呼びかけている理由は、ここにあります。行政で行える備蓄量を超えています。
- ・ 2日目からは、滞留している人が移動をはじめると考えられます。そのための帰宅情報などを防災関係機関が発信しなければ、混乱に拍車がかかります。しかし、行政自身が地震の被害を受けることも考えると、この時点での正確な情報は得られないと考えてください。
- ・ 災害情報をどのように得るのか、個々人として自分の生活場面で考えておかなければなりません。

外出者の行動と必要とされる主な対策について、以下のような時間軸で概要が把握できると思います。

	発災	1h	24h	72h
想定される外出者の行動		ターミナル駅周辺や繁華街等で滞留 安全な場所を求めて移動 被害状況の確認、安否の確認	一時的に落ち着ける場所にとどまる 帰宅の準備(情報の入手、飲料水等の調達) 徒歩帰宅の開始	帰宅 →
必要とされる主な対策		駅構内等での情報提供 滞留者の誘導	災害用伝言ダイヤル等の運用開始 一時収容施設の確保 代替輸送の確保	災害情報提供システム等による情報提供 → 帰宅支援ステーションの開設 → 容器入飲料水の調達・提供 →

出典：東京都地域防災計画震災編本編（平成19年5月）

- ・ 帰宅困難者の約35万人がこの時間軸で行動すると予想されます。大変な混乱になることは目に見えています。
- ・ その上、時間が経過するにつれ隣接区からの帰宅困難者が移動することにより、さらに混乱に拍車がかかると考えられます。安全が確認できるまで、移動することは危険です。特に、災害時要援護者にとっては、二次災害に見舞われる可能性が大了。
- ・ 地震が発生してすぐに応急対応活動が、防災関係機関ではじまります。地震発生の時間帯に

もよりますが、消防や警察のヘリコプターが上空からの被害調査に入ります。報道機関のヘリコプターも飛びます。テレビ局は一斉にこれら映像を配信します。東京都を通じて新宿区にも配信されます。これが、目で見える第一報です。

- ・ 次に、時間が経つにつれ、現場調査に入った防災機関の職員によって集められた情報が集約され、公開されます。しばらくは、倒壊した現場が映し出されます。新宿区だけが報道されるわけではありません。知りたい帰宅に関する情報は、途切れ途切れでしか把握できません。
- ・ 火災等で追われるのでなければ、自宅・避難所・会社など安全な場所に留まり移動することは避けるべきです。

(2) 被害想定に対する新宿区の対策

今回の被害想定は区の守備範囲をはるかに超えています。このままで、首都直下地震が発生したら、区民生活は大混乱に陥るとともに、復旧・復興に相当の時間を要することとなります。被害想定をもとに、今から事前に備えられることを検討し、対応を図っておく必要があります。

新宿区は、「新宿区耐震改修促進計画」を平成 19 年度に策定するとともに、「新宿区地域防災計画」の見直しを図り、平成 27 年度に向けた減災目標を定めました。また、21 年度には「復興マニュアル」の見直しをするとともに、「事業継続計画（地震編・新型インフルエンザ編）」を 21 年度・22 年度と 2 ヶ年にわたり策定する予定です。

ここで、大地震が発生して被害想定のような被害が発生すると、新宿区はどのくらいの費用負担が発生するか試算してみました。概略の数値を出してみます。

死亡者等が発生した場合

- ・ 現在の「新宿区災害弔慰金の支給等に関する条例」を当てはめて考えてみると、亡くなった方が世帯主である場合は 500 万円、その他の場合は 250 万円を支給することになっています。新宿区の人口は約 31 万人で世帯数は約 16 万 5 千です。このうち単身世帯が約 10 万（6 割）です。仮に死亡者被害想定 112 人の内 6 割が世帯主であった場合 67 人に対して 500 万円が、45 人に対して 250 万円が支給されます。合計で約 4 億五千万円の費用が必要です。
- ・ また、7061 人のケガ人が発生し、そのうち重傷者が 937 人です。ケガした人に障害が残ると「災害障害見舞金」が支給されます。仮に重傷者の 1 割程度が該当すると考えた場合、世帯主の場合 250 万円が支給されます。そのほかは 125 万円です。約 90 人の 6 割が世帯主の場合、54 人×250 万円、36×125 万円、合計で 1 億 8 千万円の費用が必要です。

建物が倒壊し、建て替えに向けて始動した場合

- ・ 建物全壊が 8008 棟です。このうち約 2 割の人が「災害援護資金」の貸付を希望すると 350 万円×1600 世帯で 56 億円、家財の損害で同じように貸付を希望すると 150 万円×1600 世帯で 24 億円、合計で 80 億円の費用が必要となります。

商工業緊急資金

- ・ 区内の中小商工業者を対象に 500 万円を限度に融資します。
平成 19 年度の「事業所アンケート調査」では、34.8%の事業所が旧耐震基準の建物を

使用している結果が出ています。区内には約 34,000 の事業所があり、この調査から約 1 万の事業所が地震により大きな被害を受けると仮定します。被害等を受けた事業所の 1 割が融資を希望すると 500 万円×1000 社で 50 億円の費用が必要となります。

瓦礫の処理

倒壊した建物の瓦礫の処理が必要となります。約 8000 棟が全壊すると 93 万トンの震災廃棄物が発生します。5t ダンプで処分すると 1 台で、5 万円×186000 台で 93 億円必要です。

仮設住宅の建設

- ・ 瓦礫の処理が進むと仮設住宅の建設となります。区内では建設する場所が少ない中で、新宿区内で約 1,300 戸程度の仮設住宅が用意できると考えています。1 戸に 500 万円程度かかると考えると 500 万円×1,300 戸で 65 億円必要です。
- ・ また、阪神・淡路のとき実施した家賃補助（月 3 万円を 4 年 6 月実施）を行うと、3 万円×2400 戸×54 月で 38 億 8800 万円必要となります。
- ・ 被災された方が、元住んでいたところに住みたいと思っても、約 4300 棟のめどがたちません。これは、基礎的自治体にとっても大きな課題です。数年からそれ以上の人口減少になります。

その他

- ・ 救出・救護費用、道路等生活基盤の修繕費、収容施設の維持費・復旧費、人件費、ローン補助などの経費が必要となります。
- ・ 国や東京都が対策を考える施策もあり、その施策によってはさらなる対応が必要となります。

前記の その他費用を含まない費用だけでも、330 億円以上の緊急資金が必要となります。実際は、新宿区だけでもこの経費の数倍は必要になると思われます。

3 事前に対策を練る

新宿区は「地域防災計画」や「耐震改修促進計画」で事前の対策を進めています。特に、耐震改修促進計画では、平成 27 年度までに住宅の耐震化率を 83.6%から 90.0%以上にします。さらに、概ね 20 年後には 95.0%以上にすることを考えています。

具体的には、平成 27 年度末までに 29,500 戸の耐震性不十分な住宅を、自然更新で約 9,600 戸が耐震化され、残り 1,000 戸を耐震化すれば 90.0%を達成できると計画しています。

その他学校や病院等においても、東京都の耐震推進計画に基づき、平成 27 年度までに 100%耐震化することとなっています。この計画により住宅の倒壊による死者の数を大幅に減少できると考えています。

住宅の耐震化は多額の経費を必要とします。国や東京都と区が連携した思い切った支援策を考えないと、目標達成は困難と考えています。前段で考えた、被害状況に応じた行政経費の支出を考えると、ある程度の事前の支出を覚悟してもおかしくはありません。

そのほか、次の施策に重点を置いて考えています。

(1) 出火防止対策の推進

- ・ 前段で触れたとおり、建物の耐震化は火災防止策としても大変有効です。
- ・ 木造密集地域の不燃化としては、不燃化促進区域の指定を行い耐火建築物への建て替え促進を図ったり、建物に不燃材を使用した改修を図ることがあります。
- ・ 「震災復興模擬訓練」は、大変有効な発災型訓練です。新宿区では毎年実施しています。火災だけでなく、耐震化促進につながる訓練と考えています。

(2) 地域防災力の向上

- ・ 火災は大なり小なり起こると考えています。小型ポンプの操作訓練やいざと言う時に備え事業所自衛消防隊や町会・自治会との応援協定などを結ぶようお願いしています。
- ・ また、「住宅用火災警報器」の設置促進を図っています。高齢者対策として特に重要です。
- ・ 地域での発災型防災訓練の強化も大切な訓練の一つです。消防署や警察署との連携により実施しています。地域防災訓練や自主防災訓練の実施を支援しています。
- ・ 地元消防団への入団の促進を行っています。学生や事務従事者も入団できます。

(3) 駅前滞留者対策

- ・ 新宿区では、平成19年度から「新宿駅周辺滞留者対策訓練」を実施しています。
- ・ 地元の大学、事業者等の協力はかせません。

新宿駅周辺滞留者対策訓練

新宿駅周辺

実施日時：平成20年1月25日(金) 午前9時～12時30分
実施主体：新宿駅周辺滞留者対策訓練協議会(41団体)
参加者数：約2,100名
想定地震：実施日の午前9時30分に発生、規模はM7.3
震源地は東京湾北部 深さ30～50km、風速6m/秒



<避難誘導訓練>
西口：避難誘導(大江戸線や京王新線の新宿駅地下ホームから地上へ)
災害時要援護者の受入れ(議会棟エントランス、超高層ビル)
東口：重傷者の救護と搬送(JR新宿駅、伊勢丹百貨店)
避難誘導(JR新宿駅や伊勢丹百貨店から新宿御苑へ)
災害時要援護者の受入れ(都立新宿高校、厚生年金会館)
<災害情報発信訓練>
西口：携帯電話を活用した超高層ビルへの受入れ人数の確認
東口：大型ビジョンを活用した情報提供
その他：防災ホームページや携帯電話(災害用伝言板)等の活用



・新宿駅西口の滞留状況



・新宿駅東口の大型ビジョンによる情報提供

新宿駅周辺滞留者対策訓練協議会

地域の事業者や商店街、大学等が「協議会」を立ち上げ、訓練の必要性や課題を発見するために

実施しています。

大地震発生直後は地域でさまざま連携を図り、けが人や混乱している人々を安全に避難誘導することが求められています。地域で活用できる資源（人、物、空間等）を発見し、「だれが」「何を」「どうするのか」ルールづくりをしようとしています。

現地本部立ち上げ訓練(2008.10.22実施)

・図上訓練を実施

・地元企業の皆さんが参加(百貨店、鉄道関係、商店街振興組合、防災関係機関等)

・参加者は約50人



訓練は、実際の新宿駅周辺(東口周辺、西口周辺)で実施しています。上記のとおり図上訓練も取り入れて実施しました。

参加する人が、大地震は必ず起き自分自身も被災すると思えるような訓練を実施しないと、対策は進みません。21年度には、新宿駅周辺の事業者を対象に3回の図上訓練を計画しています。

消防法が改正され21年6月に施行されます。消防法では「自衛消防計画」を作成し、その中で「防火管理者」の設置が義務つけられていましたが、改正後はこの「防火管理者」が「防災管理者」となります。事業者の皆さんには、この機会を捉えて、地域での防災対策を計画いただくとともに、さらなる帰宅困難者対策に取り組んでもらえればと考えています。

大地震に備えたインフラ整備は急務です。景気が冷え切っている現在ですが、内需拡大にもつながるとともに、国民の皆さんにも受け入れられる施策が、迫りくる「首都直下地震」対策ではないかと考えています。

医療関連施設と震災対策

大規模な地震に襲われた被災地の医療施設は、院内に多数の患者を抱えて、かつ地域からの大勢の傷病者を受け入れることを期待されています。現在の病院は、通常でもさまざまな高度の設備機器に支えられて、その機能を維持しているために、大地震時にはそれらが完璧に機能するわけではないことを過去の震災事例が物語っています。ここでは、このような状況の医療施設が震災時にどのように対応すべきか、そのためには事前に何を準備しておくべきかを考察します。

1. 地震災害と医療施設の特徴

(1) 地震災害対策

地震災害は建物火災などの災害に比べて、発生を予防することは困難であり、現在では予知することも未だに確実ではありません。また、ほぼ同時期にある地域一帯に被害を及ぼし、火災・津波・水害などの二次災害を引き起こす可能性の高い自然現象です。

従って震災時にどのように対応すべきか、そのためには事前に何を準備しておくべきかを考えることが重要です。

(2) 医療施設の対応

心身ともに何らかの障害をもつ多くの患者を抱えた医療施設が大規模な地震に襲われた時に、これらの患者、そして付添・家族や職員など、院内にいる人々の生命を守ることは必須の要件です。

さらに、被災地の中にある医療施設は、災害救護医療の提供の第一拠点となり、地域からの多くの傷病者を受け入れることを期待されています。また、地域によっては地震がおさまった後に発生する同時多発火災・浸水などに対して、院内の人々をある期間安全に収容できるものでなければなりません。

(3) 施設間連携

わが国の医療施設は、病院と診療所とに分かれ、それぞれが平常時から連携を取って地域の医療を担うことが期待されているが、現状では完全な連携システムが構築されている地域は稀です。従って、大震災のような非常時に災害医療を両者が連携して担うことは、現在余り期待できず、今後早急な有効なシステム構築が望まれます。

(4) 病院建築の特徴

病院建築を一般建築に比べてみると、日進月歩の医療技術・医療機器への対応、効率的病院運営上の動線・物品搬送の処理、設備技術に多く依存した室内環境の設定、情報システムの積極的導入の検討、防災・感染防止等の安全確保、異なる活動時間帯を持つ部門への配慮など難しい解決策を要求される建物です。

(5) 病院設備の特徴

地震・火災・停電・浸水などの災害に対して病院機能が停止しないように、エネルギーや機器類の複数設置・系統の細分化・都市のインフラとは別に、水の確保のための井戸や空冷の自家発電装置を準備しておくことなどが病院では必要となります。

2. 都市化と地震災害

(2) 被害想定と医療救急活動

大規模地震の被害想定は、国や地方自治体からその都度出ているが、医療救急活動に影響する被害者数としては、これまでの災害事例から、負傷者数は被災者のおよそ 1 - 10%、医療施設が対応すべき重傷者数は、被災者のおよそ 0.3 - 1%といわれている。このことは例えば 20 万人の被災者の場合には、600 人から 2000 人の病院医療対象の傷病者が発生することを意味します。

被災地の中にある病院がおかれる状況は大きく、次の 4 ケースが考えられます。

病院自体が壊滅的被害を受け、医療活動が不可能で、他の施設へ患者を移送しなければならない状態。

病院には軽微な被害はあるが、通常とほぼ同じ医療活動ができる状態。

実際にはこの中間の状態、つまり部分的な被害を受け、かつ医療活動も不完全ながら可能な状

態も多く、これに対する対応が必要である。これらは、その周辺に市街地大火や浸水などがない場合であるが、実際には次のような状況も考えられます。

上記、に関わらず、大火や浸水、毒ガスの発生などにより、早急に避難が必要である状態。大火、浸水により周辺住民の避難場所として病院が利用される状態。

過去の事例では、建蔽率が40%の純木造住宅密集地が火災になると、輻射熱を遮蔽するものがない場合には、約300mの直線距離がないと人々の安全は確保できないといわれており、現在の大都市の状況では病院自体が損傷を逃れたにしても、地域によっては、のような状況になることも、十分考えられます。

(3) 災害拠点病院と地域地震対策

厚生労働省では、1995年に設置された「阪神・淡路大震災を契機として災害医療体制に関する研究会」の報告書をもとに、地域の医療機関を支援するための災害拠点病院を整備するために、1996年に各都道府県に対して「災害時における初期救急医療体制の充実強化について」という通知を出しています。これに従って、現在各地方自治体では災害拠点病院の整備が行なわれている。

大地震のときに想定される以上のような状況を踏まえて、地域的医療救護活動を災害拠点病院を中心に被災地内の病院から見た対策を整理します。

3. 病院の耐震性

(1) 患者の避難能力

以前に、入院患者の異動能力に関する調査分析を行ったことがあります。

その結果を日常、病院で使われている医療・看護・管理上の看護区分である担送・護送・独歩の区分と、非常時の移動能力を担送（移動用具と介助者があれば可能・どんな方法でもできない）、護送（介助者がいれば可能）、独歩（ひとりで移動可能・移動用具があれば可能）の3区分に定義しなおして比較しました。

分析の結果、日常時から非常時への変化においては、平常時の「独歩」の判定の患者は、非常時でも「独歩」、平常時「担送」の患者は、非常時でも「担送」、平常時「護送」の患者は、非常時には半分が「独歩」になり、2割が「担送」に移行することがわかりました。

このように「逃げられない患者の存在」が、病院の安全対策の大きな鍵を握っています。

(2) 病院の安全対策

地震に対しては、建築物としての構造的強度の確保だけでなく、内部の振動による被害や火災の発生など二次災害を防止し、病院機能が完全に停止することのないようにすることが肝要です。例えば、エネルギー関係の種類や機器類を複数設置したり、系統を細分化して被害を局所的に限定したり、電気・上下水道・都市ガスなど都市のインフラ設備とは別に、独自に水が確保可能なための井戸や空冷の自家発電装置の設置などを行なうといった二重の対策を講ずる必要がある。このように自然・人的ならびに日常・非常の災害に対する現実的なハードとソフトの対策を確立することが必要です。

いいかえれば、発生の防止が不可能な「地震」に対する防災対策では、過去の事例が示す通り、地震発生から半日間は、何をおいても、火災などの二次災害の発生を防止して病院の機能を維持すること、傷病者と院内の患者・職員の生命保護に絞って対策を講じることが得策です。また、その後の避難生活時期には、診療の継続と患者の移送を中心にすべきです。

(3) 構造的耐震性

a) 構造耐力

建物の構造耐力は、建築基準法で定められているように、自重や積雪などの垂直荷重と風力や地震力など水平力に対する耐力を計算することになっています。実際の建物は計算に入れない部材によって、より大きな耐力を持つことが多いです。しかし一方では、地震の震源地、波の方向、建物地盤の状況で建物への負荷はさまざまであり、あらゆる状況に安全である建物を造ることは出来ません。しかしながら、現在の新耐震基準に基づいて、建てられたものは比較的安全であることが、1995年の阪神・淡路大地震でも証明されています。

b) 建物振動

病院建築に限って構造的耐震性を考えると、地震による建物の振動の方が問題になります。他の建物に比べて病院では、振動により重大な治療中の患者に対する身体的心理的影響、複

雑・高度の医療機器の正常な作動に対する影響， 薬品，裸火の転倒，落下による災害の発生，医療機器，家具，調度品の転倒，落下，移動による災害の発生が考えられます。

一般に建物内部の物品の振動は建物との共振によって大きくなるため，建物の固有振動数を知り、また振動の影響を深刻に受ける物品・機器のチェックと転倒，落下防止策をとる必要があります。

c) 免震・制振構造

最近，新築の病院で全面的に免震構造を導入した例が出現しています。また部分的に免震装置を設置したり、制振装置の導入を検討する例も出ている。これらの装置の導入により，構造体への負荷を軽減すると同時に，建物内の振動を減衰させる効果が期待できます。

しかし，全面的に免震構造を導入した病院が，大規模な地震を受けた事例はまだ存在しないため，実際はどのような状況になるかは完全には予想が出来ません。また、最近実施された実物大病院建物振動実験においては、免震建物での長周期振動での家具等の移動による被害の恐れが指摘されています。

(4) 設備的耐震性

a) 建築設備の特性

建築設備は，エネルギー・情報・人間・物品・そして空気や水などの流れをつかさどるシステムです。建築の外側から供給され，建物内で使用された後，外部に再び排出されます。大地震時には，外部の都市機能が破壊されるため，供給ならびに排出に支障が生ずる。建物内部が無傷でも設備機能は停止してしまいます。また，建物内部の建築あるいは設備の被害により，その流れが中断されたり，変換・処理機能が停止すれば，設備機能の麻痺に至ります。

前述のように，現代の病院はその機能を設備に頼る所が大きいため，大地震による機能停止が発生しやすい状況です。

過去の病院の地震による被災事例の考察から，病院の機能を存続させるために重要なエネルギー材は，「水」と「電気」であることが判っています。

b) 電気の確保

「水」はそのままの形で備蓄できますが，「電気」の場合には自家発電に頼らざるを得ません。この場合，発電機用の燃料（石油類）を冷却用の熱媒（水または空気）の確保が必要です。

過去の事例では，折角自家発電機と燃料を備えていながら，都市上水の供給が途絶えたため，冷却水がなくなり発電ができなくなったものがあります。従って病院の震災対策用の自家発電装置は，一般的には空冷のものが望ましいです。ただし，作動時の騒音が大きくなるので遮音への十分な配慮がなされなければなりません。

現在，病院内の設備的な設置状況を見直してみると，設備機器，配管ともに大規模な地震時に対して十分な防護対策が講じられているとはいえません。それどころか大地震時には，ほとんどの機器の転倒・移動が起こり，配管は各所で切断される状況が予想されます。かなりの重量がある上記の自家発電装置でも，適切な触れ止めがなければ移動してしまうし，多くの配電盤も補強支持がなければ，転倒してしまうことが予想できます。また、水平配管のほとんどが支持部材の共振防止の触れ止めがないため，あるいは配管自体にフレキシブル・ジョイントを設けていないために，分断してしまうことが予想し得えます。

c) 水の確保

「水」の確保については，いくつかの大病院の平常時における水の使用量を調べて見ると，大まかに言って1ベッド当たり，1日1tの水量を必要としている。その用途を見ると，水洗便所用が35%，給食関係が10%，冷房用が5%，手洗洗面用が5%，医療用は35%，その他10%となっています。

災害時には外部からの給水が途絶える。最低限2日から3日の間自給することを想定すると，1ベッド当たり2tから3tの備蓄が必要となる。ただし，災害時には，建物内外での給水管や排水・汚水配管の分断などにより，給排水衛生設備や水洗便所が使用不可能になることなどが予想されるため，水の用途の優先順位を決めて，対応策を練っておく必要があります。

また，地域によっては井水を平常時から併用することによって，震災時の水源として用いることも有効である。この場合でも，深井戸の場合には用水ポンプの電源の確保が前提になります。

(5) 建築計画的耐震性

a) 最重要機能

地震に対する対策は，どの程度の地震に対してどの程度のことを守ればよいかを明確にする必

要があります。

建築や設備の耐震性能を高めることは、一般的には高額の初期投資とそれを維持するための経常経費を必要とし、平常時における病院の医療・看護機能にもさまざまな支障を及ぼす可能性があるので、全体的にバランスの良い対策の組み合わせが望ましいです。

従って、現状では病院の地震対策の目標として、激震を受けたときに病院の最重要機能が本質的な機能停止を起こさないこと、一次的に起きてても容易に回復できることを設定することが妥当です。

b)経過時期

密集都市部にある病院の最重要機能は、事例分析から、地震発生からの経過時期によって変化することがわかっています。

第一時期（地震発生期・避難期・大火期）は、地震発生から0～半日（激震と余震が続き、周辺の傷病者が殺到する、場合によっては周辺では大規模同時多発火災が発生する時期）で、この時期の最重要機能は、院内の患者、付添・家族、職員の生命保護、地域からの傷病者受け入れ・応急処置です。

第二時期（避難生活期・流出開始期・残留期）は、地震発生から半日～三日（激震はおさまるが、まだ周辺からの本格的な救援は行なわれない時期あるいは本格的救護が始まる時期）で、この時期における最重要機能は、院内の患者、付添・家族、職員の生活の維持、地域からの重症者受け入れ・応急処置、収容、災害医療活動の拠点としての働きです。

上記の二段階の時期における病院の建築・設備的要件は以下ようになります。

c)第一時期

第一時期では、まず、容器としての建物自体が倒壊や退避が必要な状態にならないこと。つまり、構造的耐力を持っていることで、現在の耐震基準では決定的な倒壊は回避できることを目的にしています。

次に、病院建物で二次災害を起こさないこと。つまり、建物内や敷地内で火災・爆発・ガス漏れ・転倒や落下物などの被害が決定的な影響を及ぼさないことです。

そして、外部の二次災害から影響を受けないこと。

また、重症・重体者の生命が維持できること。つまり、大手術中や直後の患者、ICUなどの集中ケアの患者、無菌病室やインキュベータ内にいる患者の処置が継続してできることです。

さらに、傷病者の受け入れができること。つまり、殺到する多数の火傷・骨折・大出血・呼吸停止などの患者の手当てができるスペース・機材・スタッフが確保できることです。

また、最低限の生活が可能なこと。つまり、飲料水・熱源（暖房）・（呼吸用）空気・照明・食糧の確保ができることです。

最後に、重要な情報の収集ができること。つまり、災害の発展の状況、傷病者の発生状況などがわかることです。

d)第二時期

第二次期においては、まず、最低生活必需物資が確保されること。つまり、院内の人々の身体を消耗させないための、飲料水・食糧・熱源・空気・照明・衣類・寝具などの確保ができることです。次に、診療上の最低必需物資、人員の確保がなされること。つまり、院内の患者の状況を悪化させないための最小限の治療用の水・輸血・輸液・薬品・消毒機材などの確保ができることである。また、最小限でも高度な医療ができること。つまり、生命に危険のある患者の緊急手術・処置・分娩などができる場所。物品・スタッフなどの確保ができることです。

そして、二次的傷病者の受け入れができること。つまり、被災地で発生する可能性の多い伝染病・中毒・緊急出産・血液透析などに対する対策ができることである。

また、重症・重体者の生命が維持できること。つまり、大手術中や直後の患者、ICUなどの集中ケアの患者、無菌病室やインキュベータ内にいる患者の処置が継続してできることです。

そして、災害医療の拠点となること。つまり、救護班・防疫班に対して、水・食糧・薬品・医療機材・連絡設備・休憩宿泊座所の提供ができること。最後に、重要な情報の収集ができること。救援物資・人員・災害状況の把握ができることです。

災害時の初期対応について

災害とは

医療的に考えると、患者数に対して医療資源から対応能力が不足した状態です。

我が国の災害医療対策は、災害対策基本法と災害救助法に基づいて制定される地域防災基本計画により整備されています。また 1996 年に厚生省により作成された防災業務計画には、広域災害・救急医療情報システムの整備、災害支援拠点病院の整備、災害時に備えての研修・訓練の実施などの具体策が盛り込まれています。

災害医学総論

災害時初期対応の原則 CSCATTT

災害現場で適切な医療を展開するには、実際の医療開始までもいくつかの重要な手順があります。

(1)Command and Control：指揮命令系統の確立・連携、(2)Safety：安全確保（自身、現場、患者）、(3)Communication：情報伝達手段の確保と連絡、(4)Assessment：評価、(5)Triage：トリアージ、(6)Treatment：治療、(7)Transportation：搬送 です。

・ Command and Control 指揮命令系統・連携

様々な混乱が予測されるので、特に指揮命令系統を確立し、縦横の連携を明確に遵守します。

・ Safety 安全確保

まず自分の安全を確保します。続いてその場の安全を確認して、傷病者(現場のけが人、病人)を安全に救出することができます。

・ Communication 情報伝達手段の確保と連絡(表1)

・ Assessment 評価

現場の状況や傷病者の状態を把握します。混乱した災害現場で急いで治療を開始するのではなく、全体を把握し優先順を考えて対応します。

・ Triage トリアージ

限られた医療資源の中で最大多数の傷病者に最善を尽くすこと(最大多数の最大幸福)と軽症者や救命の見込みのない重症傷病者に時間をとられない(救急医療との違い)ために、重症度・緊急度を正しく判断し(Right patient)適切な場所へ(Right place)適切な時間内に(Right time)搬送し治療を開始するために、患者をふるい分けします(図1)。そのカテゴリーは、搬送に関して、最優先治療群(): 赤、待機的治療群(): 黄、保留群(): 緑、搬送待機群(0): 黒です。その後は並べ替えを行ないます(図2)。その原則は、機能や整容より生命が優先されます。実施に関しては、すべての傷病者に行なう、実施者の決定に従う、実施者は治療に参加しない、最経験者が行なう、等があります。

・ Treatment 治療

災害時の治療の目的は通常院内治療とは異なり、その目的は最大多数の最大幸福である。治療は ABC すなわち気道、呼吸、循環の管理に特化します。

・ Transportation 搬送

搬送の手段を含めて検討します。現場での医療は安全に病院まで搬送することがその目標です。搬送の基本原則は広域へより分散することです。外部からの患者を収容する場合には、周囲の状況と共に、収容能力を考えながら調整します。

災害拠点病院の役割は現場等からの患者受入れが中心となることが多く、それは重要な役割の一つであるが、超急性期には、まずは、入院、在院患者の安全確保、治療、マネジメントを最優先せざるを得ないと考えられ、受入れたとしても少数の重症のみとなる可能性が高いと考えられます。

災害時に有用な医学的知識

けがや急病などの救急事態を早期に発見して適切に対応することは、けがをしたあるいは急病の人（傷病者）のその後（予後）を改善させるために重要です。つまり、救急車が到着するまでに、現場に居合わせた人（bystander）が、いかに早く適切な応急手当を行なうかということです。災害時には平時以上に現場に居合わせた人がすべきことは多いです。適切な応急手当を行なうためには、どのような事態が起こりうるか、そのとき身体にどのような変化が起こっているか、悪化させないためには何をすべきか、などを知っておく必要があります。

また、このような現場では、冷静さを保つ 周囲の状況にも気を配る 知り得た情報は、救急隊員に正確に伝える、なども重要です。いざというときに適切に行動できるように、知識や技術を身につけておくだけでなく、実践に即した練習（訓練）が必要です。

一次救命処置の手順

状況評価 初期評価 必要に応じた処置

体位管理・搬送 引継ぎ（情報伝達）

1)状況評価

概要把握、応援要請、資器材準備、感染防御、安全確保

2)初期評価

意識確認、気道確保、呼吸確認

3)必要に応じた処置

一次救命処置 = 心肺蘇生（CPR：人工呼吸、胸骨圧迫）、AED、窒息に対する処置、応急手当（ファーストエイド：止血、固定他）

4)体位管理・搬送

回復体位他、安全な場所への搬送

5)引継ぎ（情報伝達）

MIST(受傷機転、状態、症状、処置等の要点)等を救急隊に適切に伝える。

情報伝達

救急隊が到着したら、その後の救急医療に重要な情報を迅速にかつ正確に提供することも重要な手当のひとつです。

- ・ M : Mechanism 受傷機転・発症形態
 - ・ I : Injury 受傷部位・発症部位
 - ・ S : Sign 症状・徴候
 - ・ T : Treatment 行なった一次救命処置
- Time 時間経過

傷病者の氏名、年齢、性別、継続的なバイタルサインも余裕があれば伝えます。災害時には methane に沿ってレポートします（表1）。

心肺蘇生法

心肺蘇生法(CPR)は、状況評価や意識確認、助けを呼ぶ（119番通報）に続く、気道確保・呼吸確認・人工呼吸・胸骨圧迫のことです。手順は、状況評価 反応(意識)確認（なければ緊急通報、応援要請） 気道確保 呼吸確認 なければ2回の人工呼吸 胸骨圧迫 30回+人工呼吸2回の繰り返しとなります。それぞれのポイントを以下に示します。

状況評価

救急現場では、まず救助者の安全、周囲の安全を確認、確保します。救助者が危険に晒さ

れた状態では、傷病者を安全に救命することはできません。有毒物質の漏洩や酸素欠乏など視認できない危険にも注意します。次に、状況を的確に判断することによって、どの程度の応援が必要かが判断でき、関連機関とのスムーズな連携ができます。傷病者は外傷か、内因性疾患かを把握することで、AEDを含む必要な資器材が判断できます。

意識確認

安全を確認した後、近寄りながらざっと見れば、出血があるか、反応がありそうかが推測できます。傷病者に呼びかけつつそばに近寄ります。さらに肩を叩いて呼びかけ反応を確認します。このとき、身体を激しく揺らすと状態を悪化させることがあるので注意します。反応がなければ応援を呼びます。周囲に人がいれば一人に119番通報の依頼をし、別の一人には、AEDを依頼します。

気道確保

首をやさしく丁寧に扱い、あご先（骨の部分）を挙上して確実に気道を開放します（頭部後屈あご先挙上法）。気道確保が確実にないと傷病者は十分な呼吸ができず、また人工呼吸の効果も少ないです。

呼吸確認

呼吸に伴う胸の動きを、目で見て、呼吸の音を耳で聞き、吐息を頬で感じて、正常なまたは普段どおりの呼吸をしているかどうか確認します。呼吸の確認は5秒以上10秒以内で行ないます。時に、あえいでいるような呼吸（あえぎ呼吸、死戦期呼吸）をしていることもあるが、このような正常ではない、つまり普段どおりの呼吸ではない場合には、呼吸はないと判断します。

人工呼吸

気道確保したまま、口と口をしっかりと密着させる。鼻をつまんで、口を大きく覆うようにして、空気が漏れないようにし、傷病者の胸が軽く上がる程度に1秒かけて息を吹込みます。これを胸が上がるのを確認しながら2回行ないます。うまく行かない場合は気道確保をしながら2回以上は行ないません。感染防護具のシールドやマスクを使うことが推奨されます。マスクを使う際にはマスクの鋭端を鼻頭にあて、鼻と口がマスクの中に入るようにマスクをあて、吹き込んだ息が漏れないようにしっかりと密着させます。何らかの事情（どんな事情でも）で人工呼吸ができないと思ったときには、次の胸骨圧迫だけでも行ないます。

胸骨圧迫

蘇生に成功するためには、できるだけ早期から十分な強さと十分な回数の胸骨圧迫が絶え間なく行なわれることが重要です。

胸骨圧迫では以下の点に注意します。

- ・手を置く位置：左右の乳頭を結ぶ線の胸骨上、剣状突起は避ける。
- ・手の置き方：胸骨の上に一方の手のひらの付け根を置き、その上にもう一方の手を重ねる。
- ・圧迫方法：手首の真上に肩が来るようにして、腕と肘は曲げずにしっかり伸ばし、上半身の体重を乗せて圧迫する。手首のスナップをきかせず滑らかに力を加える。
- ・圧迫の強さ：胸が4～5cm沈む程度。
- ・圧迫の速さ：1分間に100回のテンポ。
- ・圧迫と解除：圧迫後は完全に力を解除してもとの位置にも戻す。位置が変わらないように、手は置いておいても良い。傷病者がバウンドしないように硬いものの上で行なう。

組み合わせ

胸骨圧迫30回と人工呼吸2回を1サイクルとしてこれを繰り返します。胸骨圧迫の回数

は連続 30 回を目標とするが、必ずしも正確に 30 回である必要はありません。

自動体外式除細動器 (AED) とその使用法

心停止の原因の一つである心室細動に対しては電氣的除細動が有効です。この除細動を行なう医療機器のうち、器械が自動的に心室細動かどうかを判断し、音声メッセージでその操作方法を伝えるのが AED です。

CPR を行なっていて AED が到着したらすぐに使用します。

操作は、電源を入れる 電極パッドを貼る 器械が自動的に解析し 適応があれば自動的に充電され 除細動のボタンを押す、と簡単です。

パッドを胸に貼る際には、胸に除細動の障害となるものがないか、以下の点を確認します。

- ・汗や水分で体の表面が濡れていないか：胸腹部、特にパッドを貼る位置が濡れていれば、拭き取る。
- ・胸毛はないか：胸毛が濃い場合にはカミソリを用いて取り除く。パッドを一旦貼り付け、勢い剥がすという方法でも良い。
- ・経皮的薬剤が貼られていないか：ある場合には取り除き、残りの薬剤や粘着剤を十分に拭き取る
- ・ペースメーカー等の埋込み機器はないか：胸に突出したペースメーカーがある場合、触ってペースメーカーがある場合、にはパッドを 2.5cm 以上離して貼る
- ・金属類 (アクセサリ等) はないか：取り外す、あるいは胸から遠ざける

これらの確認や手当は効果的な除細動や傷病者や救助者、周囲の人々の安全のために重要です。

パッドを貼る際には、袋から取り出して、袋やパッドそのものに描かれた絵の通り、必要な位置にしっかりと貼ります。パッドを貼ると、AED は自動的に心電図の解析を始めます。解析時には音声メッセージに従い、周囲の人に傷病者に触れないように声をかけます。胸部圧迫などを続けていると、正しく解析ができません。解析の結果、除細動の適応がある場合には AED は自動的に充電を始めます。除細動すると傷病者の体内に電流 (エネルギー) が流れるため、傷病者に触れていると感電する危険があります。音声メッセージに従って、再度、すべての人が傷病者から離れたことを確認した後、点滅している除細動ボタンを押します。除細動すると傷病者の身体、特に上半身が飛び跳ねます。除細動後は直ちに CPR を開始します。胸骨圧迫 30 回と人工呼吸 2 回の組み合わせを 1 サイクルとして、5 サイクル、もしくは 2 分間繰り返します。2 分後には AED は再度心電図の解析を始めます。その後は必要に応じて除細動を繰り返します。除細動が必要ない場合にはすぐに CPR を開始します。パッドは原則として、除細動が必要ないとの音声メッセージの場合にも救急隊に引き継ぐまで剥がしません。AED の合併症としては熱傷、不整脈等があります。

十分な呼吸や反応があれば意識等を確認します。呼びかけに反応はないが十分な呼吸がある場合には回復体位にして、その後も確認を続けます。

回復体位 (側臥位) :

傷病者の腰の位置に座る

傷病者の手前側の腕を横に開く

傷病者の向こう側の膝を立てる

肩と腰あたりを持って安定して手前に静かに起こす

傷病者の上側の手を顔の下に入れる

気道を確保する

傷病者の上側の足の膝を曲げ、腹部に引き寄せ安定させる

応急手当（ファーストエイド）

止血法

出血しているその点をガーゼを用いて直接手あるいは指で押さえて止める方法（直接圧迫止血法）を試みます。これで止血できることが多いです。血液に直接触れないように感染防止用の手袋や清潔なガーゼを用い、圧迫する力は血が止まる最低限の力で、強すぎると圧迫点より末梢の血流が少なくなります。止血ができたなら出血部をガーゼや包帯で覆って圧迫します。

医療従事者は、出血が広範囲に及ぶ四肢の場合、出血が激しく直接圧迫止血法だけでは止血できない場合には間接圧迫止血法を行ないます。間接圧迫止血法では、出血している場所より中枢（心臓）側の動脈を骨に向かって圧迫します。中枢側を何かで縛って止血する緊縛法はしません。

ショックとその症状

出血ではショックが危険な状態です。ショックとは、収縮期血圧が90mmHg以下で血液の循環が悪い状態です。出血して身体の血液量が減っていても、心臓は普段どおりに全身に血液（＝酸素）を送ろうとするために、心拍数（＝脈拍数）が増えます。けがをした傷病者の脈拍数が多いときは出血量が多いという危険なサインのひとつである可能性があります。主な症状には、皮膚が蒼白で冷汗をかいている、脈が弱く速い、ボーッととしていて周囲に無関心、呼吸が浅く早い、などが特徴的で、出血量が増加するほどこれらの症状は強くなります。急いで止血して救急搬送をしないと生命にかかわります。出血によるショック時には仰向けにして足をあげます（ショック体位）。

打撲等のけが

打撲した部位を不用意に動かさずに観察します。軽い打撲だけでは特には緊急を要さないが、けがをしていない側と比較し、左右で違いがあるかを確認します。強い外力を受けた、高いところから転落した、ポキッ、ピシッなどの音がした、痛みや腫れが強いあるいはひどくなってきた、動かさない、動かすと違和感や痛みが増す、などの場合は、骨折があると考えてなるべく動かさないようにします。打撲では以下のRICEを行います。

- ・ R rest 安静にする
- ・ I ice 氷嚢で冷やす
- ・ C compress 受傷部位を圧迫する
- ・ E elevate 受傷部位を挙上する

地域の救急体制との連携

救急車を呼ぶときに注意すべきことは、救急車が向かう正確な場所を伝えることで、これは目安になる建物や目標物との関係で伝えるとわかりやすいです。

傷病者の意識の有無、バイタルサインや重症度などの情報をMISTに沿って伝えます。通報者の氏名や通報している電話の番号などを簡潔に伝え、救急隊の質問にも答えます。傷病者の氏名、年齢、性別、継続的なバイタルサインやかかりつけ医、既往歴、常用薬などがわかっている場合にはあわせて伝えます。地域の救急体制の要となっているのがメディカルコントロール（Medical Control、MC）体制です。MCとは救急医療体制を統括するシステムであり、救急隊員や救急救命士の病院前救護活動全般の医学的な質を保証しています。教育・研修をはじめ、プロトコールの作成、現場からの指示、事後に行なった観察や処置が適切であったかの検証などが含まれます。

表1

METHANE report ⇒災害現場から報告すること

M	Major incident (STANDBY or DECLARED)	待機or宣言
E	Exact location	正確な場所
T	Type of incident	災害の種類
H	Hazard	危険
A	Access to scene	現場へのアクセス
N	Number and severity of casualties	けが人の数と重症度
E	Emergency services (present and required)	必要な救急サービス

図1

START (simple triage and rapid treatment) plus方式

Triage Sieve (ふるいわけ)



図2

Triage Sort(ならべかえ)

第1段階 生理学的評価

意識 JCSⅡ桁以上
呼吸 ≥30回/分or<10回/分 呼吸音の左右差・異常呼吸 SpO₂<90%

第2段階 解剖学的評価

開放性頭蓋骨骨折・外傷性肺の著しい浸潤 肋骨または胸部の皮下気腫 胸部の捻挫・フレイルチェスト 開放性気胸 肋骨骨折・肋骨緊急
骨盤骨折(大腿・圧痛・下肢長さ) 四肢浸潤 四肢の麻痺
頭部・体幹部の开放性外傷 デグロービング損傷 15%以上の顔面・気道損傷

第3段階 受傷機転

体幹部の抜圧 1肢以上の抜圧
爆発 高所墜落
異常温度環境 有毒ガス NBC汚染

第4段階 災害弱者(CPEHCT)

・ Child 子供
・ Pregnant woman 妊婦
・ Elderly people 高齢者
・ Handicapped 障害者
・ Chronically ill 慢性疾患
・ Tourists 旅行者

電力施設の被害想定と対策（案）

防災対策の基本方針

電力は社会インフラの中でも特に基盤をなすインフラであることから、広範囲・長時間の停電が発生すると社会的に大きな影響を与えることとなります。また、大規模災害時に停電が長引くと、避難や救命救急・復旧活動にも影響を及ぼすこととなります。

電力会社では大規模地震をはじめとする様々な災害リスクに対して、設備を被災しにくくし、できるだけ停電しないようにするとともに、停電が発生した場合には、まず、その範囲や継続時間を軽減する応急措置を行い、その後、停電が長期間継続しないよう、日頃から準備している復旧用資機材や発電車などを活用し、速やかな復旧を行うことを基本方針として取り組んでいます。

被災しにくい設備づくり

電力設備の耐震設計・耐震補強を推進し、的確な保守を実施することにより、大規模地震が発生した場合でも被災しにくい設備づくりを進めています。

<原子力発電所の例>

地震が起こると地震波が岩盤を伝わり、堆積したやわらかい地盤で揺れが増幅され、地表では大きな揺れとなってしまうとしばしば大きな被害をもたらします。原子力発電所の重要な機器・建物等は、表層のやわらかい地盤を取り除き、地震による揺れが小さく、堅固な岩盤の上に直接固定して建設しています。岩盤上の揺れは、新しい年代のやわ

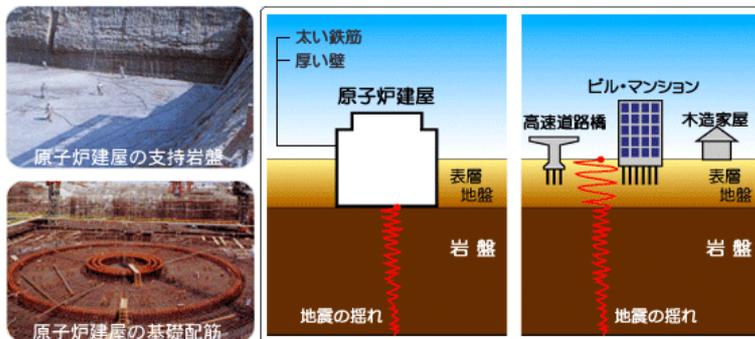


図1.原子炉建屋の建設地盤

らかい地盤の揺れに比べ1/2から1/3程度になることがわかっています。

さらに、これらの施設は、一般の建物と比べてはるかに太い鉄筋や厚い壁、広く厚い基礎を使用し、揺れや変形の少ない丈夫なサイコロ型の建物としています。

平成19年7月16日、柏崎刈羽原子力発電所の沖合約16kmの地点で、マグニチュード6.8の地震（新潟県中越沖地震）が発生しました。この地震は柏崎市・刈羽村を始めとする近隣地域に大きな被害を及ぼし、発電所においても非常に大きな揺れを記録しました。その揺れは1号機の原子炉建屋の基礎マット上で最大680Galという大きなものでした。

地震発生時に運転中であった3・4・7号機、そして起動中であった2号機の4基では、いずれも地震の大きな揺れを検知して自動停止装置が作動し、安全に停止しました。また、全7基とも今回の地震を通して「止める」「冷やす」「閉じ込める」という最も重要な安全機能は維持されました。地震後に実施された目視点検の結果、安全上重要な設備に損傷は見つかりませんでした。

< 変電所の例 >

変電設備のうち、重心が高く大きく揺れる可能性がある空気遮断器等については耐震補強を実施しています。また最近では、重心の低いガス遮断器等を採用しています。



図 2. 変電所の対策例

被災時の影響軽減

設備構成の多重化やバックアップ機能を充実させることにより、被災設備の影響を軽減し、他の健全な設備に波及しないような設備形成を行っています。

< 電力系統の多重化とバックアップ機能 >

首都圏への電力供給系統は、2重・3重に張り巡らされた基幹送電系統（50万ボルト、27万ボルト）と首都圏を取り囲むように配置された基幹変電所によって網の目をなすように配置されています。これにより一部の発電所・変電所・送電系統に不具合が発生しても、残りの発電所・変電所・送電系統から即時にバックアップできるようになっています。

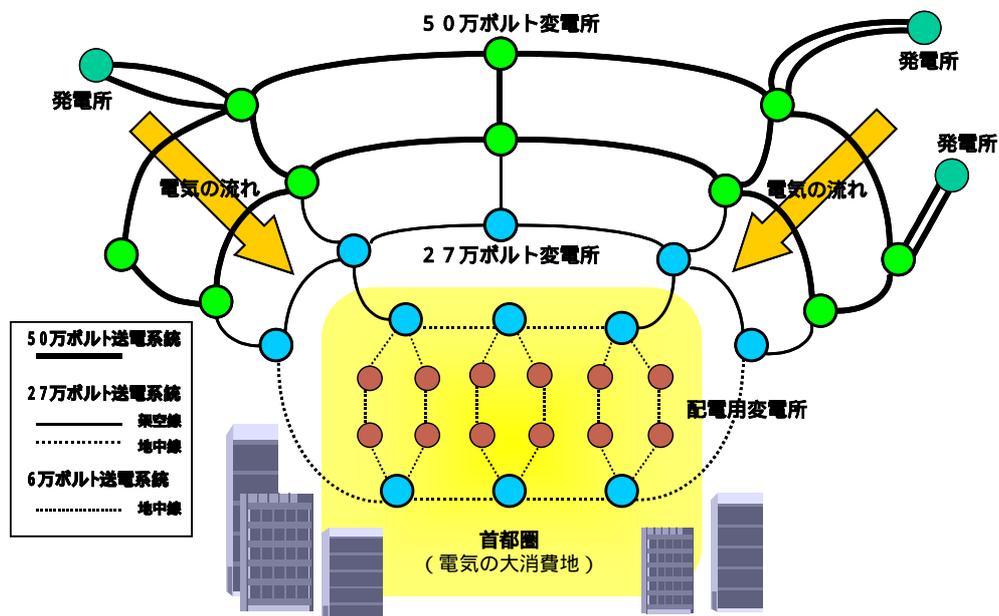


図 3. 電力系統の多重化とバックアップ機能

< 電力系統構成の基本的な考え方 >

- 重要送電系統は、1ルート2回線の送電線が複数ルートで構成されている
- 複数の送電系統が変電所で連系されている
- 変電所の機器は、同じ機能・性能のものを複数台配置している

被災設備の早期復旧

万一被災し広域停電が発生した場合にも、種々の復旧対策を的確に実施することにより、早期復旧に向けた体制を整えています。

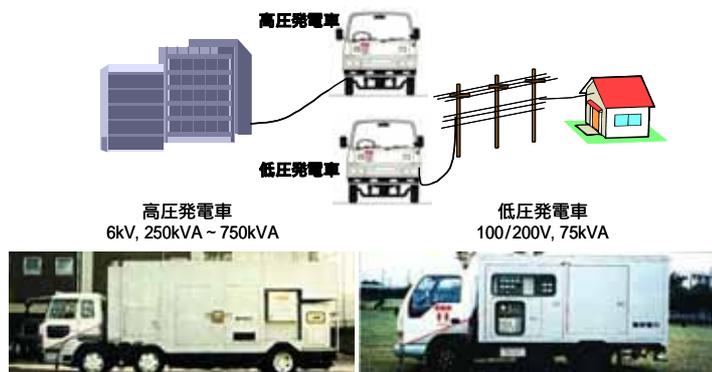
< 復旧資材・工事力の確保 >

各地の資材センターに応急復旧用資材（電柱、変圧器、電線等）を確保するとともに、主要送変電設備の予備部品（変圧器ブッシング、ケーブル、がいし等）を用意しています。また、各拠点に応急復旧用特殊車両等を配備しています。

また、非常災害時の工事力確保として、メーカー・工事請負会社・業務委託会社のうちから、非常災害時の復旧等を実施する会社を指定し、協定を締結する等を行っています。

< 電源車の配備 >

送・配電系統停止時に備え、高圧発電車（6kV、250～750kVA）、低圧発電車（100/200V、75kVA）を配備しています。救急医療や復旧活動拠点、治安・防犯関係機関等の早期復旧が必要な箇所については、電力系統からの停電復旧が遅れる場合には、発電車により直接送電することも行われます。



阪神・淡路大震災後50/60Hz両用のものに逐次取り替え

図 4. 電源車両

< 電力会社間の相互応援 >

電力会社間で相互応援に関する体制、ルールを平常時から整備しています。平成16年の新潟県中越地震発生時には、発電車29台、要員120名を現地に派遣し、避難所やガソリンスタンドへの応急送電を実施しました。



図 5. 新潟県中越地震発生時の応援出動

阪神・淡路大震災における停電復旧状況

平成7年1月17日午前5時46分に発生した阪神・淡路大震災は、神戸市を中心とする阪神・淡路地域において甚大な被害をもたらしました。電力設備も例外ではなく、地震発生直後は約260万軒が停電しました。

復旧作業は被災直後から直ちに開始され、当初は電力系統の遠隔切替操作により、多重化・バックアップ機能を有する電力系統の特性を活かし、午前7時30分までに停電件数は約100万軒まで減っています。

次に主な送電線、変電所の被災設備を現地にて系統から切り離すことにより順次復

旧を図り、1月18日午前8時までに停電件数は約40万軒となっています。

以降は火災や家屋倒壊に起因した電柱等の配電設備の復旧作業となりました。応急復旧用資材や非常時用に確保した工事力、他電力会社からの応援を総動員し、地震発生から7日目の1月23日15時に応急送電を完了しました。

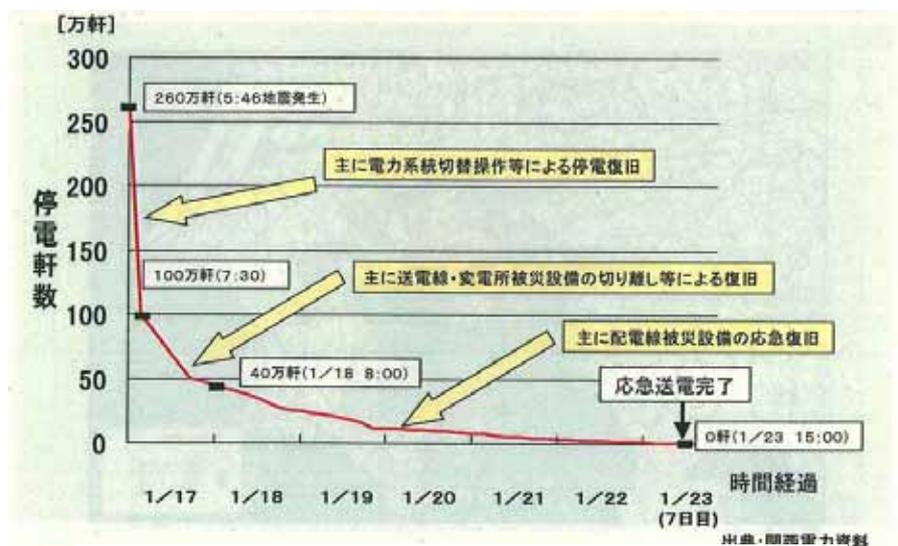


図6. 阪神・淡路大震災における電力の復旧

首都直下地震における被害想定

首都圏に関係し切迫性が高いと指摘されている地震としては、首都直下地震、東海地震等があります。これまでの電力会社の地震被害の経験から、これらの地震が発生した場合、広範囲・長時間の停電は避けられないと考えられることから、大規模地震への対応力の一層の充実に取り組んでいます。

首都直下地震における電力設備の被害は、以下のように想定されています。

発電所および重要な送電線・変電所

電力供給上重要な発電所や送電線・変電所は設備が被災しないよう十分な対策を実施しており、深刻な被害は発生しないものと想定しています。

その他の変電所

強い揺れや火災の影響により機器が損傷し、一時的な停電が発生することが想定されますが、設備の複数配置、送電線の多重連系等によりバックアップできるため、多くの停電は短期間で復旧できるものと想定しています。

配電線

揺れが強い地域（概ね震度6以上）では、阪神・淡路大震災で見られたような電柱倒壊や電線の切断（多くは火災や家屋倒壊の影響）が発生し、停電が発生すること

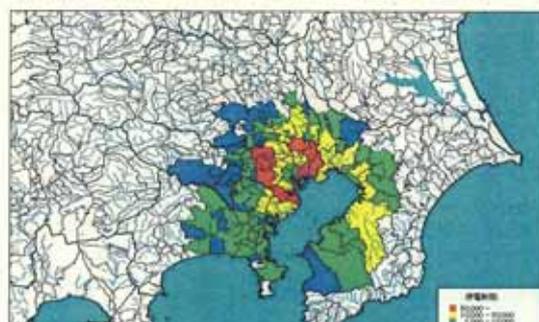


図7. 東京湾北部地震における被害想定

は避けられないと想定しています。このような地域では面的に広く設備が損壊しバックアップができない場合が多いと考えられます。このため、地域によっては何日にもわたって（概ね6日後くらいまで）停電が継続することが予想されます。

中央防災会議の「首都直下地震対策専門調査会」において、東京湾北部地震の被害想定と復旧目標値が示されています。その概要は以下の通りとなっています。

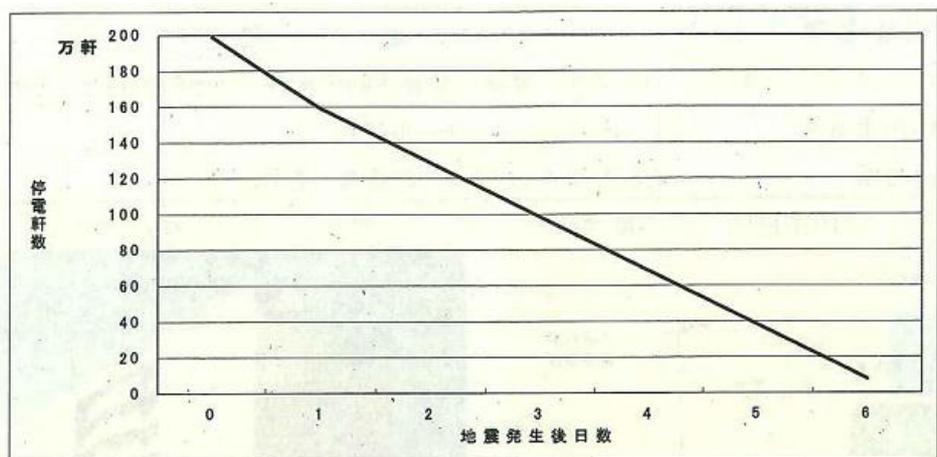


図8.東京湾北部地震における復旧目標

想定条件 東京湾北部地震 (M7.3)、冬の夕方18時発生、風速15m/sで被害最大ケース

変電所の被災により、地震発生直後は200万軒の停電が一時的に発生するが、電力系統切替等により1日後に40万軒は回復

停電発生主な原因は配電設備被害であり、その内訳は、建物火災の影響による被害(92%)、建物倒壊による被害(7%)、地震動による被害(1%)

首都直下地震への備え

首都直下地震により配電設備が広範囲に被災したり、設備の復旧に長時間を要する設備の被災があった場合には、広範囲・長時間にわたり停電が継続することが予想されるため、電力会社は「非常災害対策本部」を設置し、迅速な復旧に向けて戦略的な復旧活動を行います。

「非常災害対策本部」では、停電発生状況や設備の被災状況、停電影響、関係機関からの要望等をできるだけ早く、正確に、詳しく把握し、被災設備

災害対策要員の速やかな参集	●事業所近傍に居住の初動要員参集 ●自動呼び出しシステムによる災害対策要員の呼集 ●大規模地震時の行動指針に基づく自動出動
停電・設備被害情報等の収集・発信	●情報連絡手段の確保 ●災害情報システム・防災情報システムによる情報収集 ●社外関係機関との情報連絡(中央防災無線、連絡員の派遣)
復旧用資機材の調達・搬送	●保有している復旧用資機材(電柱、柱上変圧器、電線など)、主要送変電設備の予備部品類(変圧器ブッシング、ケーブル、端子等)の搬送 ●資機材の調達
応急復旧用特殊車両等の出動	●高圧発電車、低圧発電車 ●移動用変電機器(変圧器、開閉器) ●衛星通信車 ●現地指揮車、緊急自動車、広報車 ●ヘリコプター(常時は送電線巡視用)
協定等に基づく動員・応援	●工事請負会社、メーカー、業務委託会社の動員 ●電力会社間での相互応援(資機材、要員等)
災害時広報	●停電・設備被害状況、復旧見込み、電気災害防止等をマスメディア、インターネットホームページにより広報 ●広報車の派遣 ●防災行政無線による広報要請
非常災害対策要員等への支援	●安否確認システムによる社員・家族の安否確認 ●保存食、飲料水、浄水器、仮設トイレ、寝具 ●帰宅困難者対応

図9.首都直下地震への備え

をどのように仮復旧して応急送電するのか、どのエリアから優先するのか等を判断して、復旧用資機材と要員の効果的な投入方法等、適切な対処方法を決定します。

災害時の二次的電気災害防止への注意喚起

地震発生時には利用者側の二次的電気災害防止にも留意する必要があります。地震により電気設備に異常が生じると、ほとんどのケースでは異常検知によって送電が停止されるため、感電事故は発生しにくくなっていますが、送電が自動遮断されないケースも稀に存在するため、切れた電線による感電への注意が必要となります。

また、代表的な二次的電気災害に電気火災があります。電気ストーブや電気コンロ、観賞魚用ヒーター等の電熱機器が家屋の倒壊や機器の店頭・落下・損壊等で可燃物と接触する状況となり、火災に至るようなケースを指します。これらは地震発生直後に「機器のスイッチを切る」「コンセントからプラグを抜く」「避難するときはブレーカーを切る」等により、火災発生を防ぐことはある程度可能です。しかしながら、混乱した状態でこういった処置がされない場合、あるいは一端停電となったためこういった処置をせずに避難し、送電再開される場合に火災が発生することがあります。東京電力では、このような震災時の出火原因となる可能性がある電気機器の電源を自動的に停止させる「電源遮断システム（商品名：グラッとシャット）」を開発し、昨年より更なる防災対策普及活動を積極的に推し進めています。（図 - 参照）

但し、前述のような早期普及が整うまでは、災害時の電気による人身災害防止と地震発生時の電気器具の取扱い等に関する注意喚起を平常時から行うとともに、地震発生時には、機を逸しない広報活動を行うことも、電力会社の重要な役割となっています。

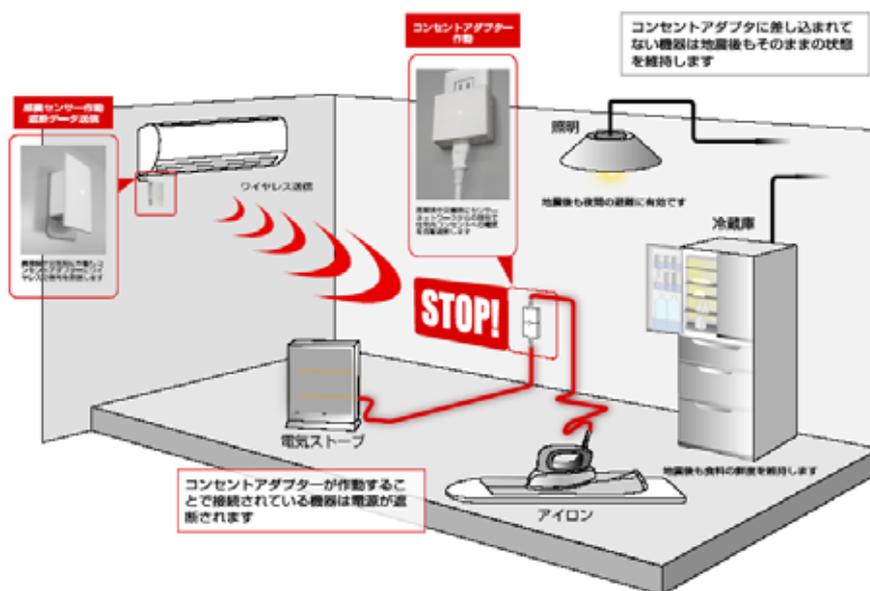


図 10. 「電源遮断システム（商品名：グラッとシャット）」

テキスト 目次 秦 担当分

2 地域と震災対策

2-3 ライフライン施設と震災対策（首都圏・新宿地域を中心）

2-3-1 揺れで消える火（P2）・・・秦担当分として

2-3-1-1 ガスマイコンメーターの機能と啓発

1、都市ガスの事業形態

2、重要リスクの想定

3、事業影響評価

4、首都直下地震による被害推定

5、復旧目標の設定

6、復旧目標実現のための施策

(1) 被災軽減・供給継続性確保のための予防対策

製造設備・高圧ガス導管・球状ガスホルダー・中圧ガス導管、低圧ガス導管

(2) 二次災害防止のための初動措置を行う緊急対策

マイコンメータ・地域ブロックの形成・超高密度リアルタイム地震防災システム
(SUPREME)・地震情報配信システム(jishin.net)・防災 GIS “SMART”・災害情報ステーション・マイコンメータ対応体制

(3) 早期供給再開・事業回復のための復旧対策

復旧要員の確保・全国規模の救援体制・病院等への臨時供給体制・復旧支援システム・
復旧資材・臨時供給設備の備蓄・行政機関との連携

7、事業継続のための PDCA サイクル

リスク管理体制・非常事態対応体制・総合防災訓練

NTTグループの災害対策

～災害時の通信確保と安否確認～

- ◆首都直下地震の通信被害想定・・・P1
- ◆震度7の地震で通信設備は？・・・P2
- ◆安否確認ツール・・・P3～4
- ◆事業継続のポイント(情報・通信)・・・P5

NTT東日本 東京支店
災 害 対 策 室

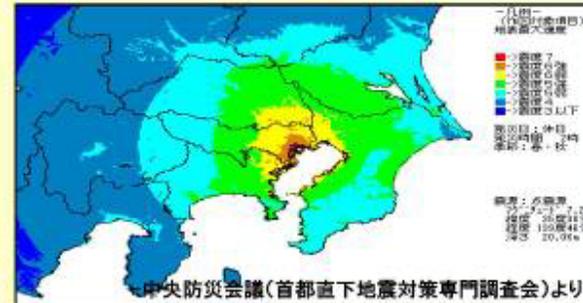
首都直下地震の通信設備被災想定 **NTT東日本**

被災想定 東京湾北部:M7.3 のケース

【被災規模】・・・23区内は全て震度6弱以上

- ・通信設備の被災額:約5000億円(焼失が約8割)
- ・電話:約110万加入不通

*新宿駅周辺は通信ケーブルの地下化が進んでおり、電柱の折損等による被害は少ないが、東口エリアでの火災発生による被害が懸念される。



通信設備の被災想定・課題

■主な被災想定(交換機～お客様宅までの通信設備)

- 火災による架空ケーブルなどの焼失
- 建物・樹木の倒壊・倒木による架空ケーブルの切断や電柱の折損
- 液状化による管路とお客様ビルの接続部での地下ケーブル切断

■広範囲で長期間の通信輻輳が発生(阪神・淡路大震災では連続5日間ふくそう状態)

課題

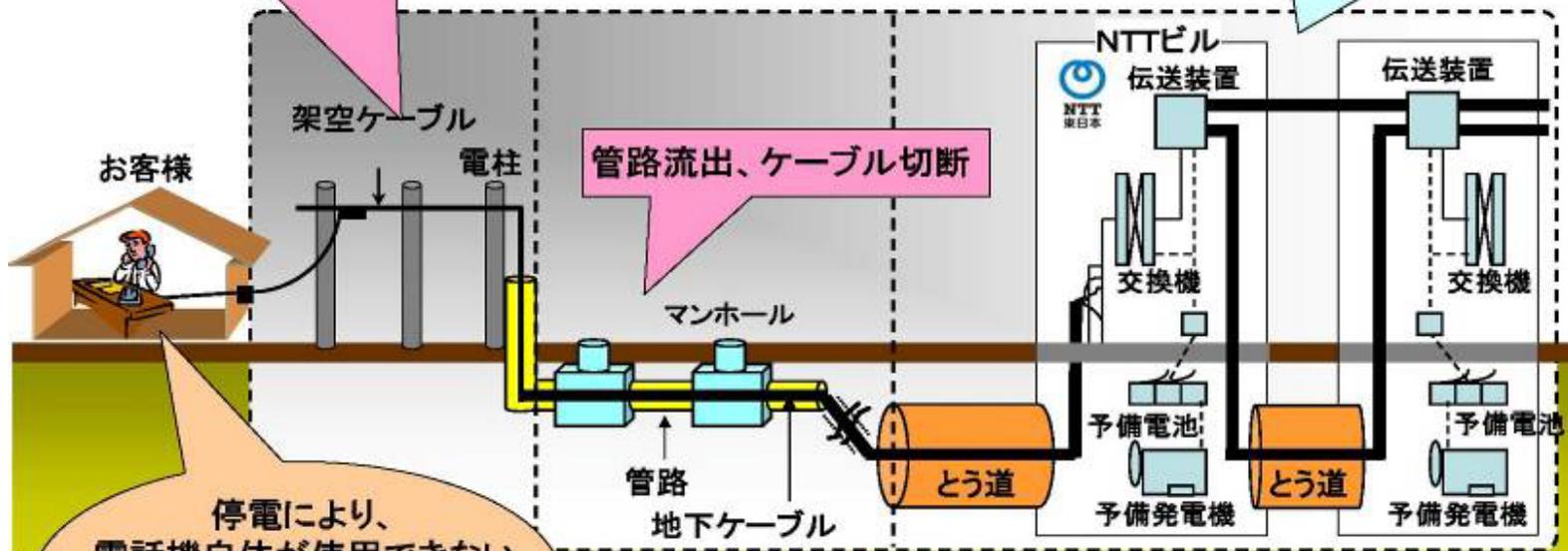
- ◆社員及び家族も被災の可能性があり、交通機関も長時間運行停止し、社員の駆け付けが難しい
- ◆一般電話は長期間の輻輳が発生し殆ど利用できない
- ◆メール等パケット通信も遅延の危険性が高い
- ◆広域火災による被災(ケーブル等の焼失)

- 災害対策本部員が駆け付けできないことを想定した災害対策本部代替拠点の設定
- 情報共有の仕組み作り
- 広域支援体制の充実
- 阪神淡路大震災の約10倍の復旧ケーブルが必要(復旧期間:最大 概ね1ヶ月を要する)

震度7の地震で通信設備は？ NTT東日本

電柱の折損や倒壊によるケーブルの切断、
火災によるケーブル焼損 等

NTTビルや地下の設備は、一部で損傷するが、通信サービスへ大きな支障を与えることはない



停電により、
電話機自体が使用できない
可能性あり
(取扱説明書等による確認が必要)

商用電源が停電した場合は、NTTビルに
設置の予備電池、予備発電機で運転
(停電の長時間化により燃料補給が必要)

安否確認ツール

NTT東日本 

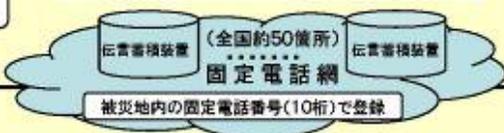
伝言(安否)の登録

災害用伝言ダイヤル(171)

音声による
伝言(安否)録音



伝言容量:最大800万伝言
(1電話番号あたり最大10伝言)
伝言保持:48時間



伝言(安否)の確認

音声による
伝言(安否)再生



災害用ブロードバンド伝言板(web171)

Webによる
伝言(安否)登録

【避難所】



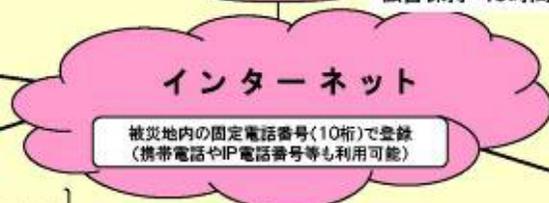
【避難所以外】



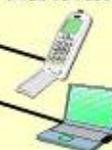
パソコン等

伝言サーバ
(web171)

伝言容量:5億伝言(テキスト換算)
(1電話番号あたり10伝言)
伝言保持:48時間



Webによる
伝言(安否)確認



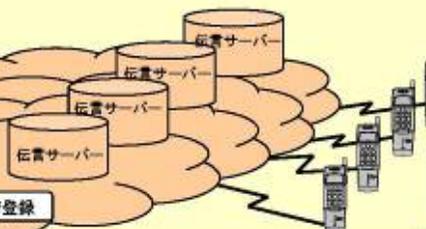
災害用伝言板サービス

iモード*等による
伝言(安否)登録



各社携帯電話網

携帯電話番号(11桁)で登録



iモード*等による
伝言(安否)閲覧



【NTTドコモの場合】
伝言容量:4千万メール(テキスト)
伝言保持:72時間

*iモードは、NTTドコモのサービスです

171など安否確認ツールの利用方法を、体験利用日などを活用し覚えてください！！

- ◆災害用伝言ダイヤル(171)
- ◆災害用ブロードバンド伝言板(web171)
- ◆iモード災害用伝言板サービス

体験利用ができます

「あなたの無事を伝えましょう！」

- 毎月1日
- 正月三が日
- 防災週間(8月30日～9月5日)
- 防災とボランティア週間(1月15日～1月21日)

災害用伝言ダイヤル 171の歌



企画・制作: Kirakira
協力: 日本災害情報学会
東京都足立区
NTT

事業継続のポイント(まとめ:情報・通信) **NTT東日本**

□社員と家族の安否確認手段の明確化と被災者からの無事情報の発信

“あなたの無事を伝えましょう!”

□各機関での事業継続すべき業務の抽出とプライオリティー化

(発災直後も事業継続が必須、3日後、1週間後 etc)

□連絡(通信)手段の多様化(発災初期の被災情報の共有)

□基幹システムの信頼性向上(ビル引き込みの複数化、サーバ分散 など)

□お客様ビル内の補助電源の確保(備蓄燃料の保持時間)

□災害対策本部の代替化や指揮・統制の代行者の明確化

□早期復旧を目指した広域支援体制の確立

□エレベータ閉じ込め問題(連絡回線が一般電話回線で輻輳対象、トイレ問題)

～ 上水道・下水道の被害想定と耐震対策～

- 1．上水道・下水道の被害想定
- 2．上水道の震災対策
 - 2.1．応急給水
 - 2.2．上水施設と給水管の耐震化
- 3．下水道の震災対策
 - 3.1．下水道管の耐震化
 - 3.2．震災時における排泄物の処理
- 4．まとめ

～ 上水道・下水道の被害想定と耐震対策 ～

東京の水道は、明治 31 年(1898 年)の通水開始から約 100 年が経過し、施設の老朽化による機能低下や容量の不足があります。また、給水所の地域的偏在があり施設間の相互連絡も不十分である等の課題を抱えています。兵庫県南部地震でも、地盤沈下により給水管の引き込み部及び排水桝接続管での破損、亀裂、傾き等が発生し、ライフラインに多大な影響を与え上下水道の供給停止はとても深刻な問題でした。

1. 上水道・下水道の被害想定

東京湾北部地震による東京都の上水道・下水道の被害想定は、表 1, 2 のように東京都防災ホームページに公開されています。首都機能の中枢を担う新宿区の上水断水率は 30.4[%] , 下水被害率は 19.8[%]とされ、図 1, 2 の東京湾北部地震 M7.3 での上水道・下水道の被害分布でも分かるように、広域で上水道・下水道が機能停止する可能性があります。上水道・下水道機能の停止は避難所で生活する避難者に対し環境の悪化を起こし、生活の質を低下させ最終的には生命の危機に至ります。

これらを踏まえ、東京都水道局及び下水道局では施設、配管の耐震化を行い、災害に強い上水道・下水道の構築を推進しています。

表 1 上水道の被害想定

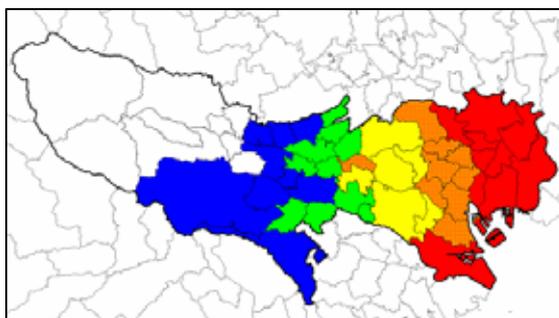
断水率[%]	断水率推移[%]			
	1日後	4日後	1週間後	1ヵ月後
34.8	34.8	7.0	5.7	0.0

東京都営水道管轄区域のみを対象とする
1週間後については、4日目から最終復旧まで比例的に復旧するものと仮定して算出

表 2 下水道の被害想定

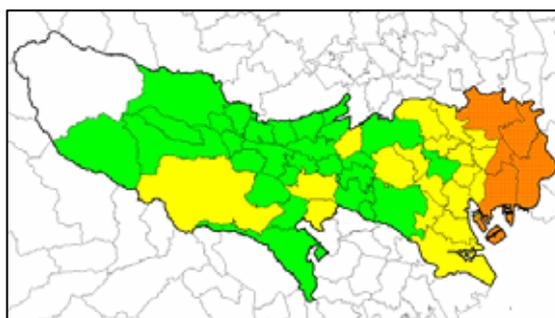
被害率[%]	流下機能支障率推移[%]			
	1日後	4日後	1週間後	1ヵ月後
22.3	2.8	2.4	1.9	0.0

被害率とは、管きよ被害延長が管きよ総延長に占める割合
流下機能支障率とは、管きよ被害延長のうち、流下機能に支障をきたす管きよの被害延長が管きよ総延長に占める割合



断水率 ■ 40～ ■ 20～30 ■ 5～10
■ 30～40 ■ 10～20 □ 0～5

図 1 上水道の断水率分布^{出典 1)}



被害率 ■ 40～ ■ 20～30 ■ 5～10
■ 30～40 ■ 10～20 □ 0～5

図 2 下水道の被害率分布^{出典 1)}

出典 1) 東京都防災ホームページ,

入手先 : http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/material_h.html

2. 上水道の震災対策

2-1. 応急給水

震災時には飲料水の確保が最も重要になります。震災時、浄水場、給水所、応急給水槽等を給水拠点とした応急給水が行われ、飲料水の確保を行います。例えば、応急給水槽からは図3に示す仕組みで給水が行われます。応急給水槽は半径約2[km]以内に確保するように整備され、震災時に必要な水量を確保しています。例えば、新宿区では図4に示す場所が給水拠点に定められています。なお、応急給水は東京都地域防災計画に基づき給水拠点における飲料水の確保は都が行い、被災者への給水は区市町が行うことになっています。

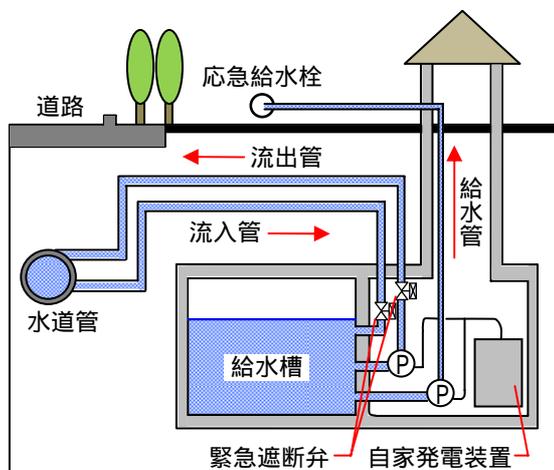


図3 応急給水槽による応急給水の仕組み

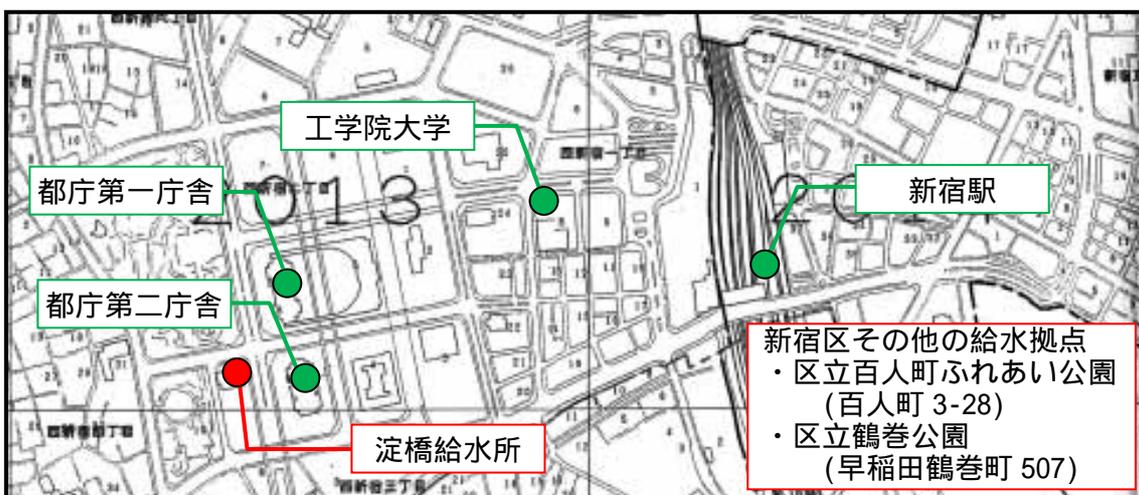


図4 新宿区の給水拠点

2-2. 上水施設と給水管の耐震化

震災時の給水は特に、医療救護活動や指揮命令機能を担う三次救急医療機関や首都中枢機能など重要施設への給水が重要になります。東京都水道局では重要施設への給水を確保するため、経年劣化した経年管や布設年が古い耐震性に劣る配管を耐震継手管に取り替え耐震補強を行っています。また、浄水施設や導水施設等の水道施設では定期的に耐震性評価を行い、必要に応じて耐震補強を行っています。しかし、宅地内の水道管は私的財産であるため、水道局は配管の耐震化を行えず、耐震性に劣る配管が破損し断水することが想定されます。また、水の供給が行われていても、下水道管が破損してしまうとトイレ等の生活廃水が流せなくなるため、結果として使用できない状況になります。

3. 下水道の震災対策

3-1. 下水道管の耐震化

下水道局では、震災時にも安心して避難所等のトイレ機能を確保するため、既設下水道管きよの耐震化工事等を実施しています。耐震化工事は避難所、病院等の防災上重要な施設からの排水を受ける管径 800[mm]未満の管きよについて図 5 に示すようにマンホールとの接合部の耐震化を進めています。また、応急復旧は都民生活への影響が大きい水再生センター、ポンプ所等の施設、緊急車両が通行する道路や避難所等の防災上重要な施設からの排水を受ける管きよ等を優先的に応急復旧します。

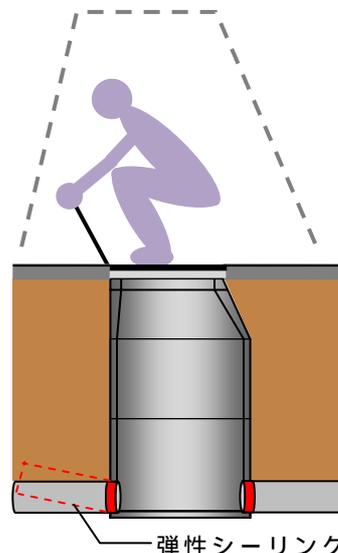


図 5 管きよとマンホール接合部の耐震化とマンホール用仮設トイレの設置例^{出典 2)}

3-2. 震災時における排泄物の処理

震災時、避難所や災害拠点では、マンホール用仮設トイレが設置されます。しかし、マンホール用仮設トイレは、全てのマンホールに設置できるわけではありません。下水道局と地元区が協議を行い、耐震化済み、一定の水量が確保可能、交通量が少ない等の条件を満たすマンホールを「仮設マンホールトイレ設置可能マンホール」と指定しています。例えば、新宿駅周辺では図 6 に示す箇所が指定されています。

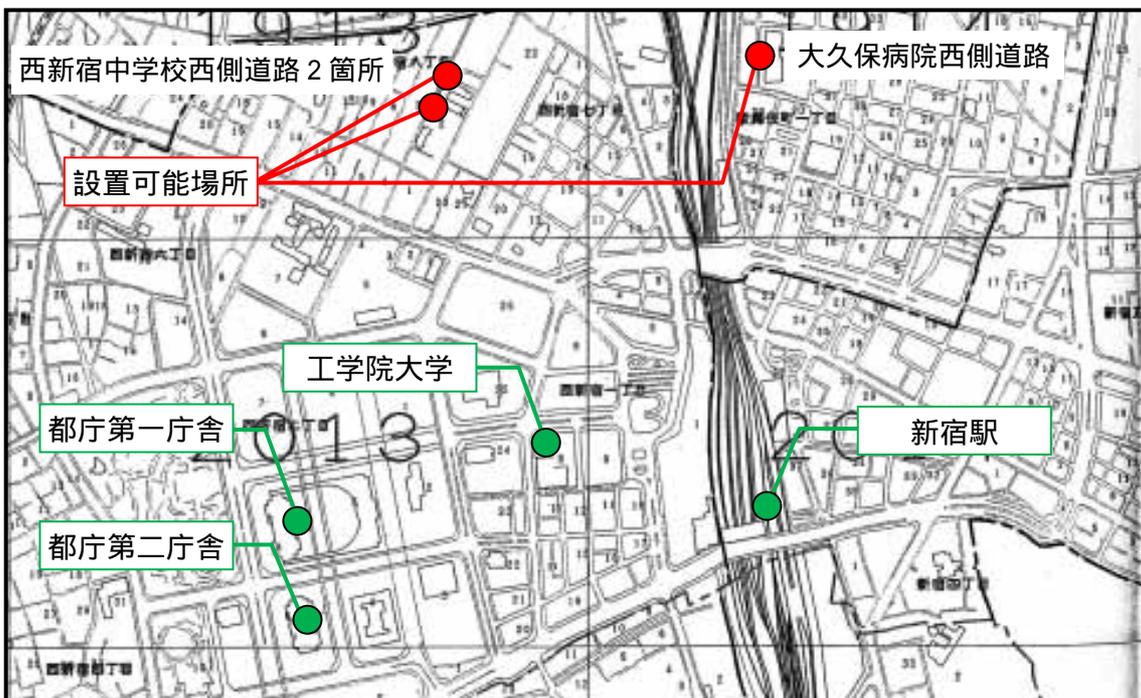


図 6 新宿駅周辺の仮設マンホール設置可能マンホール箇所

出典 2) 東京都の下水道 2008 p.18 耐震化のイメージ

4. まとめ

このように、東京都水道局及び下水道局では近年、東京湾北部地震等の大地震に対し、配管や施設の耐震化等の震災対策を行っています。しかし、配管の耐震化は多大な費用と時間を要するため、耐震化が間に合わない場所では、被害が生じる危険性があります。

現在、東京都水道局では、平成 23 年から 28 年までに断水のない高水準な水道の構築を目指しています。また、被害想定以外の要因として図 7 に示すようなことが想定されています。これらを踏まえ、各施設や家庭では独自の対応が行えるように備える必要があります。例えば、建物内に水を備蓄したり、応急給水が行われる給水拠点を確認する必要があります。給水拠点は、東京都水道局のホームページにより確認できるため実際に給水拠点に行き、確認することができます。

東京都下水道局では下水道管が現在、都心部の管きょが法定耐用年数 50 年を超える管きょが集中し、今後急激に耐用年数を超える管が増加するため、早急な老朽化対策の推進計画を行っています。また、震災時に特に要求される排泄物の処理ですが、マンホール用仮設トイレが設置できる箇所が少ないため、多数の滞留者や避難者に対応できないことが想定されます。そこで、下水道局では震災時の排泄に支障が生じないように地元区と引き続き連携し、指定箇所の拡大を推進しています。

被害想定以外の要因(例)

1. 受水タンクは停電によるポンプ停止により断水
2. 宅地内の配管が破損していれば断水
3. 下水道管の破損等による生活用水の断水
4. 道路の寸断等

例えば、受水タンクのある建物の場合はタンクまで水が供給されていたとしても、電気が供給されていない場合はポンプが停止しているため、結果として断水が生じる

図 7 被害想定外の要因(例)

鉄道分野における地震防災の現状

芦谷公稔・山本俊六（鉄道総合技術研究所）

1. はじめに 0.25 ページ

2. 地震前の対策 0.5 ページ

- ・ 鉄道構造物の耐震性能についての説明（耐震基準の概略）
- ・ 既存構造物で耐震性能が基準を満たさない可能性のあるものに関しては耐震補強が行われています。【耐震補強実施例の写真】

3. 地震後の対策 1.5 ページ

3.1 地震動の指標

- ・ 鉄道分野では、地震後の運転規制や速度規制を行うための地震動指標として“最大加速度”、“S I 値”、“計測震度”などが用いられています。それぞれの地震動指標の説明。構造物は高い周波数が卓越する地震動の影響を受け難いため、最大加速度に関しては5Hz以上の周波数を遮断するようなファイタ（JR警報用フィルタ）処理が行われています。
- ・ 各指標間の相関係数は0.93～0.98であり、いずれも比較的高い相関性を示していることが分かります。地震動の指標として使用する場合、それぞれ一長一短がありますが、S I 値は地震被害との相関性が特に高い点、計測震度は社会的な認知度が高い点が長所として挙げられます。現在、たとえばJR東日本はS I 値、小田急電鉄は計測震度を指標として使用しています。【図1：各指標間の相関】
- ・ 過去の地震による各地震動指標の鉄道被害発生の下限值を調べると、在来線の場合228gal、20.7kine、計測震度4.9です。安全確保のため、運転規制基準値としてこれらより小さい値を使用する必要があります。【図2：各地震動指標と被害下限値の関係】

3.2 運転規制・速度規制

- ・ 一例として現在JR東日本で使用している運転規制基準値を表に示します。一般区間では、S I 値が12kineを超えると運転停止、6kineを超えると速度規制が行われます。また、地震計の設置状況を図3に示します。図3より、きめ細かな運転規制を行うために比較的密に地震計が配置されていることが分かります。【表1：JR東日本の運転規制基準値】【図3：JR東日本の在来線地震計配置（概略）】
- ・ 首都圏直下型地震が発生した場合、シミュレーションの結果、図4(a)に示すような震度分布が予測されています。上記の震度からS I 値を推定し、JR東日本の運転規制基準値を適用すると、図4(b)で示したように広域範囲にわたって運転規制が行われることが予想されます。【図4(a)：首都圏直下地震における推定震度分布、図4(b)：推定される運転規制範囲】

3.3 地震後の点検・被害の復旧

- ・ 運転規制が行われた場合、地震計の受け持ち範囲全区間にわたり巡回点検作業が行われます。巡回点検作業は通常複数人で構成されるグループ単位で行われ、移動手段として徒歩あるいはモーターカーなどが使用されます。点検作業を行うグループ数には限りがあるため、点検が必要な総区間長によっては長い点検時間を要することになります。たとえば2005年の千葉県北西部地震(M=6.0)の場合、JR東日本は運転再開まで4時間を要しました。3.2に示した首都圏直下地震の場合、点検作業のみでもこれの数倍以上の時間を要することが予想されます。
- ・ 巡回点検の結果、被害が発見された場合は、復旧作業が行われます。大きな地震被害を受けた場合、当然その復旧まで多大な時間が必要になることが予想されます。たとえば1995年の兵庫県南部地震の場合、JR西日本は**などの被害復旧作業にそれぞれ*週間を要し、全線開通まで*ヵ月の時間を必要としました。なおこの場合、復旧状況に応じて運転再開が可能な区間から部分開通が行われています。

4 . 地震の早期警報 1.0 ページ

4.1 新幹線の早期地震防災システム

- ・ 新幹線のような高速鉄道では、地震被害を最小限に抑えるため、地震動を即時解析して列車の運転停止を判断する早期地震防災システムが使用されています。このシステムではS波による運転判断のほか、P波を利用した運転判断も行われています。P波を利用する場合、一観測点で記録されたP波検知後の1秒あるいは3秒の波形データのみを用いて、震央を推定します。また震央推定後、地震の規模を逐次計算します。【図5：システムの概略】【図6：システムの写真】
- ・ このシステムでは、被害予測のためにM-法が使用されています。M-法は、鉄道の地震被害の有無を地震の規模(=マグニチュード(M))と震央距離(=)の2つのパラメータのみから推定する手法であり、3.1で示した地震動の指標を介することなく簡便に被害を推定できる手法です。【図7：M-と鉄道被害】
- ・ 稼働例【図8：中越沖地震における推定値のシミュレーション】

4.2 緊急地震速報の利用

- ・ 近年、新幹線、在来線の一部で緊急地震速報が利用され始めています。緊急地震速報を利用することにより、早期警報用の地震計が整備されていない区間での運転停止の判断、また地震計が整備されていても、震源位置によってはより速い運転停止の判断が可能となります。JRの在来線や、大手民鉄ではこの情報を使用して列車停止の判断を行うシステムを導入しています。【図9：緊急地震速報利用の概略】

5 . まとめ 0.25 ページ

参考文献

テキスト 目次 秦 担当分

3 建物の震災対策と初動対応期における減災対策

3-1 消防法改正と消防・防災計画について(P10)

3-1-1 消防法改正の背景

3-1-1-1 企業における大規模地震対策の現状

3-1-1-2 大規模建築物等に対応した自衛消防力の確保

3-1-1-3 企業の防災管理責任

3-1-1-4 防災管理制度

3-2 防災管理対象物の地震災害リスクマネジメント

3-2-1 被害の予測と対応

3-3 共同防火管理と共同防災管理

3-3-1 共同防災管理制度

3-3-2 共同防災管理協議会

3-3-3 共同防災管理を有効に進める

3-4 防災管理上必要な構造・設備の維持管理

3-4-1 地震動と屋内の危険性

3-4-2 不特定多数の利用者を安全に避難させる

3-5 避難訓練

3-5-1 避難訓練の企画

3-5-2 避難訓練の計画と周知

3-5-3 訓練の実施計画

3-5-3-1 地震で火災が発生

3-5-3-2 地震で負傷者が多数発生

3-5-4 避難訓練の実施

3-5-4-1 自社ビルでの訓練

3-5-4-2 周辺企業・地域との連携した訓練

3-6 消防計画の策定

3-6-1 経営者の理解

3-6-2 社員・テナントへの周知

3-6-3 研修 PCB の視点から

3-7PDCA サイクルをツールとした組織管理

工学院大学新宿校舎における初動対応対策

ここでは、工学院大学新宿校舎でこれまで行って地震災害に関する減災対策を基に、消防計画と照らし合わせて、実践的な対応計画・訓練が行えることを目的としています。

1. 建物・施設の状況調査・予防的事項

消防計画の予防的事項では、下記の項目について確認事項として、挙げられています。

- 予防的活動に係る組織体制
- 自主チェックに係る組織体制
- 記録に係る事項
- 休日・夜間等の対応に係る事項
- 工事中の安全対策に係る事項
- 定員管理に係る事項

ここで挙げられている項目は、責任者と責任範囲の明確化と防災関連設備の定期メンテナンスの実施、PDCA(Plan(計画)、Do(実行)、Check(確認)、Action(改善))の実施についてです。

工学院大学新宿校舎は新宿高層ビル群に建つ 28 階建ての超高層ビルで、日中は教員、職員、学生の約 3000 人が在館しています。このため、災害が発生した場合、教員、職員、学生が協力して災害に対応する必要があります(図 1)。上述の消防計画の確認項目を確認することで、各担当者が責任と自覚を持ち、協力して被害を最小限に食い止めることを目指します。そこで、各担当者が自身の役割を把握して、実行につなげていくために、工学院大学では理事長の決定の基、タスクフォースを立ち上げ、全学的な取り組みとして周知して、緊急対応、情報通信、事業継続といったワーキングをタスクフォースのもとに設置して、教員と職員が協力して対応できる体制を築いていきました(図 2)。学生には、事務局や教員の作業を協力してもらうことで、組織に参加してもらいました。一般的なテナントビルとは、組織や在館者の構成は異なりますが、管理会社や各テナント会社、ビル管理会社とが協力して図 1 や図 2 の組織を作り、ビル内の共助体制を構築し、その共助体制を利用して消防計画における役割と責任の確認を実施することができると考えられます。

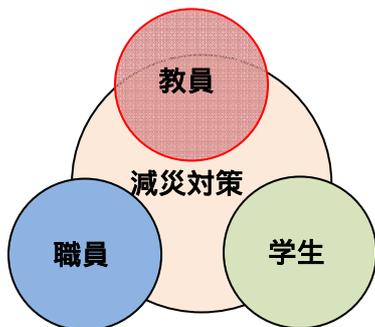


図 1：工学院大学における共助体制

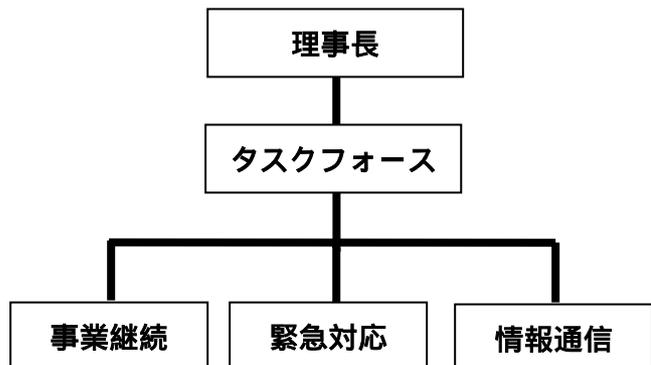


図 2：工学院大学における地震減災体制

また、ビル内における役割の確認と対応を行えるようにするため、各フロア単位で対応マニュアル・フローを作成し(図2)、その対応マニュアルを基に防災訓練で対応してもらいました。この図では、各フロアで担当者及び代行者を決めて記入してもらい、担当者や責任者がいないこともあるため、その場合代わりに行う人がだれかということがすぐ分かるように作られています。また、時間の流れを縦に示し、時間の経過とともに対応すべきことが簡潔かつ色分けされているため、わかりやすく書かれています。具体的に何を行うか? どう行うかといったマニュアルも重要ですが、想定できない事態が起こるのが災害です。したがって、災害時には簡潔に書かれたマニュアルを利用することで、各自の判断に自由度を持つことができ、臨機応変に対応することができます。もちろん臨機応変に対応するためには、詳細に書かれたマニュアルや講習会、担当者同士の見意見交換を通じて災害対応に関する知識を得る必要があります。

発災対応型訓練 緊急時行動マニュアル 初動対応編

緊急地震速報
震度5強以上
発生直後

地震発生

全館放送
入る場合
揺れがくる前に身の安全の確保
入らない場合
揺れを感じたら身の安全の確保

・揺れがおさまるまで身の安全確保をして待機。むやみに移動しないで下さい。
・廊下などでは、なるべく広い場所に移動して動かないで待機を守ります。
・大きな揺れがおさまるまでに、例えば宮城県下型地震：30秒、東海地震(長期型地震)：5～6分、
・高層階では揺れ幅が南北方向で最大1m程度(直下地震)になることもあります。
・建物が倒壊する危険はほぼありません。パニックにならないようにしましょう。

高層棟	階	学科系	指定避難階:	階	作成:	年 月 日 担当:
-----	---	-----	--------	---	-----	-----------

※照明が消えて、非常灯に切り替わります。

5～10分

① **役割分担**

リーダー () 発災対応担当 ()
 記録担当 () 情報収集担当 ()

※教職員は各フロア事務室前(事務室がないフロアはラウンジなど)に参加して、役割分担を行う
 ※フロア全体への指示・対応、を行う。学生などに訓練に参加するよう呼びかけを行う。記録担当と協力してフロアの被災状況をまとめる
発災対応担当 発災対応型訓練における学生参加呼びかけを行う。自らも各種発災対応にあたる
記録担当 フロア内の被災状況などの記録を記録用紙に書き込む。リーダーと協力して行い、情報が重複しないように十分に注意する。
情報収集担当 発災対応を行いながら、フロア内にある被災箇所を探し、全館層をチェックして、人が残っていないか確認を行う。被災箇所はリーダー、記録担当に報告する。

② **非常電話の確認** → 非常電話の受話器が外れていないか確認 → 外れていたら戻す

担当: 情報収集担当 ※どこか一か所でも受話器が外れていると全ての階の非常電話がつかなくなります。蓋を開けて、確実に外れていないか確認をして下さい。
 ※高層階は各フロア2か所に非常電話が設置されています。必ず両方の受話器が外れていないことを確認して下さい。

10～30分 ※三浦学長によるアナウンス:(災害対策本部の立ち上げ、指定避難階の安全確認情報などの放送)

③ **発災対応**

担当: リーダー
 発災対応担当
 記録担当

火災 ※看板に指定されている消火器の数を集めて下さい。
 ※看板に向かって消火器のホースをかまえて下さい。(消火器のピンは絶対に抜かないで下さい)

負傷者 ※看板に指定されている物を集めて下さい。
 ※負傷者は介助者をつけて、西側非常階段(京王プラザホテル側)を使用して1階に搬送して下さい
 ※非常階段内では、危険ですので絶対に担架搬送はしないで下さい。
 (担架を持って、負傷者と介助者ゆくりと階段を降りして下さい)

閉じ込め ※救出に必要な緊急脱出セットを看板の前に持ってきて下さい。
 ※閉じ込め内に負傷がいるので、閉じ込め対応が完了後に内部の負傷者を救助して下さい。

※記録担当は1つ発災(看板)におよそどのくらいの時間がかかったのか記録して下さい。

④ **状況確認** ※発災対応と同時にフロア内の被災箇所(被災情報を記入した看板があります)を確認して下さい。
 担当: 情報収集担当 ※被災看板を発見したら、記録担当に報告をする。
 ※系列学科の事務室階リーダーに担当フロアの被災状況を報告する
 ※系列学科の事務室階リーダーはけ系列階のフロアの被災状況を集める
 担当: リーダー

30分～

⑤ **避難** ※避難を開始することをフロア内の人に通知して、避難を開始する。避難する際に学科名簿を持ち出すこと
 担当: リーダー
 ※フロア内に人が残っていないか最終チェックを行う ※原則: 奇数階→西側非常階段(京王プラザホテル側)
 担当: 情報収集担当 ※偶数階→東側非常階段(郵便局側)

⑥ **安全確認** ※指定避難階に到着したら学科の学生名簿をもとに安全確認を行う
 ※系列学科の被災状況と安全確認情報を災害対策本部に連絡する
 担当: 学科事務室階リーダー

① 代行ルール(リーダーの代行者リスト)

リーダー: ①教員 ②専任職員 ③教生 ④学部生

フロアリーダー(事務室階は学科リーダー)代行者リスト

1	
2	
3	
4	
5	

③ 火災消火活動に有効な物、設置場所

有効な物	設置場所
1. 屋内消火栓	
2.	
3. 消火器	
4.	
5.	

③ 応急救護・救出のための備品保管場所
 保管倉庫の鍵の管理者、マスターキーの保管場所

教養用品・教出用品など	設置場所、保管場所
1. 緊急脱出セット	
2. 救急箱	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	

図3: 工学院大学における緊急時行動マニュアル

消防計画ではこれまでの火災に特有の内容に加えて、新たに地震に特有の内容が追加されました。ここで追加された事項は下記にあげるものです。

- 建物等の耐震診断
- 収容物等の転倒・移動・落下防止
- 地域防災計画との調整
- 地震の対応に特有の設備等の設置、物資の確保

ここで挙げられている項目は、事前に建物の危険な箇所や必要物資を把握し、見つかった問題点を改善していくことです。さらに、地域防災計画を確認することで災害時の地域の役割、行政の対応などを把握することができ、施設内の対応に役立てることができます。

工学院大学新宿校舎は、1989年に建てられた超高層建築であるため、一般的な建物よりも詳細に構造設計(地震・風などに耐えられるような設計)がなされています。建物の耐震診断は、1980年以前に建てられた旧耐震と呼ばれる建物について適用され、現行(1981年に施行された)の耐震基準と比べて、地震に対する耐力はあるか判断します。ここで、地震に対する耐力がないと判断されたものについては、大きな地震の際に建物が倒壊しないように耐震補強をする必要があります。工学院大学新宿校舎は上述の通り、現行の耐震基準で設計された建物であり、かつ一般的な建物より詳細に地震に対する耐力などを検討されているため、高い耐震性能を有しています。この耐震性能については、ビルの設計業者、施工業者、管理会社などに確認を行うことで把握できます。

工学院大学では、「収容物等の転倒・移動・落下防止」や「地震の対応に特有の設備等の設置、物資の確保」として、フロア単位で、防災マップをフロアにいる担当者によって作成してもらいました。フロアで作成してもらうことで、自分のフロア災害時に危険な箇所の把握や必要な物資がどこに置かれているかといったことを確認することができ、災害時の各フロアにおける対応をスムーズに行えるようにするために役立ちます。図4に作成したフロアマップを示します。図4は真ん中にフロアのレイアウト図を配置し、危険な箇所、災害時に役立つものなどを写真と色分けによって表示して、わかりやすくしたものです。施設担当者や管理者はこの図から危険な箇所を把握して、対応の優先順位を考慮して、継続的に改善していくことにも役立てることができます。

マップを作成する前には、事前にどういったところが危険なのか？どういったものが役立つのかといったことを確認するためのワークショップなどが必要です。ワークショップをすることで、災害に関する知識を学べるうえに、顔の見える関係作りにも役立ちます。写真1には、大学内での学生による防災マップ作りの状況、写真2には、どういったところが危険になるかについて、参考となる建物内部被害の写真を示します。



図 4：工学院大学における防災マップ



写真 1：学生による工学院大学における防災マップ作り



写真 2：室内被害の例

地域防災計画との調整は、地域防災計画が都道府県、市区によって作成されているため、地域防災計画を入手し、災害時に給水所や救護所などの開設といった、行政が提供するサービスの確認、及び道路や航空といった交通手段などの規制、広域避難所といった地域の指定や役割を把握し、その情報を利用して計画を作成する必要があります。また、このことは、地域として決められているため、隣近所なども同様の状況であるため、お互いに意見交換をこない、顔の見える関係を築くとともに災害時における地域における共助体制を構築することができます。

工学院大学新宿校舎における初動対応策

1. 建物・施設の防火・防災安全上の目標設定と行動の具体化

ここでは、消防計画における「応急対策的事項」を中心に工学院大学での事例を基に説明します。新消防計画では、共通的事項として下記の項目が挙げられます。

- 自衛消防組織の編成
- 自衛消防組織の運用体制
- 自衛消防組織の装備
- 指揮命令体系

ここで挙げられている項目は、これまでの自衛消防組織を基に災害時の情報収集、応急対応などを行うことを前提に検討されている。しかし、超高層ビルのような縦に長い空間では、地震災害時に情報が集まる防災センターは下層階にあるため、上層階まで対応するために駆けつけるのは、現実的ではないと考えられます。また、超高層ビルでは、多くの在館者に対して、防災センターの職員数は非常に少なく、災害時に寄せられる負傷者や建物被害、状況の問い合わせなどに対応することは難しいと考えられます。したがって、図 5 に示す発災害後の対応フェーズにおける初動対応時には、できる限り在館者がフロア単位もしくは、テナント単位で対応できる体制を設けることが望ましいと考えられます。

そのため、図 5 に示した緊急時対応マニュアルにあるように、フロアリーダー、情報収集、応急対応の担当者を決めておき、初動対応時には各フロアで、被害情報および、閉じ込められた人の救出、負傷者の応急対応などを行い、その後防災センターからの放送などによる指示に従って行動するようにする(図 6)。また情報の伝達にも事前にルールを決めておき、効率的に館内情報を把握するとともに、停電などにより空調が停止した場合や余震が続く状況において、自然換気ができる下層階へ一時避難できるように、避難階の安全性について、情報収集班が確認へ行き、その情報を防災センターへ伝えられるような仕組みを作っておくことが有効であると考えられます。

地震災害時の指揮命令体制についても、災害対策本部には非常用電源が供給できるか？館内の情報を収集・伝達できるか？といったことに気をつけながら、本部を計画する必要があります。また、災害時には様々な情報が寄せられる可能性があります。そういった情報を収集・整理して、災害時の意思決定を行う災害対策本部へ伝達する必要があります。

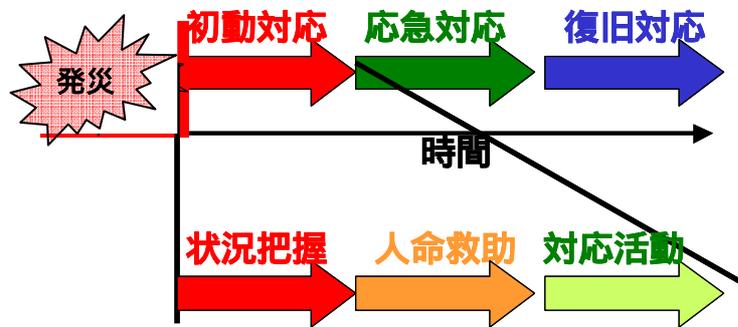


図5：発災害後の対応フェーズ

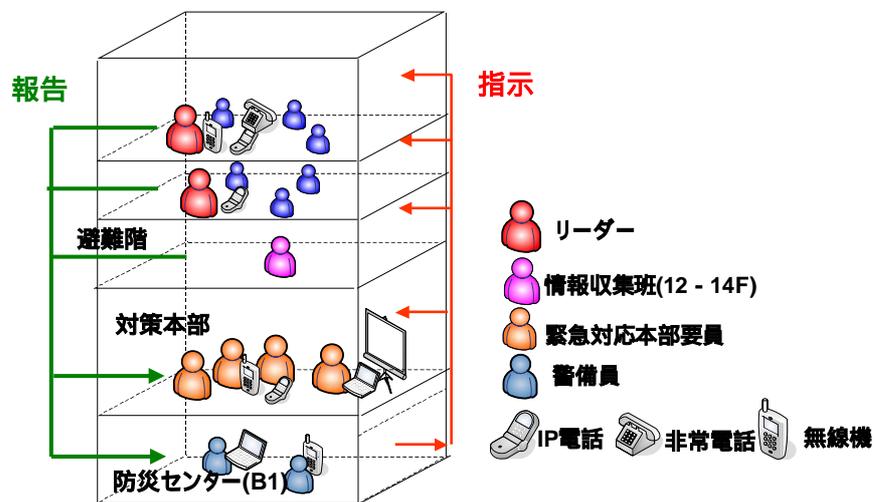


図6：ビル内における共助体制

次に地震に特有の内容として下記の項目が挙げられています。

- 発生時の初期対応
- 緊急地震速報の活用
- 発生時の被害状況の確認
- 救出救護
- エレベーター停止等への対応
- 地震による出火防止への対応
- 避難施設・建物損壊への対応
- インフラ等の機能不全への対応
- 避難誘導
- 災害復旧等の活動との調整

ここで挙げられている項目は図 5 における「初動対応」から「復旧対応」フェーズにおける対応となります。発生時の初期対応、発生時の被害状況の確認や救出救護については、共通的事項で挙げた各フロアーにおける対応によって、効率的かつ迅速に行うことができます。緊急地震速報の活用については、緊急地震速報が設置されているビルでは、その情報を適切に伝える必要があります。大きな地震動の到来が予想された場合、放送により、在館者に危険回避の行動を行うよう指示をする必要があります。しかしこのためには、事前に在館者に危険回避の方法と防災マップにより周知させる必要があります。また、テナントで緊急地震速報を受信しているところがある場合は、そのテナントの把握とテナント企業における周知方法について把握し、情報が得られないテナントへのパニックが起らないよう事前に調整を行っておく必要があります。

エレベータが停止した時の対応方法については、地震のような広域災害では、同様にエレベータが停止しているため、メンテナンス業者による対応に時間がかかる可能性があります。したがって、閉じ込めなどがある場合は、メンテナンス会社を実施する救出活動のための講習会に参加するなどして、各ビルにおいて対応ができるように対策を行っておく必要があります。また、エレベータが停止した場合、高層階へのアクセスが階段のみとなってしまうため、効率的な対応組織を検討しておく必要があります。

地震による出火防止と避難施設・建物損壊への対応、インフラ等の機能不全への対応については、地震によりスプリンクラーなどの消火設備が被害を受けたり、非常用電源が正常に起動せず消火設備が機能しない可能性もあります。したがって、消火設備についても定期的な確認とスプリンクラーなどの設備が被害を受ける可能性があるか等の調査を行い、配管などをフレキシブルなものにする、天井が揺れないようにする、非常用電話などが地震の揺れによって外れないようにするなどといった対策を行っておく必要があります。また、機能しなかった場合は人的対応により消火活動を行う可能性が高いため、各フロアーにおいて、消火器や消火栓の使い方を周知させる必要があります。消火栓近くに使い方の

ポスターなどを貼っておくことも有効な方法であると考えられます。また、防火シャッターや防火扉がゆがまないか？などの確認をする必要があります。防火区画内で排煙設備が機能した場合、内部の防火区画が負圧となり、防火扉が開きにくくなることもあるため注意が必要です。さらに断水により消火用貯水槽の水が足りなくなることがあります。こういった事態に備えて、超高層ビルにある受水槽からも消火用に利用できるよう、受水槽に非常用弁を設けておくことも可能です。また受水槽に非常用弁を取り付けることで、災害時に電力がなくてもその弁を利用して、飲料用などの水を取り出すことができます。

交通機関なども地震災害により停止している可能性があります。このため、在館者はしばらくの間、ビル内に留まらなくてはなりません。こういった帰宅困難者への備蓄などの対策は各テナントで対応してもらうこととなりますが、トイレや水道、電気といったライフラインについては、ビル内で共同利用する必要があります。したがって、災害時におけるビル内のライフライン資源については、テナントと協定や協力して利用する体制を構築しておく必要があります。また、防災センターなどから定期的に交通機関などの情報を在館者へ提供することで、在館者の不安を解消する材料となります。

災害復旧等の活動との調整については、地域社会との連携で行うことで、スムーズな災害復旧活動が行えます。そのため、地域防災計画で割り与えられている役割や地域社会への貢献として、地域で顔の見える関係を築き、協力して対応できる体制を整える必要があります。

工学院大学新宿校舎における初動対応対策

1. 従業員等の教育・訓練の実施

ここでは、消防計画における「教育訓練」を中心に工学院大学での事例を基に説明します。教育・訓練は、防災に関する知識を教育により周知し、訓練を通じて問題点を把握し、対策改善に生かして、次の教育・訓練で実行するといった、PDCA サイクルにおいて重要な役割を持っています。新消防計画では、下記の項目が挙げられています。

- 従業者等の教育
- 訓練の実施

従業者の教育では、管理権限者や防火・防災管理者、自衛消防組織の構成員、従業員などを対象に各役割における対応に必要な知識と認識を行います。工学院大学では、図 2 にあげたタスクフォースやワーキングを通じて、周知活動を行っています。また、防災訓練の際に講演型防災訓練や体験型防災訓練を通じて、防災教育を行っています(写真 3)。また、教育として有効な手段として、各役割担当者が定期的に集まり、意見交換を行ったり、問題点や疑問点について対策を話し合ったり、定期的に行われている震災対策技術展などでの講演や各種学会や団体が行っているセミナーや講習会に参加することで基本的な知識や最新の情報を得ることができます。また、大学などの教育機関から講師を呼び、講演をしてもらうことも役立ちます。



写真 3：講演型、体験型防災訓練の様子

訓練の実施では訓練の種別や実施方法、結果の記録と検証・定量的な評価などを行います。工学院大学では、年に1度全館的な防災訓練を行っています(写真4)。この防災訓練を通じて、上述したように教育活動も同時に行い、周知活動を行っています。また、地域社会への貢献として、西口現地本部として情報収集・配信の訓練、及びボランティア活動などの訓練も同時に行っています。さらに訓練後は災害対策本部のメンバーで意見交換を行い、防災訓練での対応の確認を行い、次の訓練に生かす活動を行っています。



写真4：工学院大学の防災訓練の様子

4章 4.1.1節無し

建設会社の震災BCMを支援する技術ツール —首都直下地震に備えて—

1. 建設会社の社会的役割と保有する技術

建設会社の社会的使命が安全で安心できる建造物を建設することにあることは当然ですが、想定されるあらゆる地震に対してすべての建造物の安全性を保証することは難しいのが現状です。建物は時間の経過と共に老朽化が進み、次第に耐震性能が低下します。東京など大都市での地震被害を想定する場合は、耐震性能の異なる新旧の建造物が混在し、被害の発生を許容した対応を考えざるを得ません。このような被害が発生した場合に、早期復旧に向けての重大な責務を建設会社が担っています。特に首都直下地震などの災害を想定した場合、人間の行動だけでは到底対応が不可能で、可能な限り関連技術を活用することが必要です。

本節では、建設会社として当社が取り組む震災BCMを支援する技術ツールの概要を紹介します。

建設会社は建造物の建設を主たる業務としていきますので、建物や道路、鉄道など社会インフラの建設に必要な多様な技術を保有しています。これらは、視点を変えれば、災害前後に役立つ防災技術、防災エンジニアリングとして活用できることを意味しています。図1は地震発生の前後にわたって、活用される技術の一例を示したものです。

建設会社の役割として、基本的には建物の耐震性能の向上や、機能を維持するための施設を強化する事前の対策に重点を置いています。BCMの観点からは、平常時での維持管理、発災時の緊急対応、さらには事後の活用まで念頭に入れた総合的な技術が、時系列に沿って必要となります。このうち特に発災直後に使われる技術は、防災よりも減災という2次災害を防ぐためのもので、従来の建設会社としては、余り重点が置かれていませんでした。特に生産施設を持たない建設会社にとってBCMを考える際には、図2に示すように人、情報、資機材がきわめて重要となります。そこで、本節では主にBCMの視点から人の行動と情報の共有化を支援する発災後の対応技術を主に紹介します。

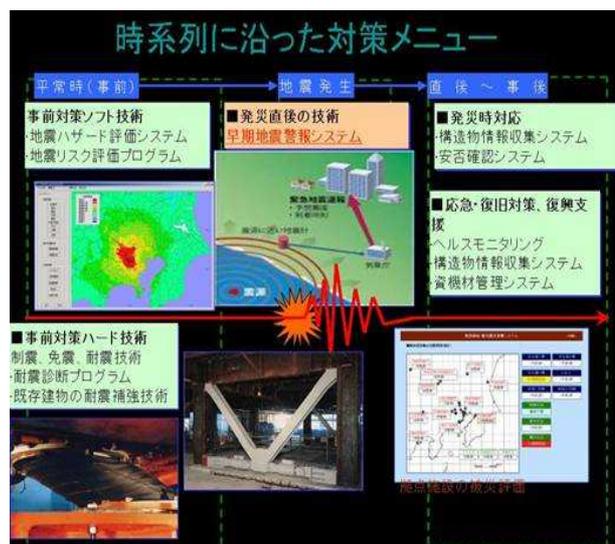


図1：建設会社が保有する防災関連技術の例

生産施設を持たない建設会社のBCMとは

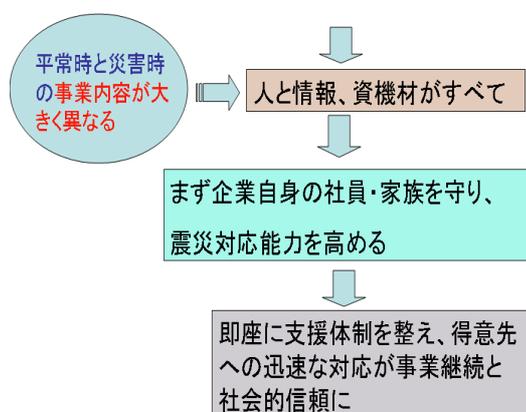


図2 建設会社のBCMの特徴

2：阪神・淡路大震災における復旧プロセス

1995年に発生した阪神・淡路大震災は、多くの建造物を建設している建設会社にとっても、多くの教訓と課題を残しました。木造家屋の倒壊による多数の死傷者の発生、高速道路やビルの損壊、長期間に渡る企業活動の休止等、いずれも想像をはるかに越えたものでした。

当社では、当社が幸い東京にあることから、発生直後から、対策本部を東京本社内に、同時に関西支店にも支店震災対策本部を立ち上げ、被災地の中心にある神戸営業所を拠点とした大規模な復旧支援活動を行いました。当社では社員地震の負傷や住居の被災だけでなく、直接、間接的に企業活動に与えた影響は、数字では表現できない計り知れないものがありました。震災直後から復旧支援のため、本社及び他支店から多くの社員を派遣し、精力的な復旧支援活動を行われ、動員した総数はピーク時で240名余りに達しました。

BCPを考える上で、震災直後からの復旧プロセスを理解することは重要になります。一例として、図3に本社、各支店より動員された社員数の変遷を調べたものです。このプロセスは大きく3つのステージに分類されます。震災直後の第一ステージでは、被害の全容を把握するため、調査研究チームが動員され、いち早く被害概要が報告されました。第二ステージでは、2次部材や設備機器の機能の損失状況の調査、応急的な修理、修復が行われました。最終的な第三ステージは一ヶ月余り後で、建物本体の本格的な補修や取り壊し、立替工事などが始まっています。実際にはこれらの作業は、重複、並行しながら行われますが、概略のプロセスはこのようになります。

このように実際の復旧プロセスは、調査や工事が錯綜して行われ、さらに工事の内容が単に元の状態に戻す修復ではなく、耐震レベルを向上させたり、内外装の工事を新たに加えるなどの改装工事も加わるため、被災した損傷レベルだけで、復旧期間を設定するのが、きわめて難しいのが現状です。

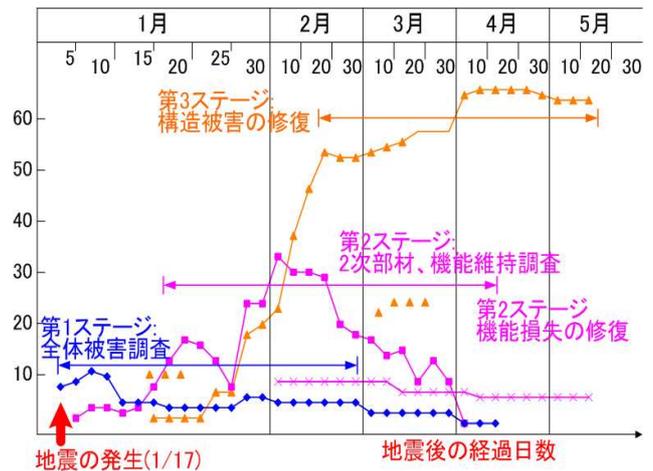


図3 阪神大震災での復旧プロセスの事例

3. BCMを支援する技術ツール

阪神大震災で得られた教訓の一つとして、発生後の被災情報の収集に時間を要したことがあげられます。早期に復旧活動を開始するためには、被災情報を可能な限り早く集めて担当者間で共有することが不可欠となります。

特に首都圏など大都市で地震が発生した場合、対応すべき物件数が膨大になることが予想され、情報処理に関する支援ツールなどを活用しないと対応が非常に難しくなります。

一方で、首都直下地震では一部の地域が被災しても、首都圏全域が一度に壊滅することは少ないだろうとの予測もあります。従ってシステムの構築のあたっては、図4のように、主要機能を本社など一箇所に集中させるのではなく、できるだけ分散型にするべく、営業所、各支店、建設現場など含めて、全社的に被災情報を共有するシステムを作ることが重要となります。

分散型アクションプランの構築

- 対策拠点の分散化により、被災情報を即時共有し、各拠点ごとの行動を支援する。

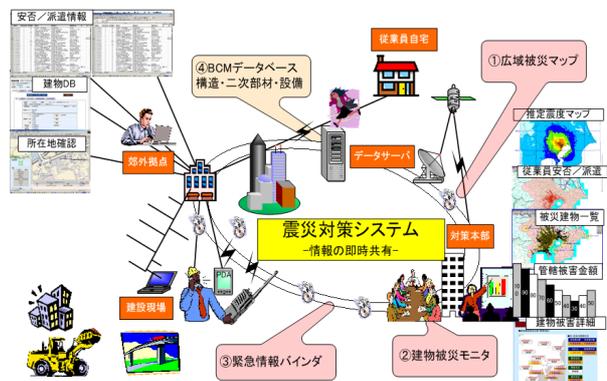


図4 分散型支援システムの構築

(1) BCMプラットフォームの構築

被災情報を共有する基盤をBCMプラットフォームとして社内のイントラ上に構築しました。図5はこのシステムの概要を示したものです。このシステムの基礎になるのが図6に示すデータベースで、これが非常に重要となります。保有するすべての情報を同じ形式で災害情報として整備するのは、かなりの労力を必要とします。日常的な管理として使用している顧客のデータや人材などの基本情報に、災害時に必要となる耐震性能データなどを付加して、機密情報の取り扱いに留意しながら整備する必要があります。

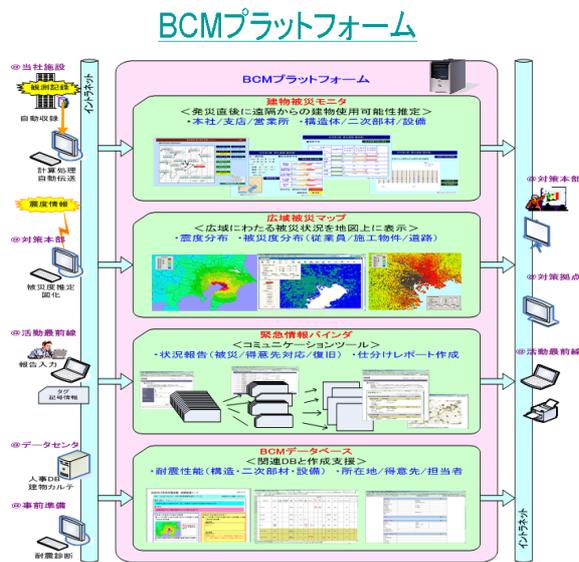


図5 BCMプラットフォームの概要

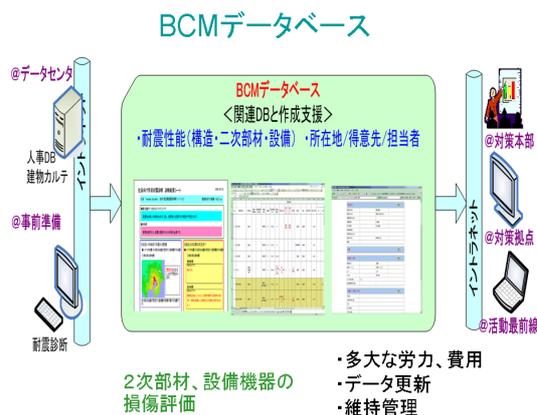


図6 BCMデータベース

(2) 発災後の情報の流れと対策

地震発生後の情報の流れを見ると、矢印の時系列に沿って図7のようになります。広域の被災情報を把握し、その後、重要な拠点となる地点の揺れの強さや対象とする建物の損傷度を推定し、これは実際の情報が入ってくる前の空白時間を埋めるものです。その後時間の経過に伴い、実被害の状況が報告され始めるので、被災情報を集める仕組みが必要となります。

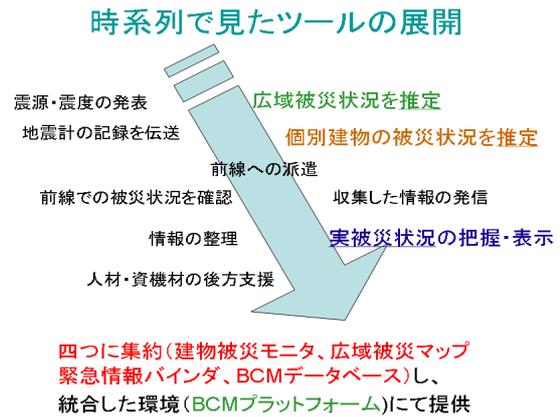


図7：時系列に沿った情報の流れ

(2) 参集人数のシミュレーション

建設会社にとっては、復旧活動に従事する社員、作業員の人数を把握することが最も基本的なこととして重要です。夜間休日などで従業員が自宅にいた場合の被災程度を推定する一つの手法として、図8に示す従業員自宅の簡易診断ツールを作り、社員自身が自らの居住地や建物の形状等を実際に入力すると、簡易的な構造被害と室内被害の判定して、診断結果が受け取れる仕組みになっています。

自宅が健全で自分自身も家族も大丈夫だということではじめて入社可能となるので、自宅の健全性が前提となります。



図8 従業員自宅の耐震診断

次に実際に主な拠点に所定時間内にどのぐらいの人数が参集できるかを把握するため、図9に示すアクセス性の評価を含めた道路ネットワーク解析により、最短時間や所要時間を算出するシミュレーションツールを構築しました。アクセス性の評価には、火災の延焼、橋梁の落下危険度、津波の浸水、木造家屋の倒壊による道路閉塞性などが考慮されています。道路の閉塞性を考慮して、想定する揺れの強さに応じて対象拠点に参集可能な人数と時間の概略を把握することができます。

道路ネットワーク アクセス範囲線解析

任意の拠点からの等距離(時間)範囲を解析



図9 道路ネットワーク解析によるアクセス性評価

(3) 広域被災マップと被災モニタ

地震発生直後に対策本部で必要となる情報は、対象とする地域内の揺れの強さ分布です。気象庁から発表される震度情報は離散的な観測点の値であるため、地盤情報などを考慮して面的な情報に変換し、地理情報システム(GIS)を用いて表示します。揺れの強さと重要な拠点施設や、顧客の建物を重ね合わ

せることにより、まずはどの辺の建物が被害を受けているのかを第一次評価として推定が可能となります。(図10)

数百件の建設現場や1万件以上の施工済建物を重ねて、どのような優先順位で復旧計画を立てるかが重要となります。本社や支店、営業所等特に重要なものについては、建物に地震計を設置し、観測記録から事前に準備した建物の耐震性能データなどを使って被災度を推定する建物被災モニタを作成しました(図11)。対策本部では、各拠点での損傷レベルを推定が可能となります。この場合、地震計などを建物内に設置して構造体の被害を詳細に精度よく推定する方法や、震度などの揺れを強さを利用して簡便に推定する方法があり、建物、施設の重要度に応じて適切な方法を選択されます。特に最近では建物自体が倒壊しなくても、機能維持という観点から二次部材、天井等が落下したり、設備機器が損傷したりという被害が指摘されているため、実験などにより得られたデータを用いて、これらの耐震性能を評価しています。

広域被災マップ(マクロ情報)

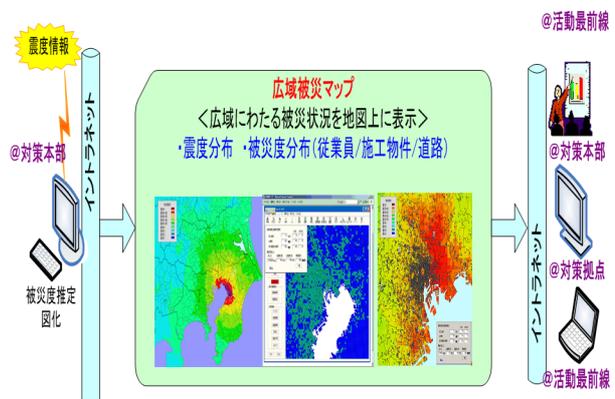


図10 : 広域被災マップ

建物被災モニタ(マイクロ情報)



図 11 建物被災モニタ

(4) 緊急情報バイнда

広域被災マップや建物被災モニタはあくまで推定情報ですが、実際の被害と異なる場合もあり、時間の経過に従い実際の被害状況が明らかになってくると、実被害情報の収集が重要となります。このシステムを図 12 に示す緊急情報バイндаと称して社内イントラ上に構築しました。被災時にはできるだけ簡便に、共通フォーマットで入力できることが重要で、現場の社員が実際の被害のデータを入力し、プルダウン形式でレポートを簡単に入れられるような仕組みになっており、結果を集計し、即座に表示することが可能となっています。

推定から実情報の把握⇒緊急情報バイнда



図 12 緊急情報バイнда

(6) 緊急地震速報の活用

a) 緊急地震速報の課題と対策

2007年11月から気象庁から緊急地震速報が一般配信されるようになり、活用が進むにつれて、課題も明らかになってきています。そのうち主なものとして、地震規模の推定や位置など震源の評価精度や予測される震

度の評価精度が悪いこと、至近距離の地震で間に合わないことなどが指摘されています。震度予測の評価精度の問題は、ユーザー側でも対応可能です。当社では過去の被害地震の資料や地盤データを利用して、距離減衰式を補正する方法を、至近距離対応には現地に地震計を設置するオンサイト警報システムを、開発して、対応しています。

b) 建設現場への適用

緊急地震速報は、直前の人間の避難や重要機器の制御などさまざまな場面での活用が検討されていますが、建物や施設の建設を請け負う建設会社にとって、事業継続の視点からみると、工事現場は事業を継続する最も重要で、根幹的な部分の一つで、現場で働く作業員の安全を確保するための活用が考えられます。特に工事期間の比較的長い重要な建物においては、工事期間中の被害をできるだけ軽減することで自社の機能の早期回復を図り、災害時に社会基盤の復旧を担う建設会社への期待に応えることにもつながります。このため、建設中の建物や仮設の足場や重機等に対する耐震性の配慮はもとより、緊急地震情報を活用し、大きな揺れが到達する前にとっさの備えをすることによって、監督者や現場作業員の安全を確保し、被害軽減を図ることが企業の事業継続の面からも大きな役割を果たすものと期待されています。図 13 は横浜の高層住宅の建設現場に適用した事例です。タワークレーンや高所作業をする作業員に点滅するパトライトや、音声などによる伝達や仮設エレベータの緊急停止に活用されました。工事期間中震度 3～4 の地震が観測され、作業員の実際の避難行動が報告されました。

現場での具体的な利用方法



図 13 建設現場での活用事例

(7) 活用上の留意事項

個別のツールは社内のイントラ上でBCMプラットフォームとして統合されていますが、実際の活用にあたっては、震災訓練などを通して課題を解決していくことが大切です。訓練を通していくつか留意事項が示されています。

- ① ツールの活用の際には、実践的なアクションプランが前提で、どの場面でどのように活用するかを明確にしておく必要がある。
- ② 緊急の事態ではライフラインの状況にもより、支援ツールだけに頼るだけでなく、人間自身の対応も含めた冗長性のあるものにしておくことが必要。
- ③ 日ごろから使い慣れていないと、いざというときに使えないので、災害時だけでなく、日常の情報管理や台風や洪水など頻度が高い災害時に活用していくことが大切。
- ④ 人材や資機材のデータは日々変化するので、日常管理やデータ更新のルールを明らかにして、長期的な維持管理の仕組みを構築しておく必要がある。

5. まとめ

地震などの災害時に建設会社に社会から期待される役割として上げられる、社会インフラの早期復旧活動を行うためには、まず建設会社自身の事業継続の要である、施工中の建設現場の二次災害防止や、安全対策が前提となります。できるだけ早く工事を再開するということで、自社の事業継続を可能とするほか、災害時に活動する場所となる災害拠点、そのための必要な道路などのライフラインをできるだけ早く回復する社会的責任を担っています。そのため社員の安全の確保と、協力業者を含めて、どのくらいの間が実際に動けるのかをできるだけ正確に把握して多く必要があります。

特に首都圏など大都市で地震が起きた場合は本社に重要機能や情報が集中しているということで、できるだけ分散させて情報を共有できるようなシステムが必要です。災害時には当然人間行動が基本となりますが、首都圏の場合、対応すべき案件が膨大になり、BCPプラットフォームのように、コンピューターを利用したIT技術の支援が不可欠です。被災情報をできるだけ早く収集し、復旧活動を支援するBCMプラットフォームは、単に建設会社だけの活用ではなく、社会基盤を支

えるライフライン企業や製造業などへの活用も考えられます。

参考文献

- 1) M. Miyamura, K. Mizukoshi, Robert Olson, and K. Yamada: 2008.Oct. Social Engineering Approach toward earthquake hazard mitigation in urban areas, 14WCEE, Beijing, China
- 2) Masamitsu Miyamura, Reiko Amano, Ariyoshi Yamada, Kaoru Mizukoshi: 2009.May, Earthquake Hazard Mitigation in urban Areas by the integration of socio and engineering approach, International Symposium on Society for Social Mngement Systems
- 3) 峯村敏裕, 宮村正光, 高橋元一, 大保直人, 清水賢一: 保有する防災技術と地震リスクマネジメントへの展開, 2005年3月, 実践リスクマネジメント(第二版)事例に学ぶ企業リスクのすべて, インタリスク総研
- 4) Katsuhisa Kanda, Tadashi Nasu, Masamitsu Miyamura and Eiji Koide: 2008.Oct., DEVELOPMENT OF SITE-SPECIFIC EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEM FOR HAZARD MITIGATION, 14WCEE, Beijing, China
- 5) 宮村正光, 小堀鐸二, 水越薫他, 1991. 社会工学的アプローチによる地震被害低減, 日本建築学会, 梗概集

4.1.2 ゼネコンのBCP事例 ー大成建設ー 概要

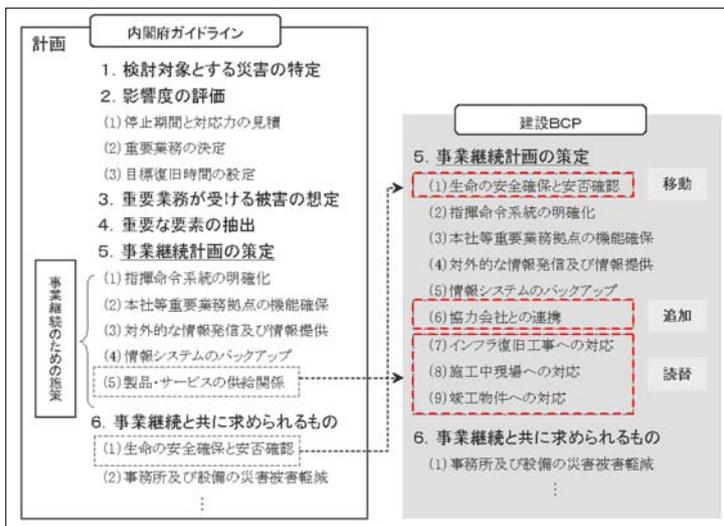
大成建設 久野雅祥 坂本成弘

本項では、建設BCPガイドライン、大成建設のBCP、新宿センタービルの耐震アップグレードについて紹介する。それぞれ2頁ずつ、計6頁。

1. ゼネコンのBCP

建設会社の特徴 [組織・事業形態等] (抜粋)

- **事業拠点が多数存在する。**
- 一般的に特定の生産施設を保有していない。**施工中の建物は自然災害の影響を受けやすい。**
- **竣工物件が多数存在する。**工事引渡し後も、一定期間責任が継続する。
- 工事の施工に関連して数多くの協力会社や資機材メーカー等と取引があり、作業員や建設機械等を常時動員・調達している。**(災害時にも多数動員・調達が可能)**
- 災害時にはインフラ復旧や支障物撤去等の重要な担い手となる。
- 現場は平時より地域と密着しており、災害時には周辺地域の救助活動に協力できる。
- **防災・減災技術を保有している。**建物の危険度判定ができる。



〔目標復旧時間の目安〕

・インフラ復旧工事への体制づくり	24 時間以内
・施工中現場の2次災害防止	遅くとも 24 時間以内
・竣工物件の被害確認	48 時間以内
・全竣工物件への応急措置完了	72 時間以内

- 内閣府によって事業継続ガイドラインが公表された 2005 年の 1 年後, 2006 年に日本建設業団体連合会によって「建設 B C P ガイドライン(第 2 版)」が出された, など。
- 建設会社の特徴が挙げられている(上図参照)。ここで挙げられている特徴について解説する。
- 内閣府ガイドラインからの修正点が挙げられている(中図参照)。修正点((1)と(6)~(9))を紹介する。建設会社では,「中断した平常時の業務の復旧」というよりは「災害後に新たに発生する業務への対応」と考えるべき,としている,など。
- 目標復旧時間の目安として下表を挙げている。
- 以上のように, B C P を策定している建設会社ではインフラ復旧への対応だけでなく,元施工物件への対応を視野に入れている場合が多いと考えられる。

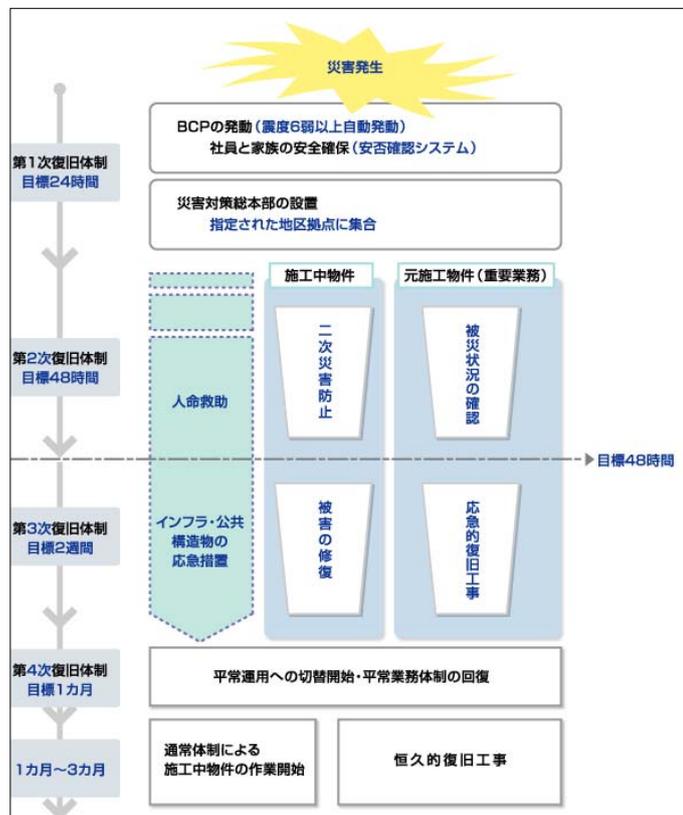
2. 大成建設のBCP

- ・ 行動指針を紹介する。救援活動を含めた地域との連携，インフラ復旧工事への対応を前提としており，この他，通常業務継続である施工中物件の2次災害防止対策，元施工物件の調査，復旧支援を行う，など。
- ・ 行動フローを紹介する。48時間以内に被災状況を確認する，など。

災害時における事業継続に関する方針

【行動指針】

1. 従業員とその家族の生命および身体の安全確保ならびに会社施設等の被害の最小化に努めます。
2. 救援活動・社会資本の復旧活動に全面的に協力します。
3. 施工中の建設生産物の倒壊等による近隣地域への二次災害の発生を防止し、地域の方々の安全確保を図ります。
4. 国、地方自治体および企業等の施設、特に当社施工の建設生産物(土木構造物や建築物)の被災状況を迅速に把握し、国、地方自治体および企業等の事業継続に向けた応急措置および適切な復旧活動に協力します。
5. 災害等のリスクに強い企業となることを目指し、事業継続計画を常に見直し、改善してまいります。



【対策訓練】

- ・ 対象地域の全体訓練は年1回。このほか、必要に応じて対策本部への徒歩参集訓練などを別途行っている。これらを通して毎年計画書の見直しを行っている。
- ・ 実施対象地域：首都圏，関西支店，名古屋支店ほか。
- ・ 主要訓練

(1)安否情報の登録訓練

(2)本社災害対策総本部・支店災害対策本部／地区拠点への出動訓練

(3)元施工物件（土木は災害協定締結先等の物件）被災状況の確認訓練

(4)二次災害防止状況の報告訓練

(5)非常時連絡体制による通信訓練

訓練写真を入れる。



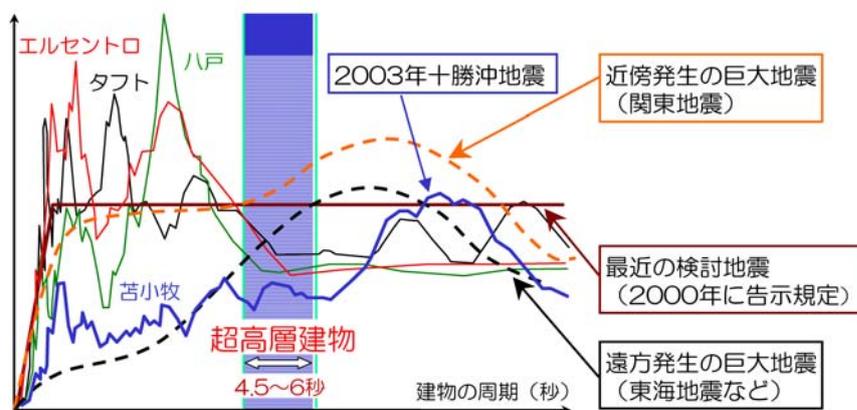
3. 新宿センタービルの耐震アップグレード

- ・ B C Pの事前対策のひとつとして超高層建物の耐震アップグレードを紹介する。この建物は現行基準で必要される耐震性能を満たしているが、事業継続のために制震装置を設置して室内被害を軽減させることにした。
- ・ なぜ超高層建物の耐震性能をアップグレードしなければならないのか、など長周期地震動について簡単に解説する。
- ・ 補強工法を紹介する。設置箇所、数量なども。



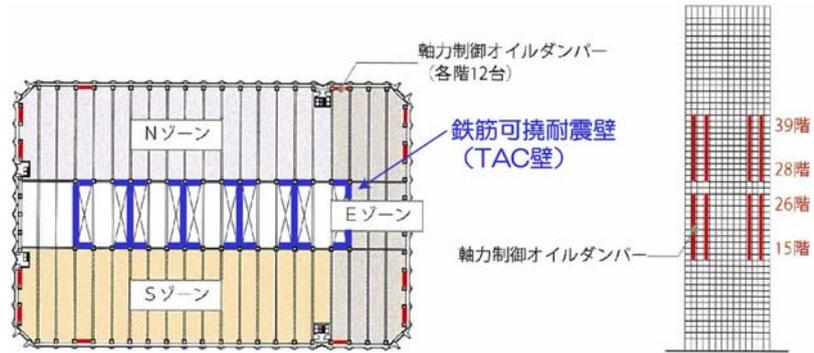
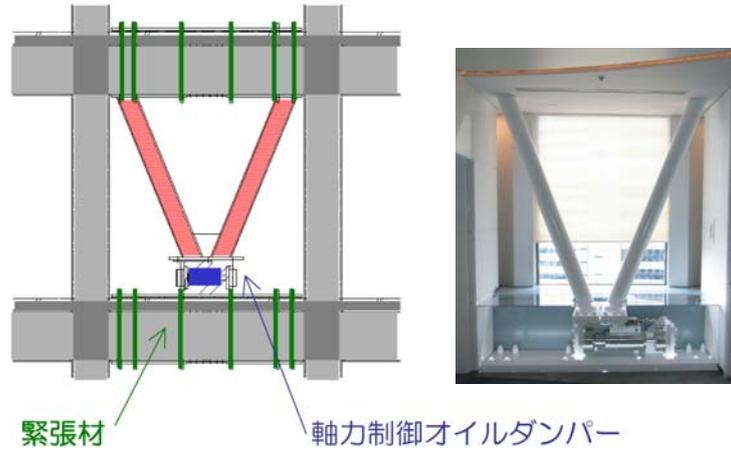
■ 建物設計年代と長周期地震動

- ・ 1991年以前に設計された建物は、長周期地震動の検証なし
- ・ 1991年～2000年は、参考波として長周期地震動を考慮
- ・ 2000年の告示で、長周期地震動を考慮
- ・ 2003年十勝沖地震以降、長周期地震動の超高層ビルへの影響の研究が進められている。



【施工手順の写真】

- ・ 工事費。
- ・ 工期 10 ヶ月程度。



■ 施工手順



1. 仮囲い設置



2. ペースプレート取り付け



3. PC鋼棒緊張



4. ブレース取り付け



5. オイルダンパー取り付け



6. 完成

4. 業務継続計画・地域継続計画

地域継続計画・減災対策

東京都の復興計画と模擬訓練

1. 東京都都市復興模擬訓練

目 的：

震災後、都市復興を円滑に進めるため、東京都震災復興マニュアル「都市の復興」編に定める手順を実践し、マニュアルの習熟を図ることを目的とする。また、合わせて、その体験を活かして、区独自のきめ細かなマニュアル作成に進んでほしいという期待もある。

対象者：主に都下の区市町村職員の都市復興担当者

行政以外の参加者とその役割

災害復興まちづくり支援機構

弁護士、司法書士、行政書士、税理士、土地家屋調査士、社会保険労務士、中小企業診断士、不動産鑑定士、建築士、再開発コーディネーター、技術士、土地区画整理士 等
また、この訓練での役割は模索中であり、うまく訓練の中に位置づけられていない。

大学（首都大学東京・工学院大学）

プログラムの作成・準備（東京都との打ち合わせ）

訓練時の指導（教員）、グループ・アシスタント（学生・院生）

発表会時のコメンテーター（教員）

民間企業の参画の可能性

インフラ企業の役割

その他一般企業の役割（ありうるか？）

2. 震災まちづくり復興訓練

目 的：

2004 年の東京都震災対策条例の改正によって、地域協働復興推進の支援方法のひとつとして復興市民組織育成の項目が付加され、復興市民組織育成事業として創設された。地域での活動育成と災害発生時の協働復興を可能とすることが目的。これまでに都内約 20 箇所を実施。

対象者：地区スケールで、行政、住民、専門家（コンサル・大学など）が参加

民間企業が参加した事例：新宿区本塩町地区

実施地区が密集市街地のケースが多いため、企業が参画するというよりは、住民や商店街・商店主が参画することが多い。

地区の特徴・訓練の特徴

昼夜間人口比 5.9（昼間人口 4,265 人 / 夜間人口 722 人）

町内にある東京司法書士会が、地元住民・企業との連携を図ることの重要性を認識して、訓練実施を働きかけて実現した。

町内企業や災害復興まちづくり支援機構の専門家も参画した。

訓練の成果・課題

小学校統廃合により避難所がなくなることへの対応

住民・事業者の協働の場の設定と重要性の認識

町会と地区内企業との連携体制が具体化した。

町内企業が、盲人施設と避難支援に関する協定を締結

訓練の中心となった（会場提供もした）司法書士会館内に、町会用備蓄物資を確保

3 . 民間企業の復興への取り組みの可能性

上記の訓練事例から見た民間企業の役割と可能性

自助から共助へ

空間の提供、人手の提供、技術の提供、製品の提供 など

CSR に見る企業の役割

データの収集及び整理中

海外の地域危機管理の事例：フランス・デファンス地区

フランス・デファンス地区の概要

デファンスは、セーヌ川を隔てたパリ市の西端にある中小工場群と老朽化した住宅群などの混在地帯であった。1958年9月にデファンス地区整備公社（E.P.A.D）が設立され、革命200年記念事業として都市再開発が実施された。現在では、1日約20万人が利用している。

デファンスの事業規模は、Aゾーン115ha、Bゾーン700haの合計815haである。デファンス整備計画の特色は、単なる業務機能の導入だけでなく、文化・芸術施設、地方行政施設、多様な住居群等を加えた、総合的な副都心の創造をめざした点にある。リボリ - コンコルド広場 - エトワール広場を延長する主軸の形成が計画コンセプトとなった。この主軸に沿って、Aゾーンでは塔状事務所群を、Bゾーンでは緩衝空間をはさんで高層住棟群を配置している。2本の国鉄在来線と新設する地下高速鉄道により、パリ地下鉄（エトワール駅）と連絡する。ダル（人工床板）と呼ばれる歩行者専用路は、幅70～250m（Aゾーンでは約22m幅）で主軸を形成する建造物となっている。

E.P.A.Dは、土地収用権を持つ地区全体の事業主体で、都市の基盤整備を行ってきた。資金調達は、84%を建設権利債券に、残り16%を国と地方自治体の出資で賄われた。債権は地区内の地上権譲渡者が負担し、その代償として駐車場・道路・共同溝などの都市施設の使用を優先されるというものであった。1964年以降の資金は、土地開発と都市整備基金の長期貸し付け（8年、金利5.25%の利子補給）により進められた。

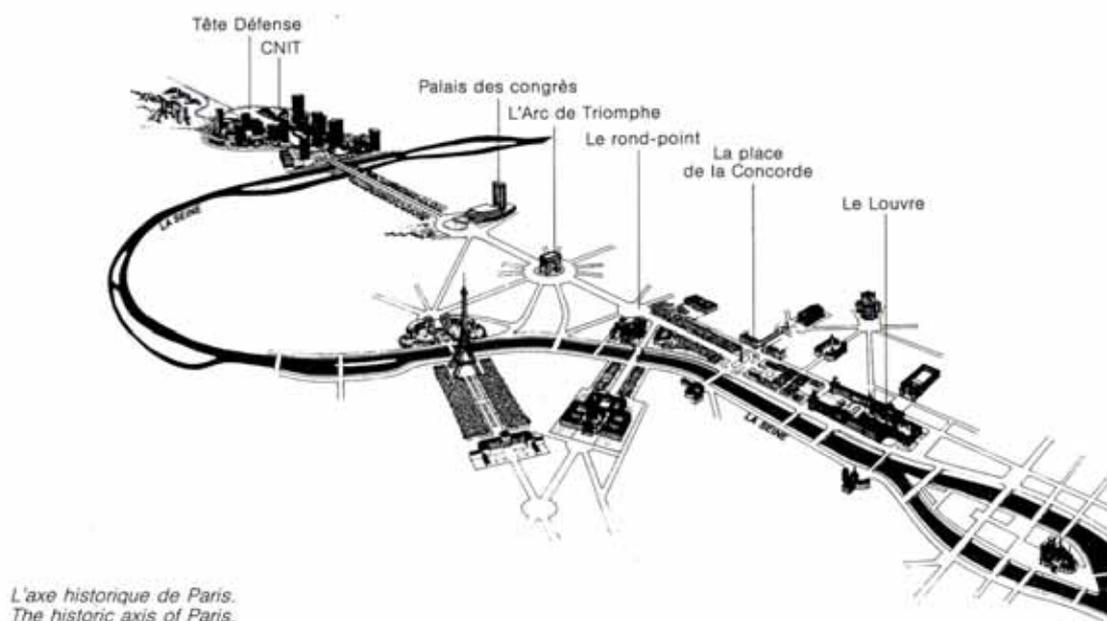


図1 デファンス地区の位置関係

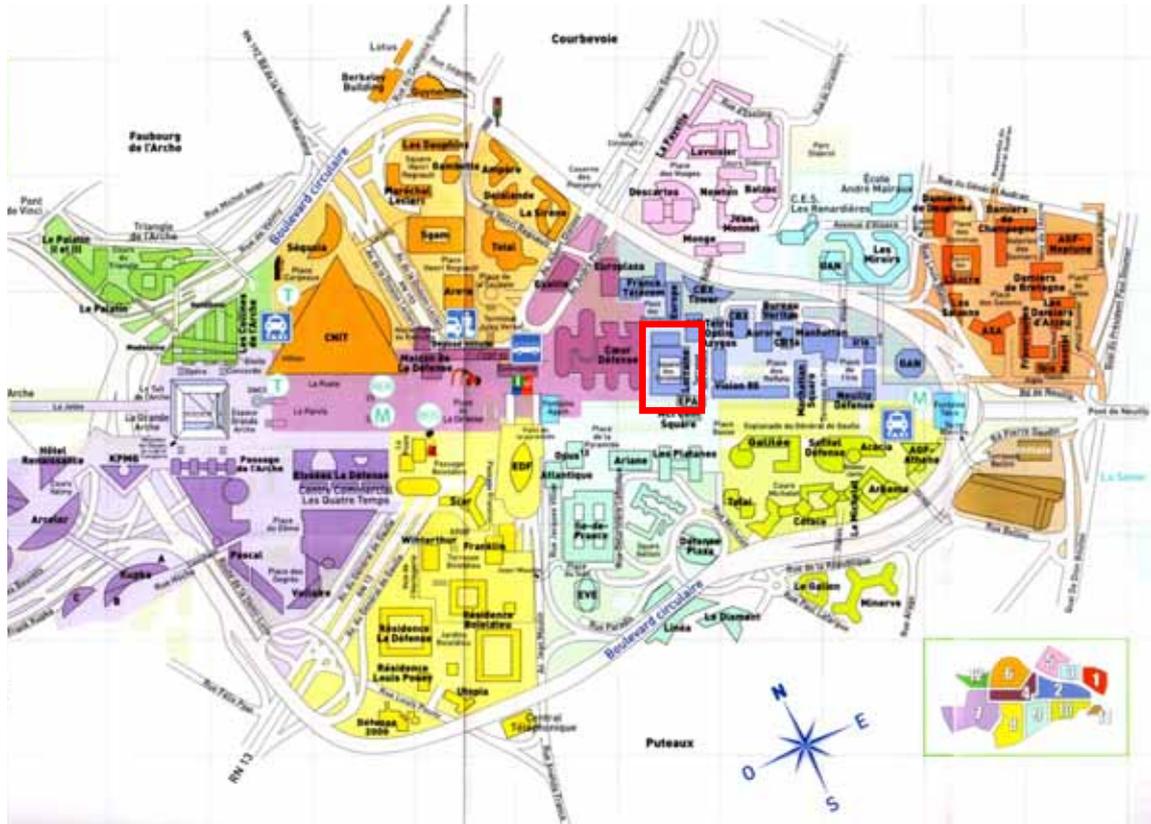


図2 デファンス地区の配置図（赤枠内がEPAD社）



写真 凱旋門よりみたデファンス地区



写真 デファンス地区内の様子

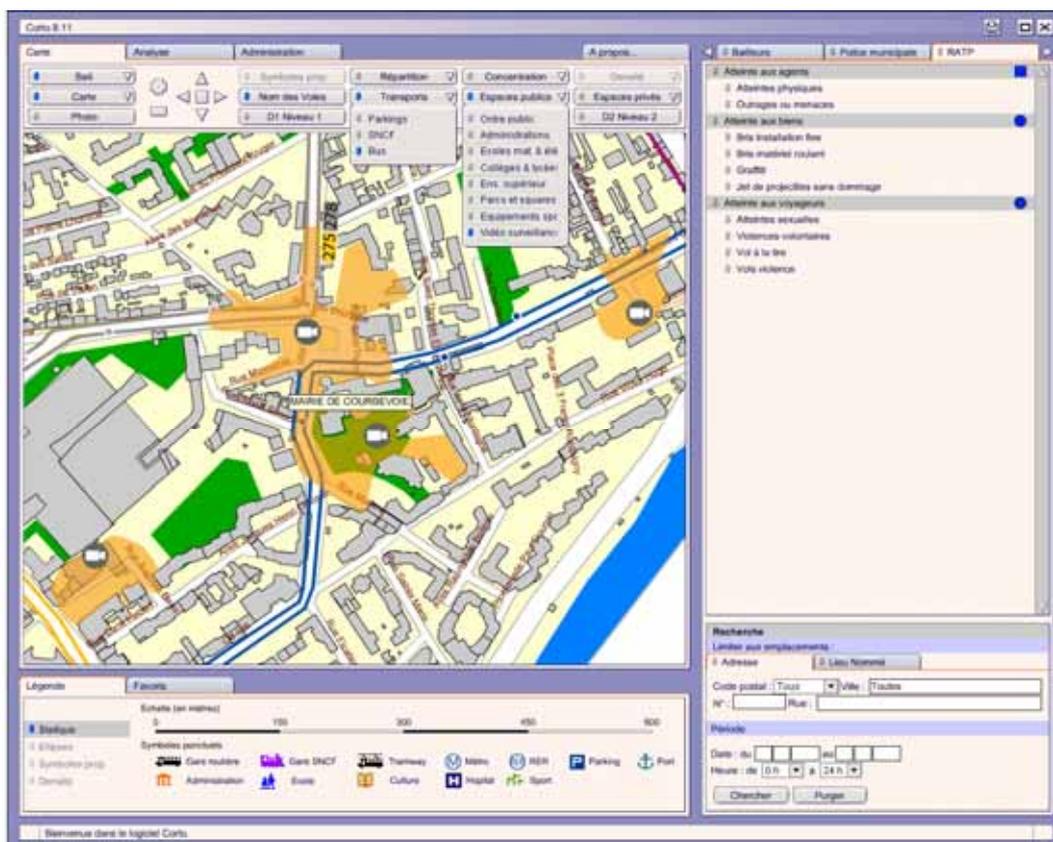
フランス・デファンス地区の安全管理

デファンス地区整備公社（E.P.A.D）は、軍事関係の企業など民間企業の誘致推進には地区全体の安全管理が不可欠とし、地区全体の安全管理を担当する中央本部(24時間・4人が常駐)を設置するとともに（図2 赤枠内）地区内の各棟には防災センターを設置し、中央本部と連携して平常時と緊急時の安全管理を行っている。

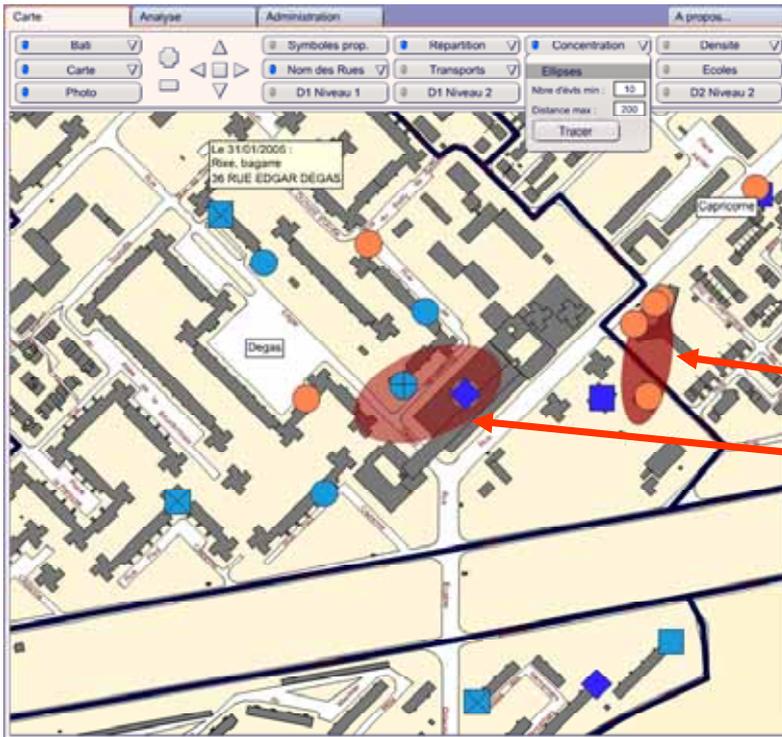
(1)平常時：火災・犯罪(各棟)、テロ(地区全体)の予防

- ・デファンス地区の中央本部・各棟の防災センターと警察・消防機関が連携、イントラ環境で稼働する情報共有システムを利用した犯罪・事故・火災情報などの共有、随時対策の実施
- ・中央本部の担当者は、各棟・各フロア単位に任命された安全管理担当チーフ+担当者（フランスの法律上必要）の研修・指導（避難誘導方法、消防用設備等の操作、年1回の防災訓練の実施）など
- ・各棟・各フロア単位に任命された安全管理担当チーフ+担当者は、毎日、安全確認・安全記録簿へ記入・管理、緊急時にはフロア単位での避難誘導など

(2)緊急時：中央本部と各棟・防災センターが連携した応急対応など



情報共有システムの画面例（CORTO：A computerized tool for the analysis of areas of insecurity、Developed by ALTHING）

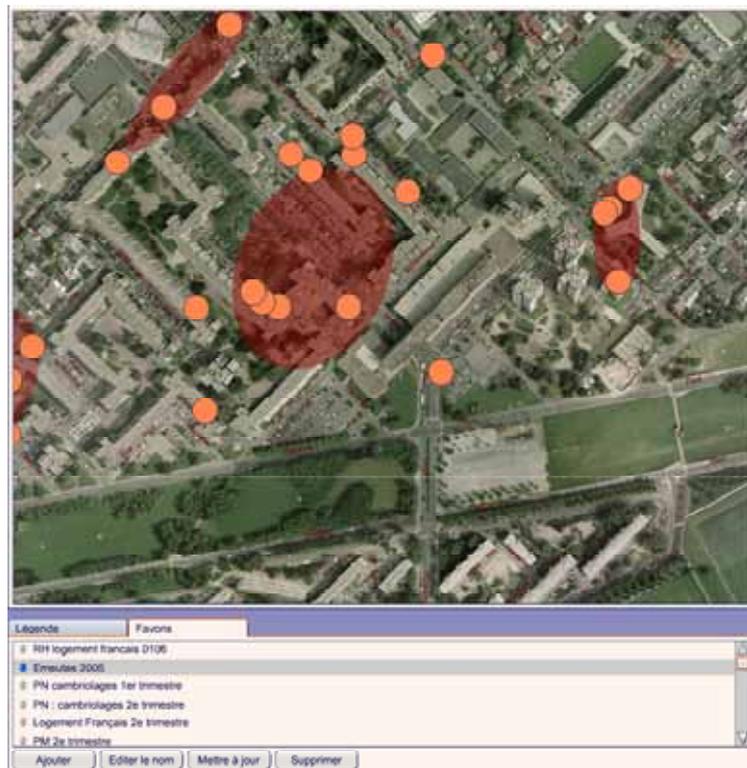


The color intensity and the shape of the ellipse varies according to the concentration and spatial distribution of the offenses.

Illustration :
Instances listed by:
National Police (dark blue)
Local Police (light blue)
Firemen (red)

Illustration :
Rubbish bins set alight, listed by the firemen in november 2005

Direct selection of the event by a click on the title



情報共有システムによる Hot Spot の抽出画面例 (CORTO : A computerized tool for the analysis of areas of insecurity, Developed by ALTHING)