

地震による建物の倒壊危険度に関する考察

北 本 市
平成 2 2 年 3 月

地震による建物の倒壊危険度に関する考察

目次

1. 現施設の耐震診断調査より	1
1－1. 概要	1
1－2. 所見	2
1－3. 調査結果に対する結論	3
2. 現施設の利用状況等	4
2－1. 現状施設の利用度調査	4
2－2. 計画地における地震ハザード	4
3. 非構造部材の安全性	17
3－1. 非構造部材の地震被害の主な特徴	17
3－2. 部材ごとの被害の特徴	19
4. 検討結果	25
4－1. 構造体の危険性	25
4－2. 避難経路の確保	25
4－3. 地震時における現状施設の危険度	25
5. 新庁舎の耐震安全性の目標	35
6. 考 察	36
《参考》	38

地震による建物の倒壊危険度に関する考察

1. 現施設の耐震診断調査より

1-1. 概要

下記のような現市庁舎施設のうち、平成12年に第1庁舎～第3庁舎の建物の耐震診断調査が行われた。

◇現庁舎の概要

●敷地面積：約 14,000 m²（第4庁舎借地面積含む）

○建築面積：約 3,700 m²

◎延床面積：約 5,700 m²

表 1.1.1.現状庁舎の規模概要（「北本市庁舎建設基本計画」(H10.12)のデータに※印のデータを付加）

棟	建物名称	建築面積	延床面積	階数	高さ	建設年月	築後年数	備 考
(A)	第1庁舎	913.4 m ²	1,296.5 m ²	2 階	9.1 m	S.38.04	45 年	RC造
(B)	第2庁舎	823.8 "	1,586.1 "	2 "	8.5 "	S.49.03	34 "	S造
(C)	第3庁舎	462.1 "	856.6 "	2 "	8.7 "	S.53.09	30 "	S造
(D)	第4庁舎	468.5 "	899.8 "	2 "	7.4 "	H.09.03	11 "	S造
(E)	倉庫	32.9 "	32.9 "	1 "	3.3 "	S.41.09	42 "	CB造
(F)	物置・自転車置場	36.4 "	36.4 "	1 "	2.3 "	S.45.06	38 "	S造
(G)	車庫	29.1 "	29.1 "	1 "	3.1 "	S.45.03	38 "	S造
(H)	車庫	29.1 "	29.1 "	1 "	2.3 "	S.45.03	38 "	S造
(I)	車庫	29.2 "	29.2 "	1 "	2.3 "	S.45.03	38 "	S造
(J)	空調機械室	84.0 "	84.0 "	1 "	4.1 "	S.49.03	34 "	CB造
(K)	倉庫	92.8 "	92.8 "	1 "	4.6 "	S.55.07	28 "	S造
(L)	倉庫	66.3 "	66.3 "	1 "	2.3 "	S.38.04	45 "	S造
(M)	駐輪場	21.7 "	21.7 "	1 "	2.1 "	S.59.11	24 "	S造
(N)	倉庫	44.0 "	44.0 "	1 "				S造 ※(CAD上の測定による)
(O)	会議室	85.7 "	85.7 "	1 "				同上 ※
(P)	駐輪場	116.3 "	116.3 "	1 "				S造
(Q)	更衣室棟	92.1 "	129.6 "	2 "	6.9 "	H.01.09	20 "	S造
(R)	渡り廊下等(第1～2)	96.8 "	96.8 "	1 "	5.8 "	S.53.09	30 "	S造 ※(CAD上の測定による)
(S)	渡り廊下(第2～3)	24.6 "	24.6 "	1 "	6.2 "	S.53.09	30 "	同上 ※
(T)	テント倉庫	168.0 "	168.0 "	1 "				同上 ※
	計	3,716.8 m ²	5,725.4 m ²					

調査結果から補強・建替え等が次のように検討されてきたが、財政的な理由等から庁舎改修工事等は延期となっている。

平成12年度	庁舎建物診断調査の実施 - 第1・2庁舎の耐震性能が不足 - 庁舎改修費9億5,140万円 庁舎建設計画の見直し（庁舎建設検討委員会で検討着手） 庁舎建設延期表明
--------	---

平成13年度	庁舎建設計画の見直し検討報告 庁舎改修設計報告 ・ 増築・改修工事費4億3,155万円 ・ 第5庁舎(676㎡)等の建設 建設費1億2,264万円 改修工事(空調等) 2億4,731万円
平成14年度	平成15年度予算に、3億4,226万円予算措置

ここでは、改めて平成12年に実施された建物の耐震診断調査のデータより調査結果に対する所見を記す。

1-2. 所見

●第1庁舎

竣工が昭和38年と築後47年を経過した鉄筋コンクリート造で、平屋部分と2階建て部分は異なる構造体であるが、エキスパンションジョイントを用いて一体の建物として使用されるように計画されている。

使用材料であるコンクリート強度は設計基準強度である 17.8N/mm^2 を調査時点で大幅に下回っており、平均 12.3N/mm^2 と設計強度の約70%に低下している。

また、構造亀裂や老朽化による仕上材の剥落等も散見されるため、経年変化の評価点は低くならざるをえない。

耐震診断では、平屋造部分の I_s 値はX方向0.73、Y方向0.59、2階建て部分X方向0.34、Y方向0.70といずれも耐震性能目標値である0.75には達しておらず、このまま使用し続けるためには補強を要する。

特に2階建て部分のX方向は、0.34と相当に低い評価となり、早急の耐震補強が望まれる。

●第2庁舎

竣工が昭和49年と築後36年を経過した鉄骨造2階建てであり、各階とも平面・立面とも整形の上、スパン(柱間)も均等であり構造的なバランスはよいといえる。

しかし、柱梁の仕口は耐火被覆で覆われており、梁の端部応力が柱に確実に伝達される仕口の納まりになっているものと仮定しても、柱が日の字型式と現在では耐震上採用されなくなった型式であること、柱脚が露出タイプであることなどの理由により、1階での耐震性能が満足されていない。

耐震診断では、 I_s 値X方向0.50、Y方向0.37と震度6~7の地震で倒壊のおそれがあり、ここも早急な耐震補強が望まれる。

●第3庁舎

竣工が昭和53年3月と築後32年を経過した鉄骨造2階建てであり、平面形状は概ね整形な平面計画となっているが、1階部分の過半はピロティとなっている。

第2庁舎と同様に、柱梁の仕口は耐火被覆で覆われており、梁の端部応力が柱に確実に伝

達される仕口の納まりになっているものと仮定すると、使用している柱が日の字型式ではあるが、屋根面荷重が軽いことや柱脚が埋込タイプとなっていることなどから、耐震性能は満足されているものといえる。

耐震診断では、Is 値 X 方向 1.02、Y 方向 1.06 と目標値の 0.75 を上回っており、現状にて使用上問題はない。

1－3．調査結果に対する結論

以上の結果、第1庁舎と第2庁舎は震度6～7の地震に際して倒壊のおそれがあり、早急の耐震補強を必要とする。第3庁舎は倒壊の危険性はないと考えられる。

2. 現施設の利用状況等

2－1. 現施設の利用度調査

平成 21 年（2009 年）11 月 9 日から 11 月 20 日にかけて現施設における来庁者数の調査を行った。ここでは、その調査結果の分析を行う。

まず、現施設への来庁者数に現職員等の人員数を加え、現施設における“人員密度”を求めた。（図 2.1～2.10 参照）

その主な特徴としては次のような点が挙げられる。

- ・職員も合わせた“人員密度”としては第 2 庁舎 1 階が最も高い。
- ・課ごとに来庁者が集中する時間帯といった傾向は特に見られない。
- ・議会開催時には当然のことながら第 2 庁舎 2 階、第 1 庁舎 2 階の利用度が高くなる。

前項の所見のとおり、“人員密度”が高い第 1 庁舎、第 2 庁舎は大規模な地震の際には倒壊のおそれがあり、早急に対策が必要である。

2－2. 計画地における地震ハザード

平成 21 年に北本市地震ハザードマップが定められている。

揺れやすさマップ（図 2.3）では、震度 6 強の揺れを受ける可能性があることが指摘されている。

ただし、液状化危険度マップ（図 2.4）では地盤液状化の危険度は極めて低いことが記されている。

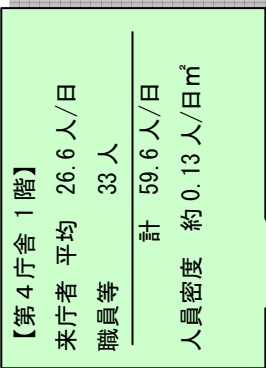


図 2.3 現状施設 来庁舎等利用度調査 庁内人員ボリュームイメージ
第 1 庁舎 1 階

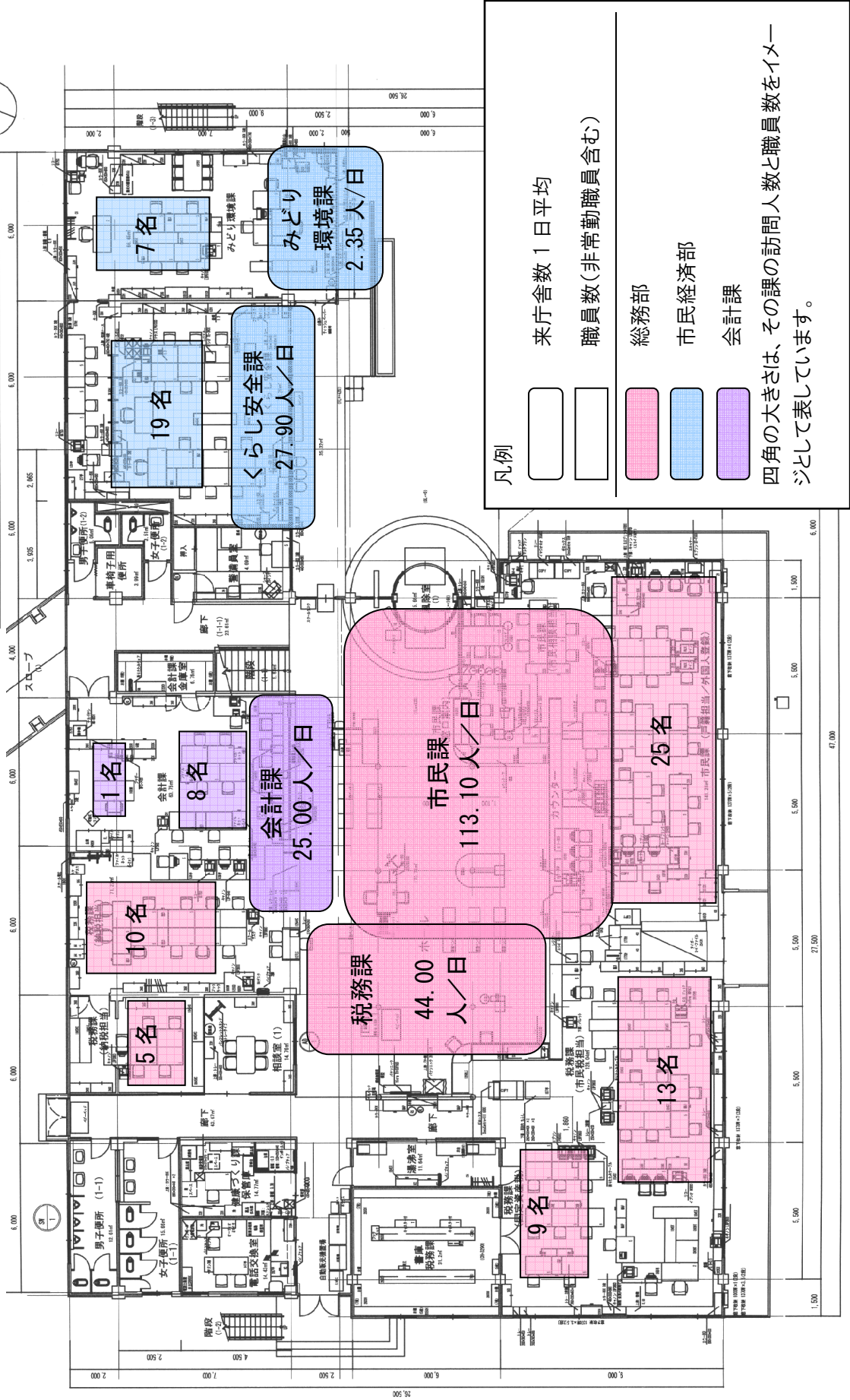


図 2.4 現状施設 来庁舎等利用度調査 庁内人員ボリュームイメージ
第1庁舎 2階

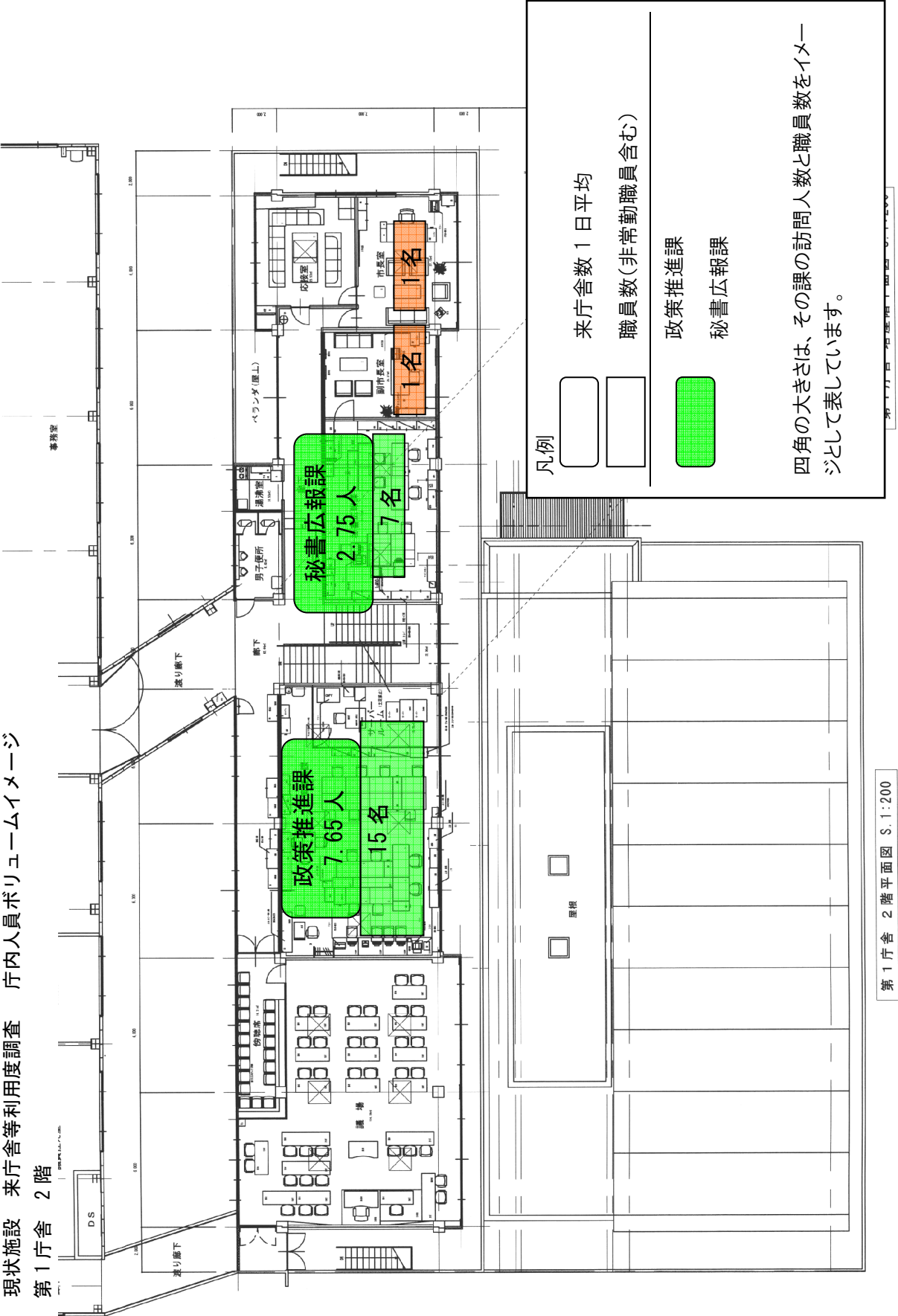


図 2.5 現状施設 来庁舎等利用度調査 庁内人員ボリュームイメージ
第 2 庁舎 1 階

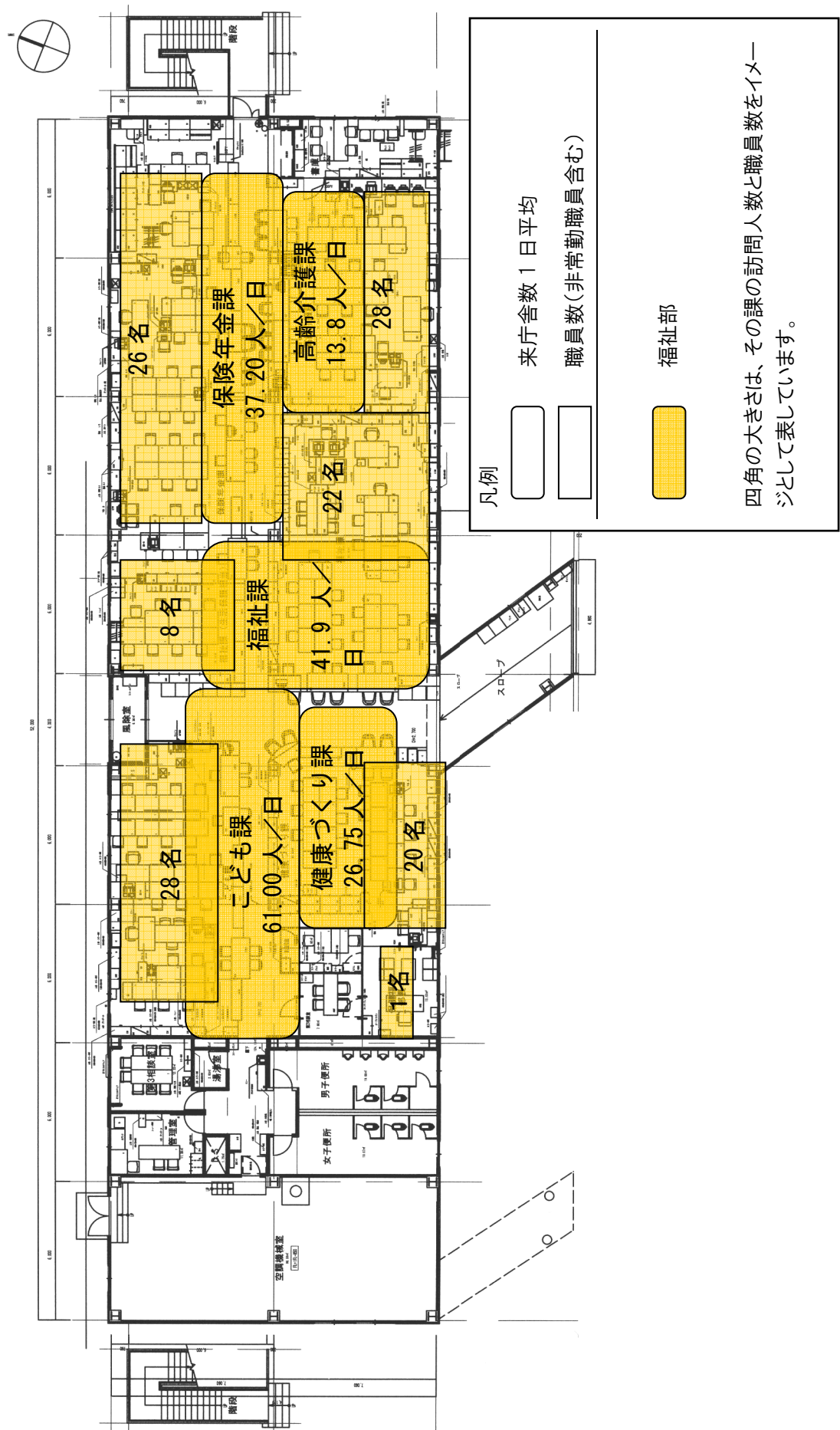


図 2.6 現状施設 来庁舎等利用度調査 庁内人員ボリュームイメージ
第 2 庁舎 2 階

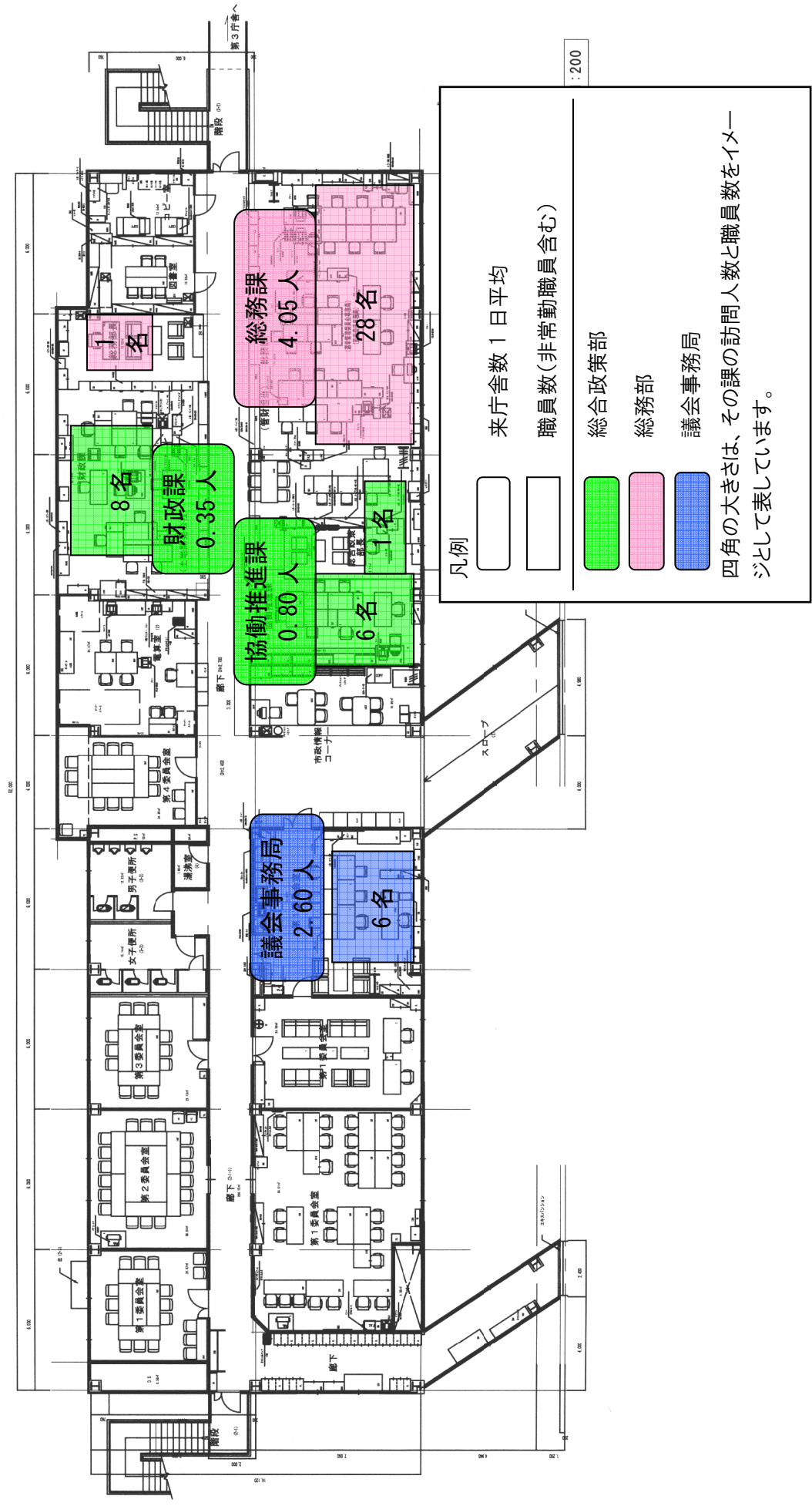


図 2.7 現状施設 来庁舎等利用度調査 庁内人員ボリュームイメージ
第 3 庁舎 1 階

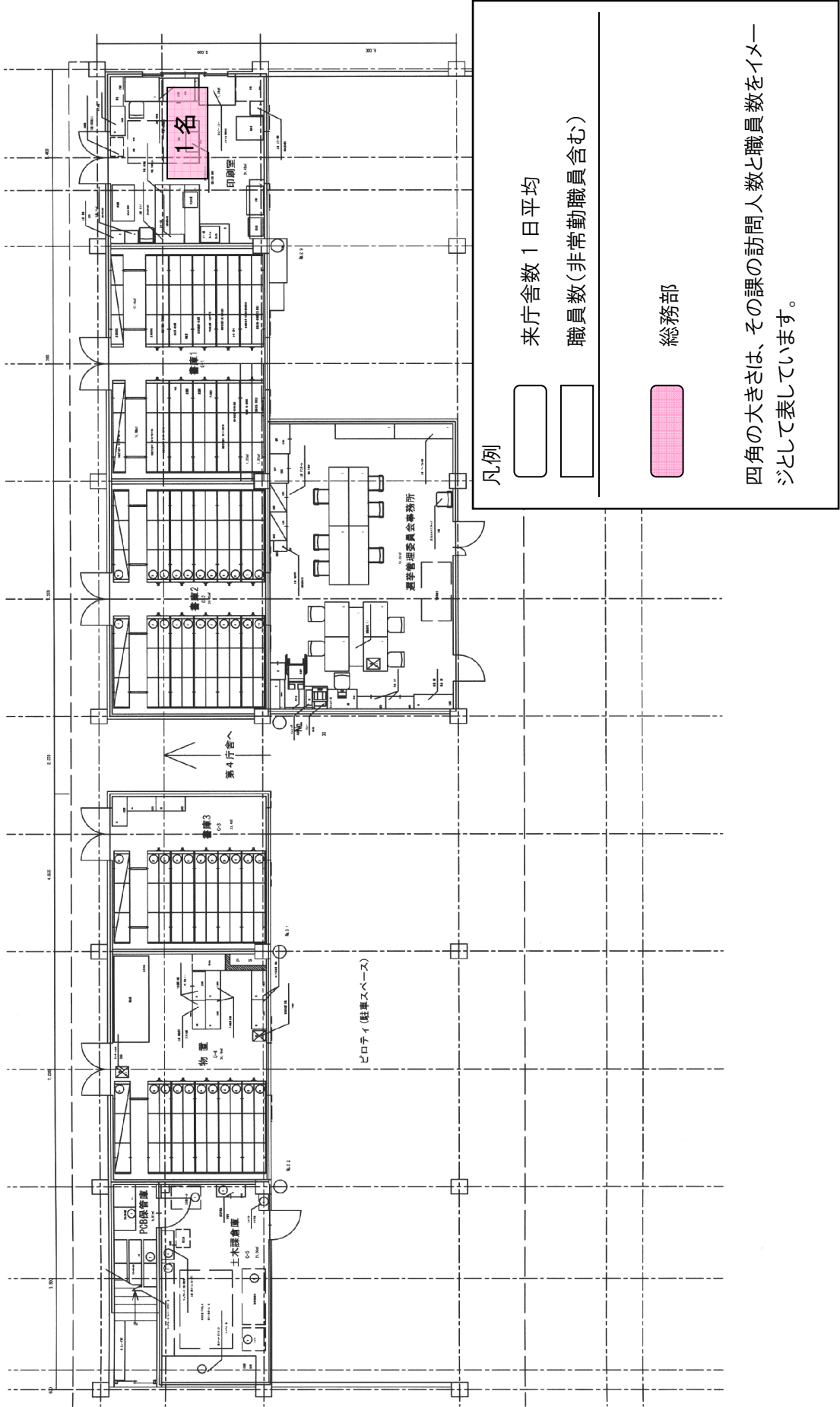
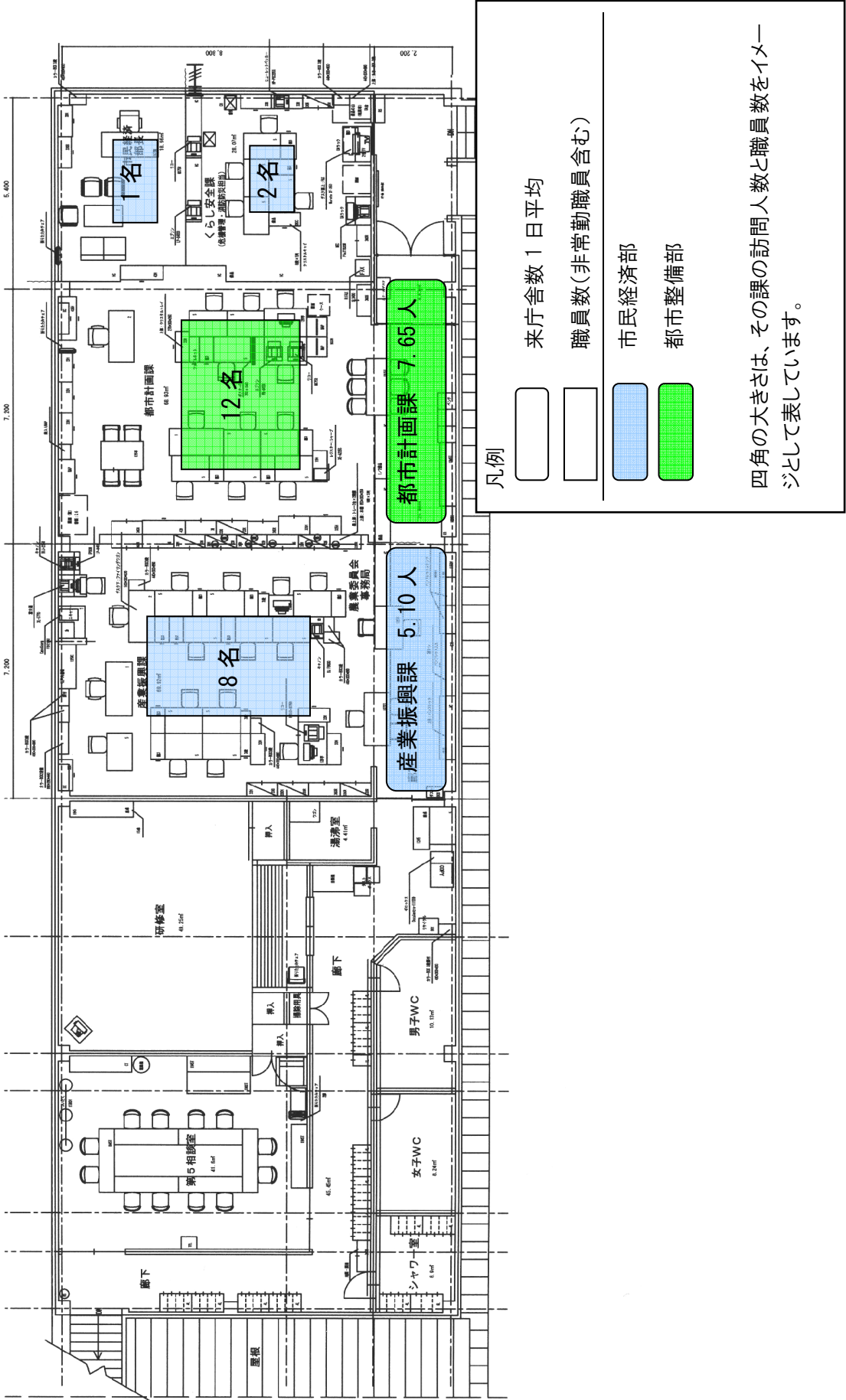


図 2.8 現状施設 来庁舎等利用度調査 庁内人員ポリュームイメージ
第 3 庁舎 2 階



X 9 X 10 X 11 X 12 X 13 X 14 X 15

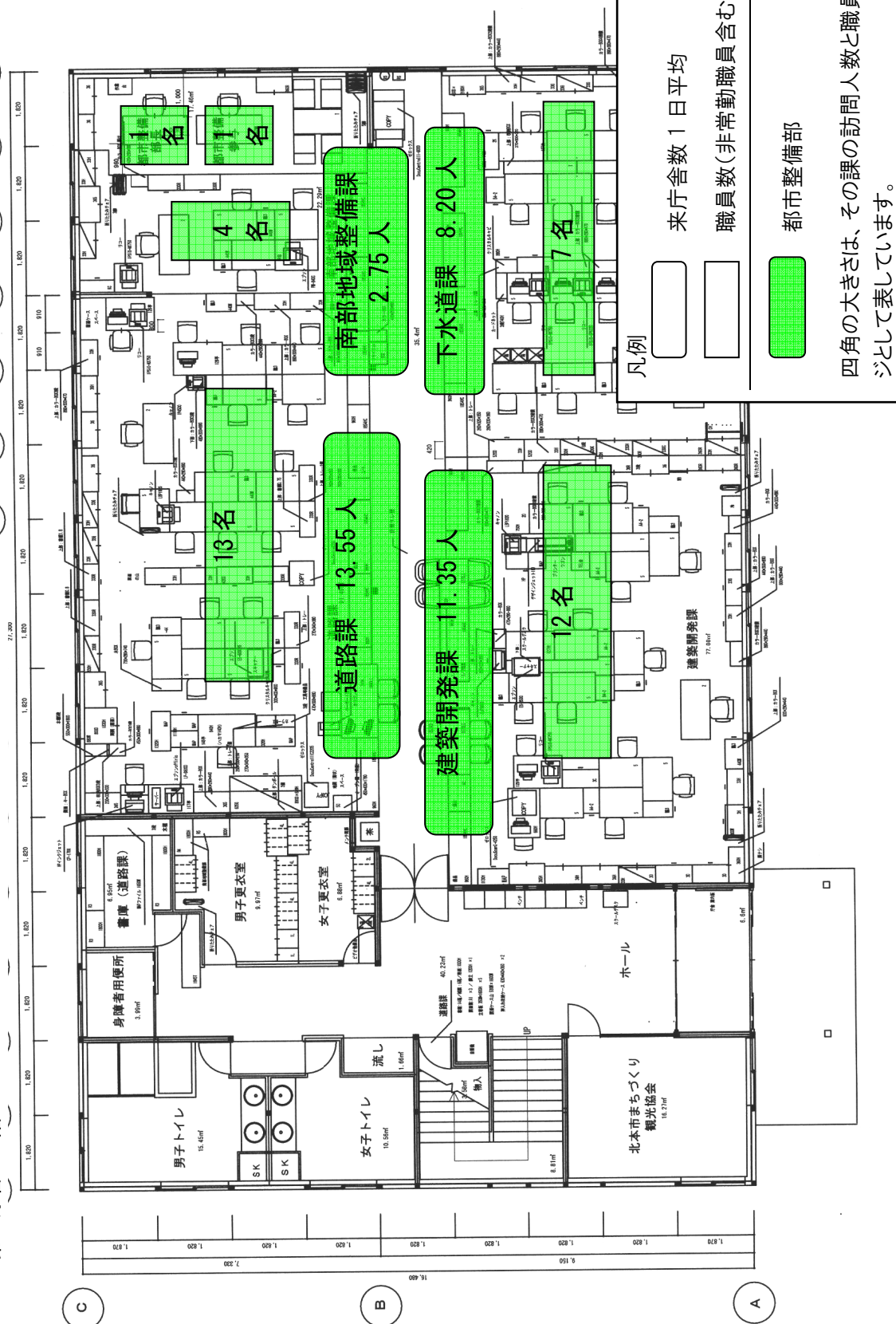


図 2.10 現状施設 来庁舎等利用度調査 庁内人員コミュニティイメージ
第 4 庁舎 2 階

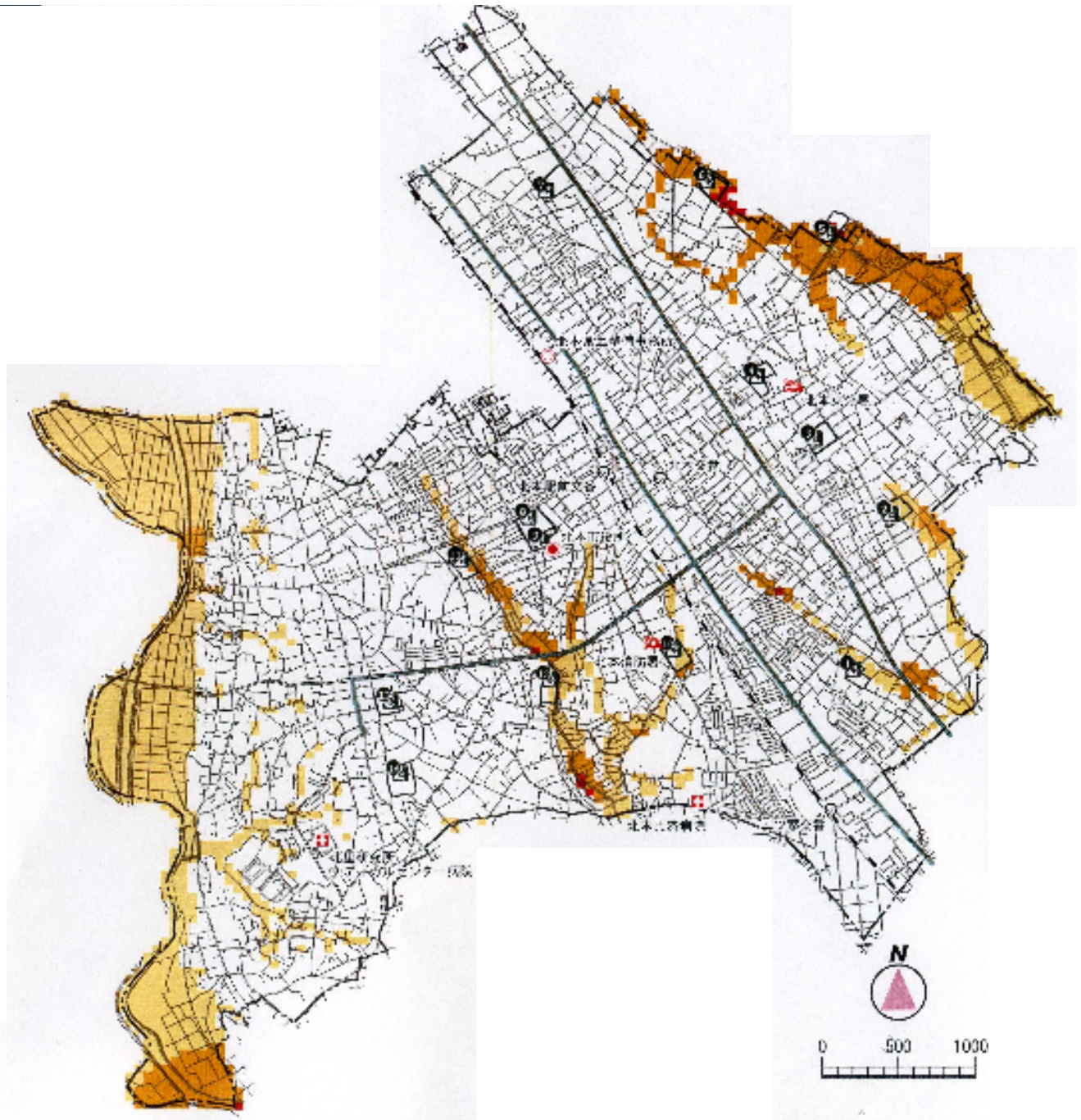


赤：震度7の可能性



図 2.4 北本市地震ハザードマップ 液状化危険度マップ

白 : 液状化危険度はかなり低い
薄い黄色 : 液状化危険度は低い
オレンジ : 液状化危険度が高い



3. 非構造部材の安全性

阪神大震災以降、構造体の破損による被害は減少する一方、天井やガラスなどの建築非構造部材の被害が注目されるようになっている。

後述するが、『官庁施設の総合耐震計画基準』（建設大臣官房官庁営繕部監修）に準じると新庁舎の構造の安全性は、

- ・構造体 ：Ⅱ類
- ・建築非構造部材：A類
- ・建築設備 ：甲類

と考えられるが、非構造部材に関しても安全性が問われ、部材ごとの地震被害の特徴・対策等についてここでは記述する。

3－1. 非構造部材の地震被害の主な特徴

建築非構造部材としては、外壁及び仕上材、建具・ガラス、屋根材、内部間仕切り・内装材、天井材、床材、家具及び事務機器類といった項目が挙げられる。

表 3.1 に非構造部材の地震被害の主な特徴を列記する。

表 3.1 非構造部材ごとの地震被害の主な特徴

部位	部材	地震被害の特徴
(1) 外壁及びその仕上げ	カーテンウォール	(メタルCW) ・面内剛性が低く、被害は少ない (PCCW) ・パネルの脱落、面外方向のずれ、せり出し、一部パネルの破損等(H7 兵庫県南部沖地震) (理由)層間変形角による変位に追従できない
	ALC	(新耐震以前) 縦壁挿入筋構法 ・目地ひび割れ、隅角部破損、パネル中央ひび割れ、面外方向のずれ、パネル脱落等 (新耐震以降) スライド構法、ロッキング構法等 ・被害はほとんどない
	押出成形セメント板	・隅角部、小口等のひび割れ、2分割するひび割れパネルの脱落 (H7 兵庫県南部沖地震)
	石張り	(乾式・湿式共通) ・はく離 (取付け部強度不足) ・ひび割れ (石材強度不足)
	タイル張り	(湿式) ・躯体のせん断ひび割れに伴うはく落、ALCパネルジョイント部後張りタイルのはく落等(H7 兵庫県南部沖地震) ・ALCパネルジョイント部後張りタイルのはく落(H13 芸予地震)
	CB	—
	ガラスブロック	— ((3) 参照)

(2) 建具及びガラス	サッシ	—
	ガラス	(ガラスの破損) ・はめ殺し窓、横連窓等の割れ ・硬化性シーリング材(パテ)を使用した窓の割れ (二次災害) ・内部の家具や破損物、外部からの飛来物による衝撃で破損(H7 兵庫県南部沖地震)
	扉	・玄関周りの非耐力壁にせん断ひび割れが発生し、ドア枠が変形、ドアが開閉不能(S53 宮城県沖地震)
(3) 間仕切り及び内装材	軽鉄間仕切り	・ボード接合部・扉枠隅部のひび割れ ・壁の入隅部の破損・口あき ・ボード全体の下地からのはく離 (H7 兵庫県南部沖地震)
	可動間仕切り	同上
	A L C	・コーナー部、小梁・ささら桁等で拘束された箇所パネルの損傷、ジョイントのすき間発生 ・下部挿入筋部分のA L C母材の欠損 (H7 兵庫県南部沖地震)
	押出成形セメント板	同上
	C B	同上
	ガラスブロック	同上
(4) 天井及び床材	軽鉄下地	・天井ボードの破損・落下 ・壁際での衝突、共振現象による天井ボードの破損 ・野縁ごと落下 ・Tバーの変形、野縁受けチャンネルの座屈 ・機器類の垂れ下がりによるボードの落下 (H7 兵庫県南部沖地震)
	システム天井	・壁、柱際の天井の破損・落下 ・間仕切り壁、天井カセット式空調機等周辺の天井の破損・落下(H7 兵庫県南部沖地震)
	フリーアクセスフロア	・パネルのがたつき・持ち上がりによる脱落 ・パネルのせり上がりによる脱落 ・パネルせり持ちの横ずれによる脱落および支柱変形(S53 宮城県沖地震)
	免震床	—
(5) 屋根材		・(棟部分のかわらのずれや脱落)
(6) 造り付けの家具及び事務機器類		・壁固定していない収納庫の転倒 ・ロッカーの将棋倒し ・デスク引き出しの飛び出し ・家具転倒によるガラスの破損(H7 兵庫県南部沖地震) [日本オフィス家具協会「オフィスの地震対策」より]
(7) 外構その他	外構	—
	エキスパンションジョイント	・構造体の衝突 ・仕上げの破損

参考資料 「非構造部材の耐震設計施工指針・同解説および耐震設計施工要領」(日本建築学会) 地震名の記載していないものは全般に見られる被害を表す。

3-2. 部材ごとの被害の特徴

ここでは、部材ごとの被害の特徴をもう少し詳しく記載する。

(1) 外壁・仕上材の地震被害

地震で被害を受けやすいのは左官仕上材である。昭和50年代くらいまでの建築物は、コンクリート躯体の上にモルタル等下地を作り吹付け仕上げしたものが多い。北本市第1庁舎が該当する。

また、昭和年代及び平成当初の鉄骨造にALC張りの外壁の場合、当時の施工方法(縦壁挿入筋工法)は外力に対する耐震性能が低く、過去の震災でもひび割れ、欠け、パネルの落下といった被害が報告されている。第2庁舎、第3庁舎の外壁が該当する。

(2) 建具及びガラスについて

北本市庁舎は低層(2階建て)のため、建具及びガラスの被害想定としてはそれ程大きなものとはならない。

福岡西方沖地震では事務所ビルの外壁窓ガラスが『あられ』のように道路上に落下する衝撃的な映像がニュース等で報道された。同ビルは昭和36年完成の建物であり引き違いとはめ殺しガラスの横連窓サッシであった。引き違い部はスライドするがはめ殺し部はガラス周囲が固定されているため被害が集中しやすい。また、ガラス固定の方法が硬化性のシーリングであった事も災いしていた。

同ビル以外にも窓ガラスの被害は多数報告されている。改めて窓ガラスの耐震性確保が重要であることを認識された。(1971年建設省告示109号、屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁の基準を定める件にて窓のはめ殺し戸での硬化性シーリング使用禁止)

オフィスビル等の1階部分は大型のガラスをはめ殺し方式で固定する場合が多く、地震の際にひび割れや破損する事例が多い。比較的新しい工法にて取付けたガラスでも室内の什器類による移動等でガラスに衝突して破損したと思われるような事例もある。

ガラスに関しては、破損したガラス等が落下して第三者への被害を考慮し、必要に応じて外構計画(ガラス破片の飛散範囲)における配慮や庇設置等の措置が必要である。2階以上の外壁面にベランダ等が設置することも有効である。

北本市庁舎のガラスは引き違い方式の窓で網入りガラス部分は少ない。

ガラスの止め付け方法は、年代から硬化性のシーリング(コーキング)材又ビードが多いが、必要に応じて、合わせガラス、網・線入りガラス、飛散防止フィルム貼るなど、ガラスの脱落・飛散を防止する措置が必要と考えられる。

また、大地震時には建具(扉)が開閉できなくなるおそれもある。特に避難経路にあたる建具(扉)に関しては配慮が必要である。

(3) 天井材について

耐力上の検討を有するものは、天井ふところが一般の場合に比べて相当大きいものや体

育館・講堂等の大面積の天井を有する場合である。

軽鉄下地による乾式工法による天井は、多くの建築物に使用されるが、特定室や大面積の天井等の場合には、「官庁施設の総合耐震計画基準解説 4. 3. 2 建築非構造部材の耐震設計」に定める設計用地震力により吊り材、水平材、斜め補強等の検討を行う。

(4) フリーアクセスフロアについて

フリーアクセスフロアは振動台による動的検証を行い、パネルの脱落・競り上がり・変位等で a ランク b ランクを判断する。なお、検証試験には部屋の用途により設定された積載物（重量・形状）を用いる。

床積載荷重（500 kg/m²程度以上）及び水平荷重（支柱頂部での地震時応答水平加速度 0.45G 以上）に対して、十分な耐力を有し、過大な変形を生じないこと、パネルの浮き上がり等による脱落を防止できる機構を備えていることを検証する。

(5) 間仕切り・内装材について

- ① 間仕切り及び内装材は、層間変位追従性能により選定し、耐力上の検討を行う。
- ② コンクリート、左官モルタル塗り、タイル張り、コンクリートブロック積み、石張り等は主として鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造等で、壁の多い建築物に使用する。

左官モルタル塗り、タイル張り及びコンクリートブロック積みを間仕切り及び内装材の場合には、次の事項に留意する。

A) 左官モルタル塗り、タイル張り等の工法は、地震動時に落下の危険性があるため、吹抜け、高所の部分には使用しない。

B) コンクリートブロック等の間仕切りの配筋等は、「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」（国土交通省大臣官房官庁営繕部制定）（以下「標準仕様書」という。）に準拠するほか、特殊な用途に使用する場合は、事前に十分な耐力上の検討を行う。

- ③ PC版、ALCパネル及び押出成形セメント板（ECP）の間仕切りは、全ての建築物に使用できるが、設計に当たっては、取付け部の工法等を十分に考慮する。

ALCパネル、PC版、押出成形セメント板（ECP）及び現場打ちコンクリート壁を間仕切りに使用する場合は、次の事項に留意する。

A) ALCパネル、PC版及び押出成形セメント板の開口部廻りについては、地震動時の層間変位に対して十分な検討を行い、必要に応じて開口部の補強を行う。

B) PC版の接合部について、設計時点で十分検討する。

C) 現場打ちコンクリートを間仕切りに使用する場合は、打設方法、打継ぎ箇所等を考え、大地震動時に大きな亀裂等の生じないように配慮する。

D) 押出し成形セメント板の取付けにおいて、横張り工法は外壁に準じて取付けを行う。

縦張り工法の場合は、パネルの上下 2 箇所固定し、上端を溝形鋼あるいは山形鋼を取付け下地に用い、下端を L 型の専用の金物で取り付ける（L 型金物工法）。

- ④ 軽量鉄骨下地ボード張り等の工法は、全ての建築物に使用できるが、使用に当たっては、開口部廻りの十分な補強等を行う。

間仕切りを軽量鉄骨下地とする場合には、次の事項に留意する。

軽量鉄骨下地ボード張りのスタッド、ランナー等の間隔、部材等は、標準仕様書に準拠するほか、ランナーは床版下と床版へ打込みピンで固定することを原則とする。なお、開口補強材の取付けは、あと施工アンカーを使用する。

- ⑤ 可動間仕切りは、全ての建築物に使用できるが、想定される建築物の変形に対し面内、面外とも追従できる構造とする。

可動間仕切りを使用する場合は次による。

＜鉄筋コンクリート造又は鉄骨鉄筋コンクリート造の場合＞

A) 可動間仕切りについては、1/200 の層間変形角（部材角）に対し、スライドなどによる目地等の損傷を生じさせない接合部とする。

B) 1/200 の層間変形角（部材角）に対し、面外方向にも追従し得る接合部とする。

＜鉄骨造の場合＞

A) 可動間仕切りについては、1/100 の層間変形角（部材角）に対し、スライドなどによる目地等の損傷を生じさせない接合部とする。

表 3.2 間仕切り及び内装材の構造体別構法等ランク

	間仕切り及び内装材			
	鉄骨造の構造体 (設計層間変形角 1/100)		鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造 の構造体 (設計層間変形角 1/200)	
a ランク	間仕切	(1)軽鉄下地ボード張り工法 (2)可動間仕切り	間仕切	(1)軽鉄下地ボード張り工法 (2)可動間仕切り
	ALC	(3)ロッキング構法 スライド構法 フットプレート構法 アンカー筋構法	ALC	(3)ロッキング構法 スライド構法 フットプレート構法 アンカー筋構法 ボルト止め構法 目地プレート構法
	ECP	(4)縦張り工法 横張り工法	ECP	(4)縦張り工法 横張り工法
b ランク			間仕切	
	ALC	(1)ボルト止め構法 目地プレート構法	ALC	
	ECP		ECP	L型金物構法
	他	(2)ガラスブロック等の仕上げで、パネル化してブロックに力が伝達しないようなディテールとしたもの	他	(1)コンクリート打放し塗装仕上げ (2)ガラスブロック等の仕上げで、パネル化してブロックに力が伝達しないようなディテールとしたもの

参考資料 官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 (H18 同基準及び解説 建築非構造部材等に係る地震被害状況調査・分析業務報告書)

⑥ 事務室内の家具、事務機器類について

事務室の家具を中心とした地震対策には、日常の使い方の工夫から本格的な建築物への固定まで様々な方法がある。事務室の効率性と安全性のバランスを考慮して、可能なものを実行する必要がある。

家具は、メーカー、機種により構造、機能が異なる。家具の地震対策を実施する場合には、それぞれのメーカーに問い合わせる必要がある。

表 3.3 家具等の災害時の現象

要素	現象
家具が置かれる階数	剛構造の建築物では、階数が高い程揺れが大きくなり、被害が大きい。
家具のレイアウト	部屋の中央に置かれた単体家具は被害が大きい。
収納物の収納状態	収納物を上部に片寄らせて収納すると、重心が高くなり転倒しやすくなる。
家具の形態、構造	積み重ね家具は落下しやすい。 支柱方式の棚は変形しやすい。
家具の寸法、重心位置、重量	奥行き狭い重心の高い家具は転倒しやすい。
床の仕上げ	Pタイルの床は滑りやすい。

参考資料 官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 (H18 同基準及び解説 建築非構造部材等に係る地震被害状況調査・分析業務報告書)

表 3.4 事務室の家具等の地震対策

対 象	使い方の工夫	設置方法の工夫
壁面収納家具	・収納家具の上には物を置かない ・重い物を下段に納め、重心を低くする ・棚爪、棚板は確実にセットする ・扉を閉めておく ・開き戸より引き違い戸の方が、収納物の落下・飛び出しに効果がある	・床や壁等にボルトで固定する方式が最も効果が高い ・積み重ね式家具では上下を連結した上で床・壁に固定する ・倒れないようにレイアウトにより安定化を図る ・各棚から物が落ちないように、落下防止材を取り付ける ・ガラスに飛散防止フィルムを貼る ・引き出し、扉をラッチ付きにする
部屋の中間に置かれた収納家具	・収納家具の上に落下しやすい危険な物を置かない ・重い物を下段に納め、重心を低くする ・棚爪、棚板は確実にセットする ・扉を閉めておく ・開き戸より引き違い戸の方が、収納物の落下・飛び出しに効果がある	・床に固定する ・背中合わせに家具を連結し、奥行きを増す ・倒れないようにレイアウトにより安定化を図る ・ガラスに飛散防止フィルムを貼る ・引き出し、扉をラッチ付きにする
机周辺	・机の棚の上に重い物を置かない ・机の下には避難できる空間を確保する ・ロック付キャスターは必ずロックする ・ラッチ付きの引き出しにする ・机のアジャスターは出しすぎない ・電気配線には余裕をもたせる	・机・テーブルは連結し、安定させる ・OA機器は机の天板に固定する。 ・机は床に固定する ・背の高い家具類は、できるだけ机と離す

書架・ 物品棚	・収納家具の上には物を置かない ・重い物を下段に納め、重心を低くする ・各棚から収納物をはみ出させない ・棚爪、棚板は確実にセットする ・許容積載重量を守る	・床・壁に固定する ・上部ツナギ材で連結し、安定化を図る（必ず床固定と併用する） ・各棚から物が落ちないように、落下防止材を取り付ける ・背面をブレース等で補強する
移動棚	・収納家具の上には物を置かない ・重い物を下段に納め、重心を低くする ・各棚から収納物をはみ出させない ・棚爪、棚板は確実にセットする ・許容積載重量を守る	・台車やレールに転倒防止金具を取り付ける ・上部転倒防止バーを取り付ける ・各棚から物が落ちないように、落下防止材を取り付ける
ローパー ディション		・倒れないようにレイアウトにより安定化を図る（直線配置を避け、コの字、L型、H型等のレイアウトにする） ・長い直線を作る場合には、補強パネルを入れる ・床、壁に固定する ・ガラス飛散防止フィルムを貼る
OAラック	・機器類をテーブルからはみ出させない ・上段に落下しやすいものを置かない ・下段にも機器等を収納し重心を下げる ・電気配線に余裕をもたせる	・壁に固定する ・機器類をラックに固定する ・キーボードには滑り止めシートを敷く
その他	・メインとなる避難通路は直線状に確保し、十分な通路幅を確保する ・避難通路、出入り口周辺には、転倒、移動しやすい家具は置かない ・避難誘導灯が見えるよう、遮蔽物は置かない ・背の高い収納家具は壁面に配置し、室内の見通しをよくする ・窓際には、転倒してガラスを割り屋外に落下する危険性のあるものは配置しない ・時計、掲示板、額縁等は落下しないようにしっかりと固定する	

参考資料 官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説（H18 同基準及び解説 建築非構造部材等に係る地震被害状況調査・分析業務報告書）

オフィス室内の壁、床、天井には様々な種類があり、家具を固定するのに十分な耐力を期待できないものも多い。最適な家具の固定方法は、対象となる壁、床、天井の構造や強度により異なるため、家具の固定工事には専門知識が必要である。現在のオフィスに多く採用されている壁、床、天井の種類と家具の固定方法の例は以下のとおりである。

⑦ 壁の種類と固定方法の例

（ア）コンクリートにモルタルやボードで仕上げた壁

下地はしっかりとしたコンクリート壁で、仕上げ材として石膏ボードやビニールクロスが貼られている。コンクリートに直接金具で固定する方法が最も確実である。

〔固定金具〕 アンカーボルト、Pレスアンカーなど

（イ）石こうボード（GL工法）壁

コンクリート壁に接着剤を使用してボードで仕上げた壁。コンクリートに達するようにアンカーボルトを打ち込み固定する。コンクリートとボードには隙間があるため、ボードを破壊することのないように穿孔深さに注意する必要がある。

〔固定金具〕 アンカーボルト、Pレスアンカーなど

(ウ) ALC板による壁

発泡コンクリート板による壁で、工場内で生産し、現場で鉄筋部分を溶接し、ビニールクロスなどで仕上げられる。下穴は深めに開け、孔内の切粉は入念に除去する必要がある。

〔固定金具〕 ALCアンカー

(エ) 軽量鉄骨下地壁(LGS)

通常多く見られる工法で、軽量鉄骨の下地にボードを貼った壁。軽量鉄骨にはタッピングネジ、ボードにはボードアンカーなどを利用して固定する。コンクリート壁に比べて強度が低く、あくまでも補助的な固定と考える。

〔固定金具〕 ドリルネジ、ターンナット、ボードアンカーなど

(オ) 可動間仕切壁

工場で生産されたスチールを主材料とした間仕切りで、支柱と化粧パネルで構成された間仕切壁である。強固なパネル保持力はなく、通常は収納家具などの固定には向かない。

〔固定金具〕 ドリルネジなど

⑧ 床の種類と固定方法の例

(ア) 床スラブにカーペットやPタイルで仕上げた床

床スラブに直接固定できるため、どの床よりも確実にしっかりと固定できる。

(イ) 二重床（フリーアクセスフロア）

i) 二重床を貫通して床スラブに固定する方法

直敷きタイプの床では、長いアンカーボルトにより床スラブに固定する。支柱一体型（支柱固定タイプ）と支柱分離型（支柱独立タイプでパネルロック付き）の場合には、床パネルの下に充填剤を使用してアンカーボルトで固定する。

ii) 床パネルに固定する方法

支柱分離型で床パネルが浮き上がらないようにロックがある場合、家具を床パネルに固定できるものもある。ただし、床スラブと支柱、支柱と床パネル、床パネルと家具との固定強度を確認する必要がある。

4. 検討結果

4－1. 構造体の危険性

1. 現施設の耐震診断調査より、1－2. 所見に、第1～第3庁舎の構造体についての所見を参照。

4－2. 避難経路の確保

地震等災害発生時に最も大切なことは、避難経路の確保であり、次のような点に日常的に留意しておく必要がある。

- ・メインとなる避難通路は直線状に確保し、十分な通路幅を確保する
- ・避難通路、出入り口周辺には、転倒、移動しやすい家具は置かない
- ・避難誘導灯が見えるよう、遮蔽物は置かない
- ・非構造部材の被害状況も考慮しておく
- ・背の高い収納家具は壁面に配置し、室内の見通しをよくする
- ・窓際には、転倒してガラスを割り屋外に落下する危険性のあるものは配置しない
- ・時計、掲示板、額縁等は落下しないようにしっかりと固定する

4－3. 地震時における現状施設の危険度

以上のようなことを踏まえ、地震時における各庁舎の懸念事項を列記し、図4.1～4.8に要点を図示した。

【第1庁舎】

- ・1階部分(窓口業務部分)の安全性

平屋部分と2階建て部分はエキスパンションジョイントを介した構造体であり、地震時の揺れが異なることが推測される。震度6,7程度の地震時にはお互いの構造体(2階スラブ)が衝突することに伴い、天井材等の落下が考えられる。

- ・2階部分の安全性

耐震診断に対する所見でも記述したが2階部分の安全性に問題がある。また、災害時の避難経路として確保されているか？また安全か？といったチェックが必要である。

- ・天井材の落下について

執務室は大空間ではなく、天井下地材も建設年次から木下地と推定されるので軽量ではあるが、水平材や斜め補強材の有無等落下防止対策が不明である。天井材等の落下も想定しておいた方がよいと考えられる。

- ・第2庁舎との渡り廊下部分はエキスパンションジョイントに拠っているため、ずれ等の一部崩壊や天井材の落下、窓ガラスの破損等が推測される。そのような事態が発生しても2方向に避難できるように経路が確保できていることが重要である。

- ・とくに、1階部分は、市民の来庁も多く、市民及び職員の避難路の確保及びガラスの飛

散や出口上部のモルタルの剥離などにも注意が必要である。

- ・他の庁舎にも共通して言えることであるが、書棚やキャビネットなどについては、耐震対策がなされておらずこれらの転倒による被害や避難路を遮蔽してしまうことも考えられる。

【第2庁舎】

- ・鉄骨造、外壁はALCパネル張りであるが、昭和49年完成であるため、パネル取付け工法が挿入筋構法又はカバー構法と思われる。過去の地震災害でも破損、落下している施工方法であり、危険性は高い。
- ・第3庁舎との渡り廊下部分はエキスパンションジョイントに拠っているため、ずれ等の一部崩壊が推測される。そのような事態が発生しても2方向に避難できるように経路が確保できていることが重要である。
- ・1階部分は人員密度が高く、かつ、廊下の幅や執務スペース内の余白も少ない状況にありスムーズな避難対応は困難であると考えられる。
- ・とくに、1階部分は高齢者やこども、障害者などの来庁も多く避難路の確保についてはとくに注意が必要である。
- ・天井裏には、アスベストが使用されており、地震による天井材落下後のアスベスト被爆の2次被害も想定される。

【第3庁舎】

- ・鉄骨造、外壁は第2庁舎と同様にALCパネル張りであり、昭和53年完成であるが、パネル取付け工法が、挿入筋構法又はカバー構法と考えられ、外壁材落下の危険性が高い。

【第4庁舎】

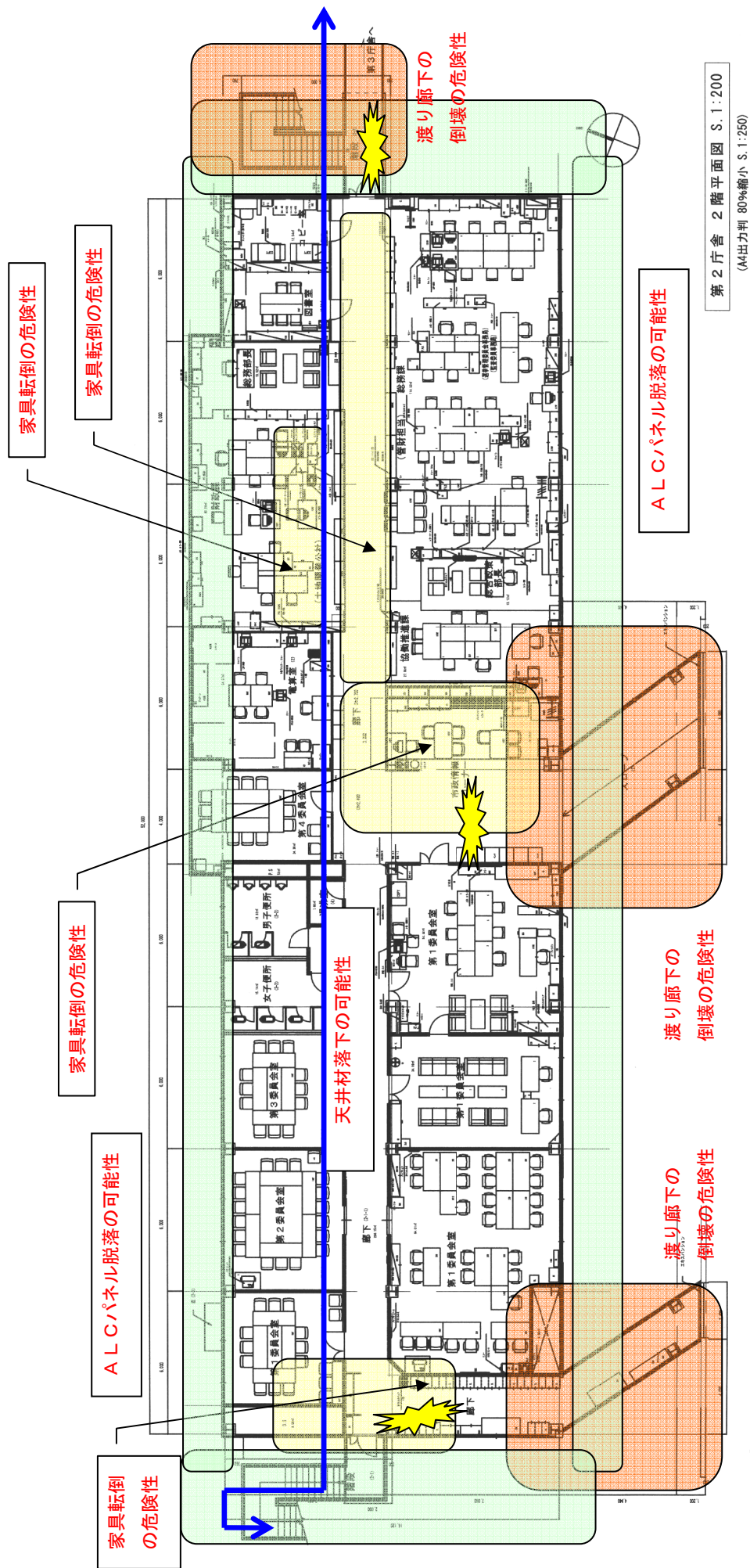
- ・プレファブ式軽量鉄骨造であり、耐震性能は低いと思われる。基礎、杭方式は不明であるが前面道路を重量車輛が通行すると振動するという現象もあり、危険性は高い。

[illegible]

[illegible]

第1号舍塔屋階平面图 S. 1:200

図 4.4 第2庁舎 2階 災害時に備える懸念事項



第2庁舎 2階平面図 S.1:200
(A4出力判 80%縮小 S.1:250)

図 4.5 第3庁舎 1階 災害時に備える懸念事項

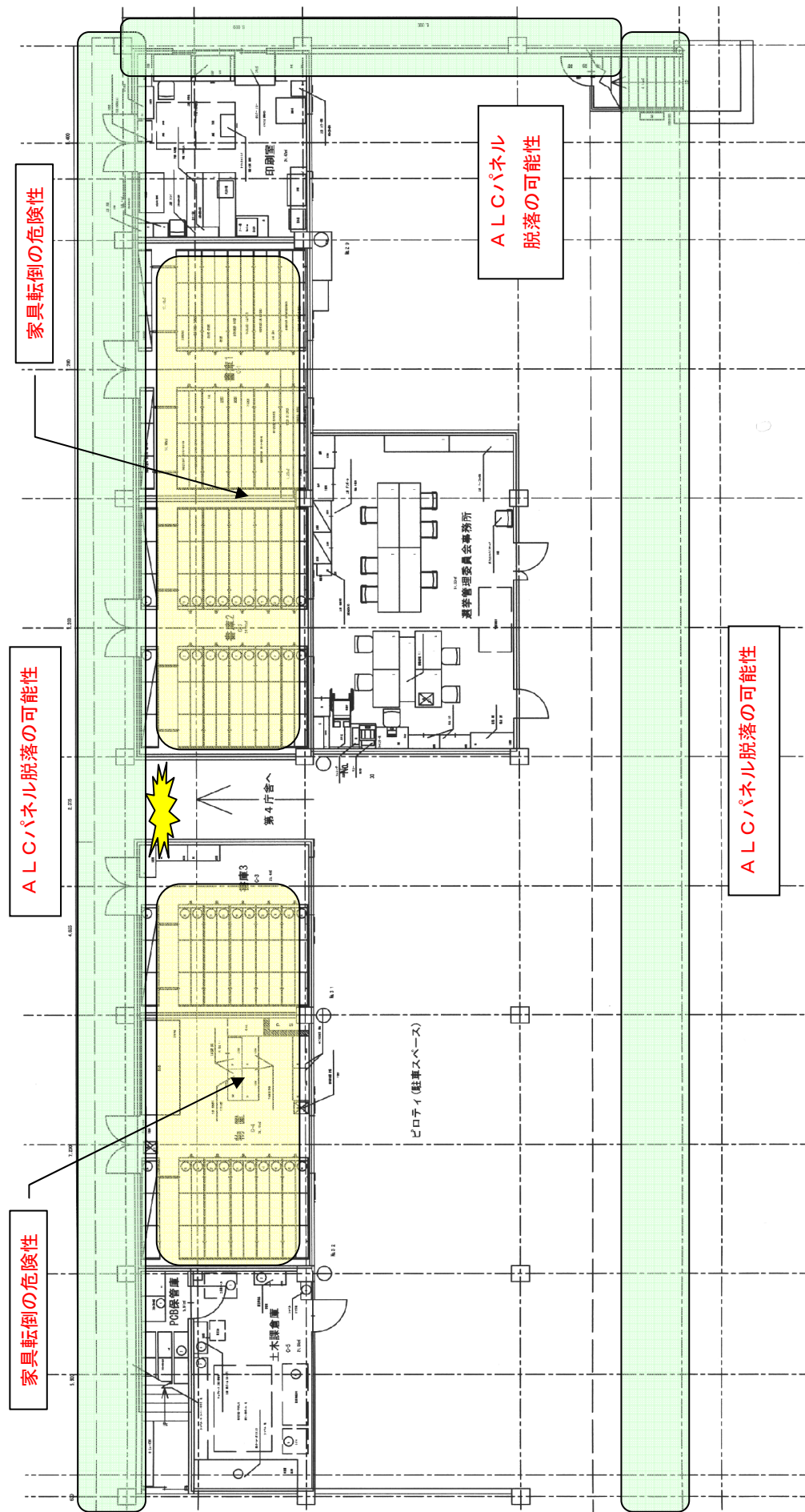
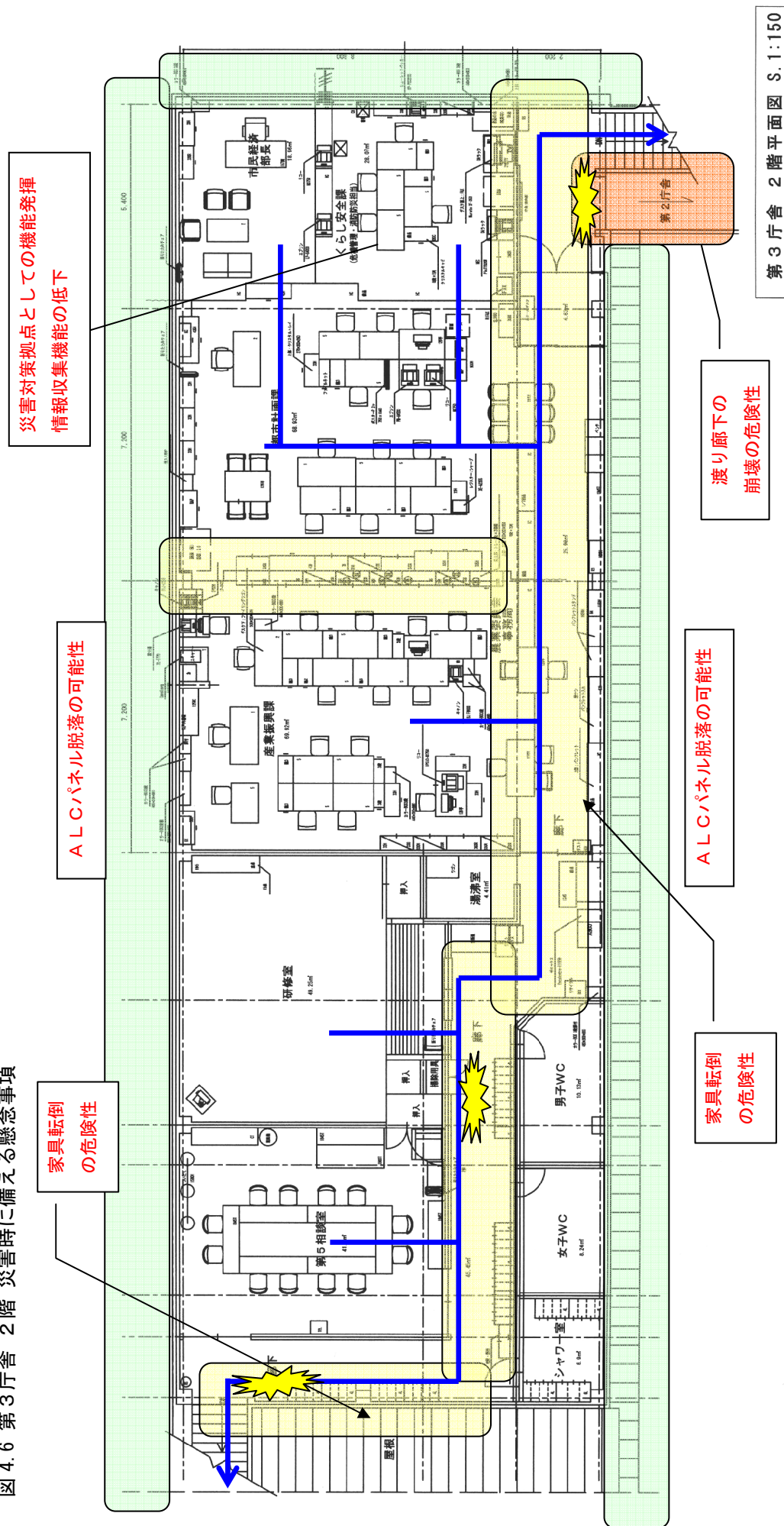


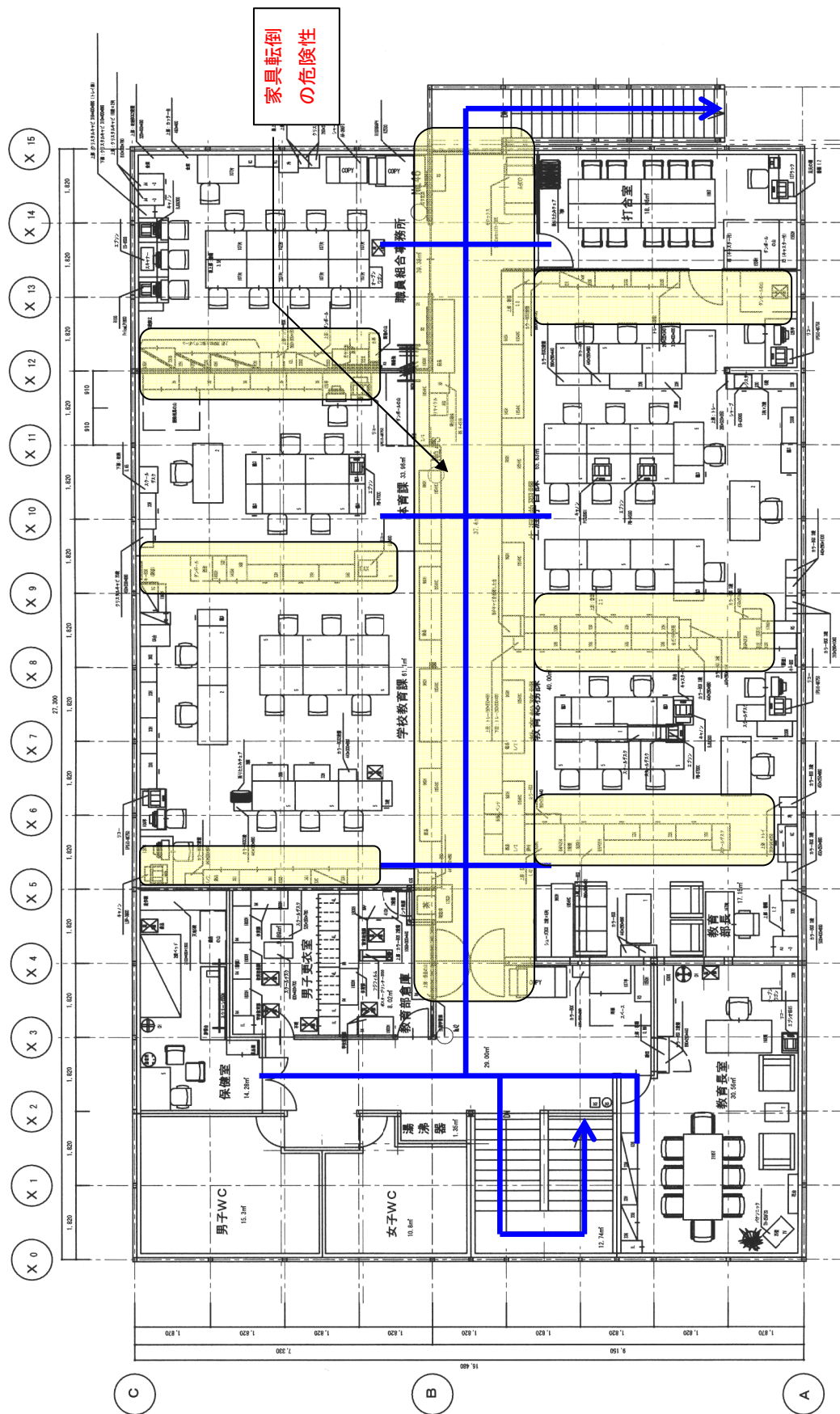
図 4.6 第3庁舎 2階 災害時に備える懸念事項



[illegible]

家具転倒
の危険性

図 4.8 第4庁舎 2階 災害時に備える懸念事項



5. 新庁舎の耐震安全性の目標

北本新市庁舎は地方自治体の庁舎ではあるが、地域の防災拠点としての役割も担うため、施設の耐震安全性の目標として『官庁施設の総合耐震計画基準』（建設大臣官房官庁営繕部監修）に準じて下記のように定めるものとする。

表 5.1 施設の耐震安全性の目標

部 位	分類	耐 震 安 全 性 の 目 標
構造体	I 類	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
	II 類	大地震動後、構造体の大きな補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて機能確保が図られている。
	III 類	大地震動により構造体の部分的な損傷は生じるが、建物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の安全確保が図られている。
建築非構造部材	A 類	大地震動後、災害応急対策活動や被災者の受け入れの円滑な実施、又は危険物の管理のうえで、支障となる建築非構造部材の損傷、移動等が発生しないことを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
	B 類	大地震動により建築非構造部材の損傷、移動等が発生する場合でも、人命の安全確保と二次災害の防止が図られている。
建築設備	甲類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られていると共に、大きな補修をすることなく、必要な設備機能を相当期間継続できる。
	乙類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られている。

【北本新市庁舎 施設の分類】

- ・ 構造体 : II 類
- ・ 建築非構造部材 : A 類
- ・ 建築設備 : 甲類

また、前述のように建築非構造部材に関しても設計段階において検討をする必要がある。

6. 考 察

これまでの検討を踏まえ、現状庁舎における大地震時の被害想定についてまとめる。なお、この考察については、耐震診断結果及び過去の事例などから推測されるものであり、必ずこのような被害が生じるといったものではない。

(1) 各曜日における来庁者数

来庁者調査による結果では、庁舎全体における来庁者数の平均が一番多い曜日は月曜日の459人であり、次いで金曜日428.5人、木曜日409.5人、火曜日387人、水曜日364人という順番となっており、一週間（5日間）の平均では、一日あたりの来庁者数は409.6人となっている。

また、庁舎ごとで一番来庁者が多いのは、第1庁舎の1階の一日あたり平均176.5人であり、次いで第2庁舎の1階161.7人となる。その他の庁舎については大きな差はないが、一日あたり、10人から25人程度の来庁者がある。（図2.1及び図2.2より）

(2) 各時間帯における来庁者数

各時間帯における来庁者数は、庁舎全体の平均では、10時台が一番多く68.4人、次いで11時台の61.3人となる。また、8時台及び、17時台においては来庁者数は極端に減るが、昼休みの12時台においては、33.1人、その他の時間帯においては50人程度の来庁者が常にある状況である。

また、庁舎ごとに見ると、第1庁舎1階及び第2庁舎1階でも全体平均と同様に10時、11時台が最も多く、その他の時間帯においても20人前後の来庁者が常にある状況にある。その他の庁舎については、時間帯における差異はほとんど見られないが、常に来庁者があることがわかる。

(3) 各庁舎における職員数

庁舎には当然のことながら、来庁者以外に職員が配置されており、庁舎全体では臨時職員や非常勤職員等も含めて、393人の職員がいる。「2 現状施設の利用度調査 図2.3～図2.10 現状施設 来庁者等利用度調査 庁内人員ボリュームイメージ」にも現しているように、第1庁舎1階には97名、第2庁舎1階には133名、その他の庁舎においても20名から50名の職員が配置されている。

(4) 被害想定

現状施設の危険度に、前述した各来庁者の状況を踏まえ、大地震時における被害想定を下記のようにまとめる。

耐震診断の結果では、第1庁舎及び第2庁舎については、震度6～7の地震に際して倒壊のおそれがあるとの結果が出ている。また、非構造部材の安全性についても、建物内部では、天井材の落下や事務室内の家具、事務機器類の転倒による事故や避難路の遮断、建物外部では、ALCパネルの脱落や、ガラスの飛散などの可能性があるとされている。

避難路となる出入り口についても、ドア枠等の変形により開閉が不可能となる可能性など

も想定されており、建物そのものが倒壊しなかった場合でも人命に関わる事故の発生が予想される。

仮に、月曜日の10時台に大地震が発生した場合、第1庁舎1階には来庁者と職員を合わせて284.5人、第2庁舎1階では338人、その他の庁舎においても30人から、60人の人員がいることとなり、程度の大小はあるものの、それらの人員全てが罹災する可能性がある。

特に、第1庁舎、第2庁舎については、倒壊の危険性や外壁の落下などの危険性が高いとともに、来庁者数及び職員数ともに多く、適切な避難経路の確保や2次被害の防止策を講じる必要がある。

併せて、庁舎は災害対策拠点となり、大地震発生後直ちにその機能を発揮する必要があるが、現在の庁舎の場合、大地震後には、構造体の破壊等への対応による補強が必要となるとともに、建物内部では落下した天井材やガラスなどの危険物が散乱している状況も考えられ、災害応急対策活動に適切に対応できない可能性が考えられる。

表 6.1 各庁舎における倒壊危険度の評価

庁舎	構造体の倒壊危険度	非構造部材の安全性	在庁人員※	評価
第1庁舎	震度6～7の地震に対して倒壊するおそれがある	- 天井材の落下 - 渡り廊下の倒壊の危険性 - 外壁及びガラスの落下、飛散の危険性等	1階 284.5人 2階 32人	大地震時に、人的被害が生じるおそれがある。 災害活動拠点としての利用は困難である。
第2庁舎	同上	同上	1階 338人 2階 55.5人	同上
第3庁舎	倒壊の危険性はない	同上	1階 - 2階 35人	災害対策拠点としての機能が発揮できない。
第4庁舎	倒壊の危険性はない (現行耐震基準で建築されている)	家具転倒の可能性	1階 62人 2階 55人	大地震時に人的被害が生じる可能性は少ない。

※在庁人員 月曜日10時台における来庁者数＋職員数の合計

《参考》

阪神大震災以降、構造体の破損による被害は減少する一方、天井やガラスなどの建築非構造部材の被害が注目されるようになっている。

最近の事例では、福岡市の商業施設のガラス破損・落下事故、釧路空港の管制棟天井落下事故、宮城県屋内プールの天井落下事故や人災にはならないまでも地震による壁材料や屋根材料の剥落や落下事故が多発している。

そのため居室内で人命保護の観点から、家具類や書架・書棚等に対する転倒防止や落下防止に対する対策もとられている。建築設備類の対策も同様である。事務所建築や官公庁施設では、什器類や事務機器類(重量物)の移動・転倒による事故対策も必要となる。阪神大震災でも発生しているが、玄関ドアや、建具の開閉機能の障害により避難ができないということも対策として重要である。

市役所庁舎という地震発生後の防災拠点としての機能保全を必要とする施設では、人命保護はもちろんであるが、構造躯体にひび割れや欠け等の補修、外壁や天井、内装、床、建具といったものが壊れないような措置が必要である。また、機能という面から見れば建築設備関係は、破損せずに使用できることが重要となる。

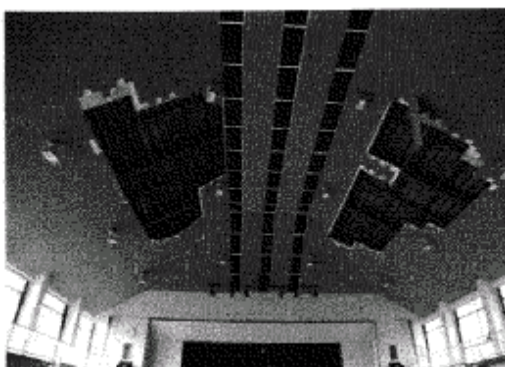
新築の建物については耐震設計法の導入や工法・材料等が開発され地震への配慮がなされるが、既存施設については耐震性が低く、建築非構造部材等も耐震対策がとられていない。また、非構造部材への耐震改修も難しいというのが現状である。

平成8年以降に発生した主な地震による被害のうち、部材ごとの被害状況を次に示す。

なお、地震の特徴と主な非構造部材の被害は次による。(() 内は震源地・深さ・マグニチュード・震度・地震の特徴を示す。)

① 平成13年 3月 芸予地震(安芸灘・51km・M6.4・震度6弱・短周期)

- ・在来工法による天井の脱落(写真①)
- ・システム天井の天井板の移動及び脱落
- ・壁部分のGRC板や石こうボードの脱落(写真②)



写真① 在来工法による天井の被害



写真② セッコウボード内壁の脱落被害

② 平成15年 5月 宮城県沖の地震(宮城県沖・72km・M7.1・震度6弱・長周期)

- ・カーテンウォールの水平部材の脱落
- ・天井パネルの落下
- ・(天井面からの設備機器の落下)

③ 平成15年 9月 十勝沖地震（釧路沖・42km・M8.0・震度6弱・長周期）

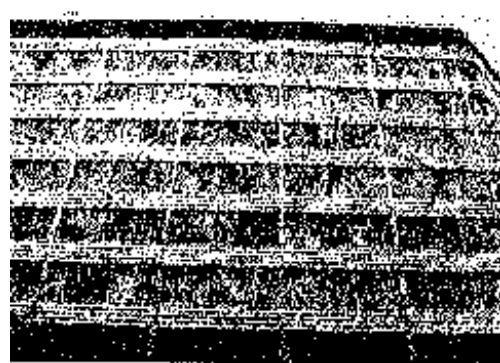
- ・空港ターミナルの天井（在来）の脱落（写真③）

〔クリップの破壊による天井落下。一体的な在来工法天井が連鎖的に落下し被害拡大〕

- ・ガラスブロック外壁のはらみ出し



写真③ 空港の天井（在来）の脱落*1



写真④ 窓ガラスの大量な破損

④ 平成16年10月 新潟県中越地震（小千谷市・13km・M6.8・震度7弱・短周期）

- ・S造建築物のALCパネル外壁の脱落
- ・体育館等の天井の脱落

⑤ 平成17年 3月 福岡県西方沖の地震（玄界灘・9km・M7.0・震度6弱・短周期）

- ・硬化性パテでとめられた、はめ殺し窓のガラスの破損及び落下
- ・非構造壁のせん断破壊によるドアの開閉不良
- ・体育館の天井の脱落

⑥ 平成17年 8月 宮城県沖の地震（牡鹿半島沖・42km・M7.2・震度6弱）

- ・スポーツ施設の天井の脱落
- 〔クリップの破壊による天井落下。大規模空間の天井が連鎖的に落下し被害拡大〕
- ・S造建築物のガラススクリーンの被害
- ・縦壁挿入筋工法のALCパネル外壁の脱落



写真⑤ 異形の在来工法天井の落下

（参考資料：清家剛ほか「特集 非構造部材の耐震設計・施工の安全性を問う」『建築技術』（平成18年9月））