

地下街関連法規

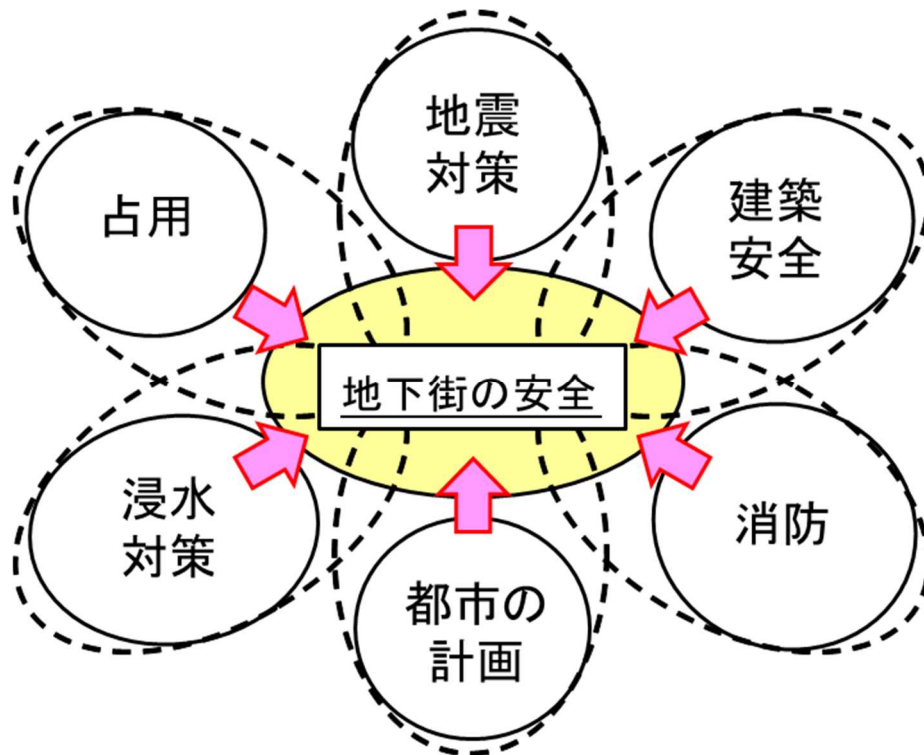
| | |
|----------------------|-------|
| 現行法における地下街の関係規定等について | 法規 1 |
| 建築基準法 | 法規 3 |
| 建築基準法施行令 | 法規 4 |
| 消防法 | 法規 6 |
| 消防法施行令 | 法規 8 |
| 消防法施行規則 | 法規 9 |
| 道路法 | 法規 10 |
| 道路法施行令 | 法規 11 |
| 水防法 | 法規 13 |
| 水防法施行規則 | 法規 16 |
| 津波防災地域づくりに関する法律 | 法規 19 |
| 都市再生特別措置法 | 法規 21 |
| 鉄道事業法 | 法規 25 |

現行法における地下街の関係規定等について

平成 13 年に「地下街に関する基本方針」が廃止されるまでは、建築基準法や消防法といった法令での規定に加え、同基本方針の中で、安全、衛生、管理等について規定されていた。現在は、建築基準法、消防法、道路法等の各法で地下街について個別に定められている状況である。

このように地下街・地下空間に関する法制度は多種多様であり、地下街・地下空間の安全確保には様々な制度が関与している。制度の隙間で防災対策にもれがないよう制度間の連携・整合を図りながら、地下街・地下空間の安全を確保することが重要となる。

【安全性確保のための連携のイメージ（地下街の場合）】



出典：社会資本整備審議会 都市マネジメント小委員会（国交省）

主な地下街の関係規定等

建築基準法
第 12 条 報告、検査等

建築基準法施行令
第 128 条の 3 地下街の各構えは、地下道に2メートル以上接しなければならない。

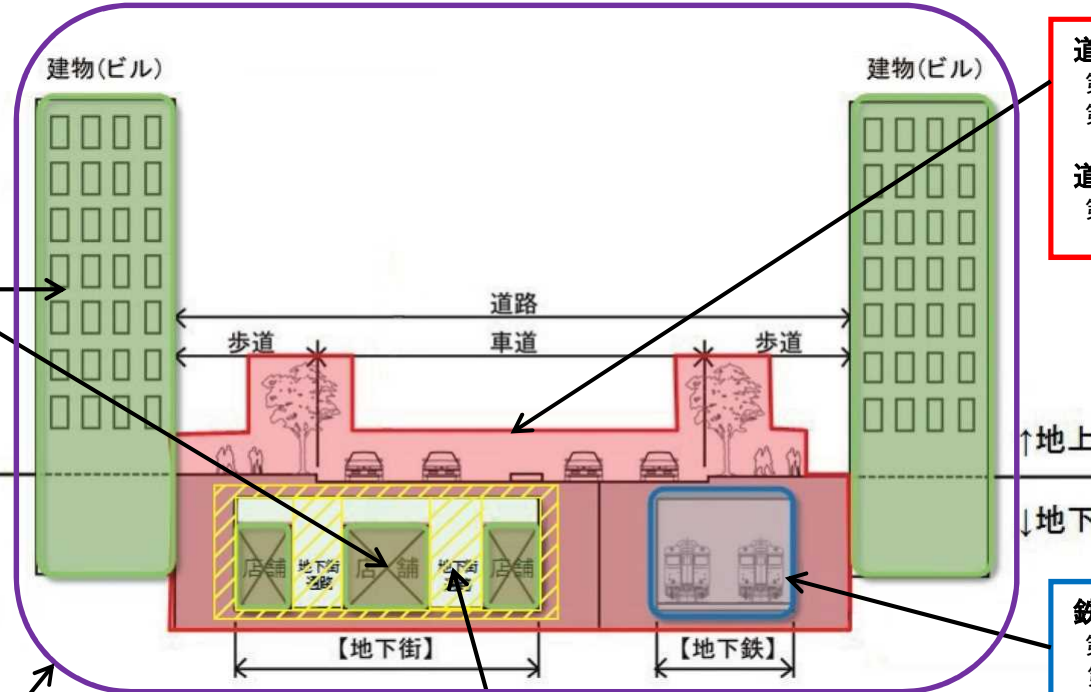
2 地下街の各構えが他の各構えに接する場合においては耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備で区画しなければならない。

4 地下街の各構えの居室の各部分から地下道への出入口の一に至る歩行距離は、30メートル以下でなければならない。

消防法
第 1 条 火災又は地震等の被害を軽減、社会公共の福祉増進
第 8 条 防火対象物の防火管理者、消防計画
第 17 条 地下街等消防の用に供する施設、防火用水、及び消火活動上必要な施設の設置、維持

消防法施行令
第 1 条の 2 防火管理者を定めなければならない防火対象物等

消防法施行規則
第 3 条 防火管理に係る消防計画



道路法
第 32 条 道路の占用の許可
第 33 条 道路の占用の許可基準

道路法施行令
第 12 条 構造に関する基準

鉄道事業法
第 18 条の 2 輸送の安全性の向上
第 18 条の 3 安全管理規定等

地下街防災推進事業の支援内容

- ①天井板等の補強
- ②備蓄倉庫の整備
- ③非常用発電設備の機能強化等
- ④浸水対策の機能整備 他

水防法
第 15 条 浸水想定区域における円滑かつ迅速な避難の確保及び浸水の防止のための措置
第 15 条の 2 地下街等の利用者の避難の確保及び浸水の防止のための措置に関する計画の策定等

建築基準法

最終改正年月日：平成二八年六月七日法律第七二号)

建築基準法における地下街に関する規定について

建築基準法に地下街の明確な規定はない。建築基準法第 2 条第 1 項に、建築物の定義がなされており、「地下工作物内に設ける事務所、店舗・・・」により「建築物」のため確認申請は必要と解される。

特殊建築物等の避難及び消火に関する技術的基準において、政令で「窓その他の開口部を有しない居室を有する建築物」が定められており、建築基準法施行令第百二十七条に、法第三十五条に掲げる建築物に適用することが規定され、建築基準法施行令第百二十八条の三に、地下街の各構えとして「敷地内の避難上及び消火上必要な通路等」の規定が列挙されている。

地下街に関する規定としては、建築基準法施行令第 128 条の 3(地下街)が昭和 34 年に規定されており、当初から地下道との接道要件、地下通路の幅員、天井高さの規定はあった。

その後、昭和 44 年に改正され、建築基準法施行令第 128 条の 3に現在の規定である耐火性能や非常用照明設備、排煙設備等の規定が追加されている。

(用語の定義)

第二条 この法律において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- 一 **建築物** 土地に定着する工作物のうち、屋根及び柱若しくは壁を有するもの(これに類する構造のものを含む。)、これに附属する門若しくは塀、観覧のための工作物又は地下若しくは高架の工作物内に設ける事務所、店舗、興行場、倉庫その他これらに類する施設(鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関する施設並びに跨(こ)線橋、プラットホームの上家、貯蔵槽その他これらに類する施設を除く。)をいい、建築設備を含むものとする。
- 二 **特殊建築物** 学校(専修学校及び各種学校を含む。以下同様とする。)、体育館、病院、劇場、観覧場、集会場、展示場、百貨店、市場、ダンスホール、遊技場、公衆浴場、旅館、共同住宅、寄宿舎、下宿、工場、倉庫、自動車車庫、危険物の貯蔵場、と畜場、火葬場、汚物処理場その他これらに類する用途に供する建築物をいう。

三号以下 ～省略

(特殊建築物等の避難及び消火に関する技術的基準)

第三十五条 別表第一(い)欄(一)項から(四)項までに掲げる用途に供する特殊建築物、階数が三以上である建築物、政令で定める窓その他の開口部を有しない居室を有する建築物又は延べ面積(同一敷地内に二以上の建築物がある場合においては、その延べ面積の合計)が千平方メートルをこえる建築物については、廊下、階段、出入口その他の避難施設、消火栓(せん)、スプリンクラー、貯水槽(そう)その他の消火設備、排煙設備、非常用の照明装置及び進入口並びに敷地内の避難上及び消火上必要な通路は、政令で定める技術的基準に従つて、避難上及び消火上支障がないようにしなければならない。

別表第一 耐火建築物等としなければならない特殊建築物(第六条、第二十一条、第二十七条、第二十八条、第三十五条—第三十五条の三、第九十条の三関係)

| | (い) | (ろ) | (は) | (に) |
|-----|--|--------------|--|----------------------|
| | 用途 | (い)欄の用途に供する階 | (い)欄の用途に供する部分 (一)項の場合にあつては客席、(二)項及び(四)項の場合にあつては二階、(五)項の場合にあつては三階以上の部分に限り、かつ、病院及び診療所についてはその部分に患者の収容施設がある場合に限る。)の床面積の合計 | (い)欄の用途に供する部分の床面積の合計 |
| (一) | 劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場その他これらに類するもので政令で定めるもの | 三階以上の階 | 二百平方メートル(屋外観覧席にあつては、千平方メートル)以上 | |
| (二) | 病院、診療所(患者の収容施設があるものに限る。)、ホテル、旅館、下宿、共同住宅、寄宿舎その他これらに類するもので政令で定めるもの | 三階以上の階 | 三百平方メートル以上 | |
| (三) | 学校、体育館その他これらに類するもので政令で定めるもの | 三階以上の階 | 二千平方メートル以上 | |
| (四) | 百貨店、マーケット、展示場、キャバレー、カフェー、ナイトクラブ、バー、ダンスホール、遊技場その他これらに類するもので政令で定めるもの | 三階以上の階 | 五百平方メートル以上 | |
| (五) | 倉庫その他これに類するもので政令で定めるもの | | 二百平方メートル以上 | 千五百平方メートル以上 |
| (六) | 自動車車庫、自動車修理工場その他これらに類するもので政令で定めるもの | 三階以上の階 | | 百五十平方メートル以上 |

建築基準法施行令

最終改正年月日:平成二五年七月一二日政令第二一七号

(耐火建築物等としなければならない特殊建築物)

第百十五条の三 法別表第一(い)欄の(二)項から(四)項まで及び(六)項(法第八十七条第三項において法第二十七条の規定を準用する場合を含む。)に掲げる用途に類するもので政令で定めるものは、それぞれ次の各号に掲げるものとする。

- 一 (二)項の用途に類するもの 児童福祉施設等(幼保連携型認定こども園を含む。以下同じ。)
- 二 (三)項の用途に類するもの 博物館、美術館、図書館、ボーリング場、スキー場、スケート場、水泳場又はスポーツの練習場
- 三 (四)項の用途に類するもの 公衆浴場、待合、料理店、飲食店又は物品販売業を営む店舗(床面積が十平方メートル以内のものを除く。)
- 四 (六)項の用途に類するもの 映画スタジオ又はテレビスタジオ

第六節 敷地内の避難上及び消火上必要な通路等

(適用の範囲)

第二百二十七条 この節の規定は、法第三十五条に掲げる建築物に適用する。

(地下街)

第二百二十八条の三 地下街の各構えは、次の各号に該当する地下道に二メートル以上接しなければならない。ただし、公衆便所、公衆電話所その他これらに類するものにあつては、その接する長さを二メートル未満とすることができる。

- 一 壁、柱、床、はり及び床版は、国土交通大臣が定める耐火に関する性能を有すること。
- 二 幅員五メートル以上、天井までの高さ三メートル以上で、かつ、段及び八分の一をこえる勾配の傾斜路を有しないこと。
- 三 天井及び壁の内面の仕上げを不燃材料でし、かつ、その下地を不燃材料で造っていること。
- 四 長さが六十メートルをこえる地下道にあつては、避難上安全な地上に通ずる直通階段で第二十三条第一項の表の(二)に適合するものを各構えの接する部分からその一に至る歩行距離が三十メートル以下となるように設けていること。
- 五 末端は、当該地下道の幅員以上の幅員の出入口で道に通ずること。ただし、その末端の出入口が二以上ある場合においては、それぞれの出入口の幅員の合計が当該地下道の幅員以上であること。
- 六 非常用の照明設備、排煙設備及び排水設備で国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものを設けていること。

2 地下街の各構えが当該地下街の他の各構えに接する場合においては、当該各構えと当該他の各構えとを耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備で第十二条第十四項第二号に規定する構造であるもので区画しなければならない。

3 地下街の各構えは、地下道と耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備で第十二条第十四項第二号に規定する構造であるもので区画しなければならない。

4 地下街の各構えの居室の各部分から地下道(当該居室の各部分から直接地上へ通ずる通路を含む。)への出入口の一に至る歩行距離は、三十メートル以下でなければならない。

5 第十二条第五項から第十一項まで及び第十四項から第十六項まで並びに第二十九条の二の五第一項第七号(第十二条第十五項に関する部分に限る。)の規定は、地下街の各構えについて準用する。

この場合において、第十二条第五項中「建築物の十一階以上の部分で、各階の」とあるのは「地下街の各構えの部分で」と、同条第六項及び第七項中「建築物」とあるのは「地下街の各構え」と、同条第九項中「主要構造部を準耐火構造とし、かつ、地階又は三階以上の階に居室を有する建築物」とあるのは「地下街の各構え」と、「建築物の部分」とあるのは「地下街の各構えの部分」と、「準耐火構造」とあるのは「耐火構造」と、同条第十項中「準耐火構造」とあるのは「耐火構造」と、第二十九条の二の五第一項第七号中「第十五条の二の二第一項第一号に掲げる基準に適合する準耐火構造」とあるのは「耐火構造」と読み替えるものとする。

6 地方公共団体は、他の工作物との関係その他周囲の状況により必要と認める場合においては、条例で、前各項に定める事項につき、これらの規定と異なる定めをすることができる。

消防法

最終改正年月日:平成二五年六月一四日法律第四四号

第一条 この法律は、火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害による被害を軽減するほか、災害等による傷病者の搬送を適切に行い、もつて安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資することを目的とする。

第八条 学校、病院、工場、事業場、興行場、百貨店(これに準ずるものとして政令で定める大規模な小売店舗を含む。以下同じ。)、複合用途防火対象物(防火対象物で政令で定める二以上の用途に供されるものをいう。以下同じ。)その他多数の者が出入し、勤務し、又は居住する防火対象物で政令で定めるものの管理について権原を有する者は、政令で定める資格を有する者のうちから防火管理者を定め、当該防火対象物について消防計画の作成、当該消防計画に基づく消火、通報及び避難の訓練の実施、消防の用に供する設備、消防用水又は消火活動上必要な施設の点検及び整備、火気の使用又は取扱いに関する監督、避難又は防火上必要な構造及び設備の維持管理並びに収容人員の管理その他防火管理上必要な業務を行なわせなければならない。

- 2 前項の権原を有する者は、同項の規定により防火管理者を定めたときは、遅滞なくその旨を所轄消防長又は消防署長に届け出なければならない。これを解任したときも、同様とする。
- 3 消防長又は消防署長は、第一項の防火管理者が定められていないと認める場合には、同項の権原を有する者に対し、同項の規定により防火管理者を定めるべきことを命ずることができる。
- 4 消防長又は消防署長は、第一項の規定により同項の防火対象物について同項の防火管理者の行うべき防火管理上必要な業務が法令の規定又は同項の消防計画に従って行われていないと認める場合には、同項の権原を有する者に対し、当該業務が当該法令の規定又は消防計画に従って行われるように必要な措置を講ずべきことを命ずることができる。
- 5 第五条第三項及び第四項の規定は、前二項の規定による命令について準用する。

第八条の二 高層建築物(高さ三十一メートルを超える建築物をいう。第八条の三第一項において同じ。)その他政令で定める防火対象物で、その管理について権原が分かれているもの又は地下街(地下の工作物内に設けられた店舗、事務所その他これらに類する施設で、連続して地下道に面して設けられたものと当該地下道とを合わせたものをいう。以下同じ。)でその管理について権原が分かれているものうち消防長若しくは消防署長が指定するものの管理について権原を有する者は、これらの防火対象物について、消防計画の作成その他の防火管理上必要な業務に関する事項で総務省令で定めるものを、協議して、定めておかなければならない。

- 2 前項の権原を有する者は、同項の総務省令で定める事項を定めたときは、遅滞なく、その旨を所轄消防長又は消防署長に届け出なければならない。当該事項を変更したときも、同様とする。
- 3 消防長又は消防署長は、第一項の総務省令で定める事項が定められていないと認める場合には、同項の権原を有する者に対し、同項の規定により当該事項を定めるべきことを命ずることができる。
- 4 第五条第三項及び第四項の規定は、前項の規定による命令について準用する。

第八条の二の四 学校、病院、工場、事業場、興行場、百貨店、旅館、飲食店、地下街、複合用途防火対象物その他の防火対象物で政令で定めるものの管理について権原を有する者は、当該防火対象物の廊下、階段、避難口その他の避難上必要な施設について避難の支障になる物件が放置され、又はみだりに存置されないように管理し、かつ、防火戸についてその閉鎖の支障になる物件が放置され、又はみだりに存置されないように管理しなければならない。

第八条の二の五 第八条第一項の防火対象物のうち多数の者が出入するものであり、かつ、大規模なものとして政令で定めるものの管理について権原を有する者は、政令で定めるところにより、当該防火対象物に自衛消防組織を置かなければならない。

- 2 前項の権原を有する者は、同項の規定により自衛消防組織を置いたときは、遅滞なく自衛消防組織の要員の現況その他総務省令で定める事項を所轄消防長又は消防署長に届け出なければならない。当該事項を変更したときも、同様とする。
- 3 消防長又は消防署長は、第一項の自衛消防組織が置かれていないと認める場合には、同項の権原を有する者に対し、同項の規定により自衛消防組織を置くべきことを命ずることができる。
- 4 第五条第三項及び第四項の規定は、前項の規定による命令について準用する。

第八条の三 高層建築物若しくは地下街又は劇場、キャバレー、旅館、病院その他の政令で定める防火対象物において使用する防災対象物品(どん帳、カーテン、展示用合板その他これらに類する物品で政令で定めるものをいう。以下同じ。)は、政令で定める基準以上の防災性能を有するものでなければならない。

- 2 防災対象物品又はその材料で前項の防災性能を有するもの(以下この条において「防災物品」という。)には、総務省令で定めるところにより、同項の防災性能を有するものである旨の表示を附することができる。
- 3 何人も、防災対象物品又はその材料に、前項の規定により表示を附する場合及び工業標準化法(昭和二十四年法律第百八十五号)その他政令で定める法律の規定により防災対象物品又はその材料の防災性能に関する表示で総務省令で定めるもの(以下この条において「指定表示」という。)を附する場合を除くほか、同項の表示又はこれと紛らわしい表示を附してはならない。
- 4 防災対象物品又はその材料は、第二項の表示又は指定表示が附されているものでなければ、防災物品として販売し、又は販売のために陳列してはならない。
- 5 第一項の防火対象物の関係者は、当該防火対象物において使用する防災対象物品について、当該防災対象物品若しくはその材料に同項の防災性能を与えるための処理をさせ、又は第二項の表示若しくは指定表示が附されている生地その他の材料からカーテンその他の防災対象物品を作製させたときは、総務省令で定めるところにより、その旨を明らかにしておかなければならない。

第十七条 学校、病院、工場、事業場、興行場、百貨店、旅館、飲食店、地下街、複合用途防火対象物その他の防火対象物で政令で定めるものの関係者は、政令で定める消防の用に供する設備、消防用水及び消火活動上必要な施設(以下「消防用設備等」という。)について消火、避難その他の消防の活動のために必要とされる性能を有するように、政令で定める技術上の基準に従って、設置し、及び維持しなければならない。

- 2 市町村は、その地方の気候又は風土の特殊性により、前項の消防用設備等の技術上の基準に関する政令又はこれに基づく命令の規定のみによっては防火の目的を十分に達し難いと認めるときは、条例で、同項の消防用設備等の技術上の基準に関して、当該政令又はこれに基づく命令の規定と異なる規定を設けることができる。
- 3 第一項の防火対象物の関係者が、同項の政令若しくはこれに基づく命令又は前項の規定に基づく条例で定める技術上の基準に従って設置し、及び維持しなければならない消防用設備等に代えて、特殊の消防用設備等その他の設備等(以下「特殊消防用設備等」という。)であつて、当該消防用設備等と同等以上の性能を有し、かつ、当該関係者が総務省令で定めるところにより作成する特殊消防用設備等の設置及び維持に関する計画(以下「設備等設置維持計画」という。)に従って設置し、及び維持するものとして、総務大臣の

認定を受けたものを用いる場合には、当該消防用設備等(それに代えて当該認定を受けた特殊消防用設備等が用いられるものに限る。)については、前二項の規定は、適用しない。

消防法施行令

最終改正年月日:平成二五年一月二七政令第三六八号

(防火管理者を定めなければならない防火対象物等)

第一条の二 法第八条第一項の政令で定める大規模な小売店舗は、延べ面積が千平方メートル以上の小売店舗で百貨店以外のものとする。

2 法第八条第一項の政令で定める二以上の用途は、異なる二以上の用途のうち別表第一(一)項から(十五)項までに掲げる防火対象物の用途のいずれかに該当する用途が含まれている場合における当該二以上の用途とする。この場合において、当該異なる二以上の用途のうち、一の用途で、当該一の用途に供される防火対象物の部分とその管理についての権原、利用形態その他の状況により他の用途に供される防火対象物の部分の従属的な部分を構成すると認められるものがあるときは、当該一の用途は、当該他の用途に含まれるものとする。

3 法第八条第一項の政令で定める防火対象物は、次に掲げる防火対象物とする。

一 別表第一に掲げる防火対象物(同表(十六の三)項及び(十八)項から(二十)項までに掲げるものを除く。次条において同じ。)のうち、次に掲げるもの

イ 別表第一(六)項ロ、(十六)項イ及び(十六の二)項に掲げる防火対象物(同表(十六)項イ及び(十六の二)項に掲げる防火対象物にあつては、同表(六)項ロに掲げる防火対象物の用途に供される部分が存するものに限る。)で、当該防火対象物に出入し、勤務し、又は居住する者の数(以下「収容人員」という。)が十人以上のもの

ロ 別表第一(一)項から(四)項まで、(五)項イ、(六)項イ、ハ及びニ、(九)項イ、(十六)項イ並びに(十六の二)項に掲げる防火対象物(同表(十六)項イ及び(十六の二)項に掲げる防火対象物にあつては、同表(六)項ロに掲げる防火対象物の用途に供される部分が存するものを除く。)で、収容人員が三十人以上のもの

ハ 別表第一(五)項ロ、(七)項、(八)項、(九)項ロ、(十)項から(十五)項まで、(十六)項ロ及び(十七)項に掲げる防火対象物で、収容人員が五十人以上のもの

二 新築の工事中の次に掲げる建築物で、収容人員が五十人以上のものうち、総務省令で定めるもの

イ 地階を除く階数が十一以上で、かつ、延べ面積が一万平方米以上である建築物

ロ 延べ面積が五万平方米以上である建築物

ハ 地階の床面積の合計が五万平方米以上である建築物

三 建造中の旅客船(船舶安全法(昭和八年法律第十一号)第八条に規定する旅客船をいう。)で、収容人員が五十人以上で、かつ、甲板数が十一以上のものうち、総務省令で定めるもの

4 収容人員の算定方法は、総務省令で定める。

別表第一

| | |
|--------|-----|
| (16の2) | 地下街 |
|--------|-----|

※別表第一は関連部分のみの抜粋

消防法施行規則

昭和三十六年自治省令第六号

(防火管理に係る消防計画)

第三条 防火管理者は、令第三条の二第一項の規定により、防火対象物の位置、構造及び設備の状況並びにその使用状況に応じ、次の各号に掲げる区分に従い、おおむね次の各号に掲げる事項について、当該防火対象物の管理について権原を有する者の指示を受けて防火管理に係る消防計画を作成し、別記様式第一号の二の届出書によりその旨を所轄消防長(消防本部を置かない市町村においては、市町村長。以下同じ。)又は消防署長に届け出なければならない。防火管理に係る消防計画を変更するときも、同様とする。

- 一 令第一条の二第三項第一号に掲げる防火対象物及び同項第二号に掲げる防火対象物(仮使用認定を受けたもの又はその部分に限る。)
 - イ 自衛消防の組織に関すること。
 - ロ 防火対象物についての火災予防上の自主検査に関すること。
 - ハ 消防用設備等又は法第十七条第三項に規定する特殊消防用設備等(以下「特殊消防用設備等」という。)の点検及び整備に関すること。
- 二 避難通路、避難口、安全区画、防煙区画その他の避難施設の維持管理及びその案内に関すること。**
 - ホ 防火壁、内装その他の防火上の構造の維持管理に関すること。
 - ヘ 定員の遵守その他収容人員の適正化に関すること。
 - ト 防火管理上必要な教育に関すること。
 - チ 消火、通報及び避難の訓練その他防火管理上必要な訓練の定期的な実施に関すること。
- リ 火災、地震その他の災害が発生した場合における消火活動、通報連絡及び避難誘導に関すること。**
 - ヌ 防火管理についての消防機関との連絡に関すること。
 - ル 増築、改築、移転、修繕又は模様替えの工事中の防火対象物における防火管理者又はその補助者の立会いその他火気の使用又は取扱いの監督に関すること。
 - ロ イからルまでに掲げるもののほか、防火対象物における防火管理に関し必要な事項

道路法

最終改正年月日:平成二八年三月三一日法律第一九号

(道路の占用の許可)

第三十二条 道路に次の各号のいずれかに掲げる工作物、物件又は施設を設け、継続して道路を使用しようとする場合においては、道路管理者の許可を受けなければならない。

- 一 電柱、電線、変圧塔、郵便差出箱、公衆電話所、広告塔その他これらに類する工作物
- 二 水管、下水道管、ガス管その他これらに類する物件
- 三 鉄道、軌道その他これらに類する施設
- 四 歩廊、雪よけその他これらに類する施設
- 五 地下街、地下室、通路、浄化槽その他これらに類する施設
- 六 露店、商品置場その他これらに類する施設
- 七 前各号に掲げるものを除く外、道路の構造又は交通に支障を及ぼす虞のある工作物、物件又は施設で政令で定めるもの

2 前項の許可を受けようとする者は、左の各号に掲げる事項を記載した申請書を道路管理者に提出しなければならない。

- 一 道路の占用(道路に前項各号の一に掲げる工作物、物件又は施設を設け、継続して道路を使用することをいう。以下同じ。)の目的
- 二 道路の占用の期間
- 三 道路の占用の場所

四 工作物、物件又は施設の構造

- 五 工事実施の方法
- 六 工事の時期
- 七 道路の復旧方法

3 第一項の規定による許可を受けた者(以下「道路占用者」という。)は、前項各号に掲げる事項を変更しようとする場合においては、その変更が道路の構造又は交通に支障を及ぼす虞のないと認められる軽易なもので政令で定めるものである場合を除く外、あらかじめ道路管理者の許可を受けなければならない。

4 第一項又は前項の規定による許可に係る行為が道路交通法第七十七条第一項の規定の適用を受けるものである場合においては、第二項の規定による申請書の提出は、当該地域を管轄する警察署長を経由して行なうことができる。この場合において、当該警察署長は、すみやかに当該申請書を道路管理者に送付しなければならない。

5 道路管理者は、第一項又は第三項の規定による許可を与えようとする場合において、当該許可に係る行為が道路交通法第七十七条第一項の規定の適用を受けるものであるときは、あらかじめ当該地域を管轄する警察署長に協議しなければならない。

(道路の占用の許可基準)

第三十三条 道路管理者は、道路の占用が前条第一項各号のいずれかに該当するものであつて道路の敷地外に余地がないためにやむを得ないものであり、かつ、同条第二項第二号から第七号までに掲げる事項について政令で定める基準に適合する場合に限り、同条第一項又は第三項の許可を与えることができる。

2 次に掲げる工作物又は施設で前項の規定に基づく政令で定める基準に適合するものための道路の占用については、同項の規定にかかわらず、前条第一項又は第三項の許可を与えることができる。

- 一 前条第一項第五号から第七号までに掲げる工作物、物件又は施設のうち、高架の道路の路面下に設けられる工作物又は施設で、当該高架の道路の路面下の区域をその合理的な利用の観点から継続して使用するにふさわしいと認められるもの
- 二 前条第一項第五号から第七号までに掲げる工作物、物件又は施設のうち、高速自動車国道又は第四十八条の四に規定する自動車専用道路の連結路附属地(これらの道路のうち、これらの道路と当該道路以外の交通の用に供する通路その他の施設とを連結する部分で国土交通省令で定める交通の用に供するものに附属する道路の区域内の土地をいう。以下この号において同じ。)に設けられるこれらの道路の通行者の利便の増進に資する施設で、当該連結路附属地をその合理的な利用の観点から継続して使用するにふさわしいと認められるもの
- 三 前条第一項第一号、第四号又は第七号に掲げる工作物、物件又は施設のうち、並木、街灯その他道路(高速自動車国道及び第四十八条の四に規定する自動車専用道路を除く。以下この号において同じ。)の管理上当該道路の区域内に設けることが必要なものとして政令で定める工作物又は施設で、道路交通環境の向上を図る活動を行うことを目的とする特定非営利活動促進法(平成十年法律第七号)第二条第二項に規定する特定非営利活動法人その他の営利を目的としない法人又はこれに準ずるものとして国土交通省令で定める者が設けるもの

道路法施行令

最終改正年月日:平成二八年三月三十一日政令第三一三号

(構造に関する基準)

第十二条 法第三十二条第二項第四号に掲げる事項についての法第三十三条第一項の政令で定める基準は、次のとおりとする。

- 一 地上に設ける場合においては、次のいずれにも適合する構造であること。
 - イ 倒壊、落下、はく離、汚損、火災、荷重、漏水その他の事由により道路の構造又は交通に支障を及ぼすことがないと認められるものであること。
 - ロ 電柱の脚釘は、路面から一・八メートル以上の高さに、道路の方向と平行して設けるものであること。
 - ハ 特定仮設店舗等又は第七条第八号に掲げる施設(特定連結路附属地に設けるものを除く。)にあつては、必要最小限度の規模であり、かつ、道路の交通に及ぼす支障をできる限り少なくするものであること。
- 二 **地下に設ける場合においては、次のいずれにも適合する構造であること。**
 - イ 堅固で耐久性を有するとともに、道路及び地下にある他の占用物件の構造に支障を及ぼさないものであること。**
 - ロ 車道に設ける場合においては、道路の強度に影響を与えないものであること。**
 - ハ 電線、水管、下水道管、ガス管又は石油管については、各戸に引き込むために地下に設けるものその他国土交通省令で定めるものを除き、国土交通省令で定めるところにより、当該占用物件の名称、管理者、埋設した年その他の保安上必要な事項を明示するものであること。
- 三 橋又は高架の道路に取り付ける場合においては、当該橋又は高架の道路の強度に影響を与えない構造であること。
- 四 特定連結路附属地に設ける場合においては、次のいずれにも適合する構造であること。
 - イ 連結路及び連結路により連結される道路の見通しに支障を及ぼさないものであること。

ロ 当該工作物、物件又は施設の規模及び用途その他の状況に応じ、当該工作物、物件又は施設と連絡する道路の安全かつ円滑な交通に支障を及ぼさないように、必要な規模の駐車場及び適切な構造の通路その他の施設を設けるものであること。

地下街における止水板の設置について

水防法に基づき、国及び都道府県は「洪水浸水想定区域」を指定し、指定区域に「地下街等(不特定かつ多数の者が利用する施設)」がある場合、地下街等の所有者又は管理者は、「避難確保・浸水防止計画」を策定しなければならない。

「避難確保・浸水防止計画」は、水防法施行規則第12条に定めるべき事項が列挙されており、①防災体制に関する事項、②避難の誘導に関する事項、③浸水の防止のための活動に関する事項、④避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図るための施設の整備に関する事項、⑤防災教育及び訓練の実施に関する事項、⑥自衛水防組織の業務に関する事項を定める必要がある。

さらに、第2項において、「地下街等の所有者又は管理者は、雨水出水に係る前項の計画において同項第二号に掲げる事項(②避難の誘導に関する事項)を定めるときは、当該地下街等の利用者の全てが安全に避難できることを国土交通大臣が定める方法により確認するものとする。」とされている。

国土交通省告示第八百七十一号に、「安全な避難」とは、想定最大規模降雨によって、地下街等において避難上支障がある高さまで浸水している又は避難上支障がある流量に達している避難経路上の地点を通過することなく、当該地下街等の利用者の全てが当該地下街等の各部分から地上に避難できることをいう。」と規定されている。

安全な避難が確保されていることを確認する方法は、避難行動に要する時間が、浸水により避難困難になる時間(水深が30cmに達するまでに要する時間)を超えないことと規定されている。

法による規定は以上であり、地下街における止水板の設置について直接的に義務を課している条文はない。ただし、浸水想定区域内における地下街において、安全な避難誘導に関する事項を定める必要があり、安全な避難時間を確保するために、浸水による避難困難になる時間を確保するため、ひとつの方策として止水板を設置する対策が考えられる。

(洪水浸水想定区域)

第十四条 国土交通大臣は、第十条第二項又は第十三条第一項の規定により指定した河川について、都道府県知事は、第十一条第一項又は第十三条第二項の規定により指定した河川について、洪水時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水災による被害の軽減を図るため、国土交通省令で定めるところにより、想定最大規模降雨(想定し得る最大規模の降雨であつて国土交通大臣が定める基準に該当するものをいう。以下同じ。)により当該河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域を洪水浸水想定区域として指定するものとする。

- 2 前項の規定による指定は、指定の区域、浸水した場合に想定される水深その他の国土交通省令で定める事項を明らかにしてするものとする。
- 3 国土交通大臣又は都道府県知事は、第一項の規定による指定をしたときは、国土交通省令で定めるところにより、前項の国土交通省令で定める事項を公表するとともに、関係市町村の長に通知しなければならない。
- 4 前二項の規定は、第一項の規定による指定の変更について準用する。

(雨水出水浸水想定区域)

第十四条の二 都道府県知事は、第十三条の二第一項の規定により指定した排水施設等について、市町村長は、同条第二項の規定により指定した排水施設等について、雨水出水時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水災による被害の軽減を図るため、国土交通省令で定めるところにより、想定最大規模降雨により当該指定に係る排水施設に雨水を排除できなくなつた場合又は当該指定に係る排水施設(当該指定に係るポンプ施設又は貯留施設に接続する排水施設を含む。)から河川その他の公共の水域若しくは海域に雨水を排除できなくなつた場合に**浸水が想定される区域を雨水出水浸水想定区域として指定するものとする。**

- 2 前項の規定による指定は、指定の区域、浸水した場合に想定される水深その他の国土交通省令で定める事項を明らかにしてするものとする。
- 3 都道府県知事又は市町村長は、第一項の規定による指定をしたときは、国土交通省令で定めるところにより、前項の国土交通省令で定める事項を公表するとともに、都道府県知事にあつては、関係市町村の長に通知しなければならない。
- 4 前二項の規定は、第一項の規定による指定の変更について準用する。

(高潮浸水想定区域)

第十四条の三 都道府県知事は、第十三条の三の規定により指定した海岸について、高潮時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水災による被害の軽減を図るため、国土交通省令で定めるところにより、想定し得る最大規模の高潮であつて国土交通大臣が定める基準に該当するものにより当該海岸について高潮による氾濫が発生した場合に**浸水が想定される区域を高潮浸水想定区域として指定するものとする。**

- 2 前項の規定による指定は、指定の区域、浸水した場合に想定される水深その他の国土交通省令で定める事項を明らかにしてするものとする。
- 3 都道府県知事は、第一項の規定による指定をしたときは、国土交通省令で定めるところにより、前項の国土交通省令で定める事項を公表するとともに、関係市町村の長に通知しなければならない。
- 4 前二項の規定は、第一項の規定による指定の変更について準用する。

(浸水想定区域における円滑かつ迅速な避難の確保及び浸水の防止のための措置)

第十五条 市町村防災会議(災害対策基本法第十六条第一項に規定する市町村防災会議をいい、これを設置しない市町村にあつては、当該市町村の長とする。次項において同じ。)は、第十四条第一項の規定による洪水浸水想定区域の指定、第十四条の二第一項の規定による雨水出水浸水想定区域の指定又は前条第一項の規定による高潮浸水想定区域の指定があつたときは、市町村地域防災計画(同法第四十二条第一項に規定する市町村地域防災計画をいう。以下同じ。)において、少なくとも当該洪水浸水想定区域、雨水出水浸水想定区域又は高潮浸水想定区域ごとに、次に掲げる事項について定めるものとする。ただし、第四号ハに掲げる施設について同号に掲げる事項を定めるのは、当該施設の所有者又は管理者からの申出があつた場合に限る。

- 一 洪水予報等(第十条第一項若しくは第二項若しくは第十一条第一項の規定により気象庁長官、国土交通大臣及び気象庁長官若しくは都道府県知事及び気象庁長官が行う予報又は第十三条第一項若しくは第二項、第十三条の二若しくは第十三条の三の規定により国土交通大臣、都道府県知事若しくは市町村長が通知し若しくは周知する情報をいう。次項において同じ。)の伝達方法

- 二 避難施設その他の避難場所及び避難路その他の避難経路に関する事項
- 三 災害対策基本法第四十八条第一項の防災訓練として市町村長が行う洪水、雨水出水又は高潮に係る避難訓練の実施に関する事項

四 浸水想定区域(洪水浸水想定区域、雨水出水浸水想定区域又は高潮浸水想定区域をいう。第三項において同じ。)内に次に掲げる施設がある場合にあつては、これらの施設の名称及び所在地

イ 地下街等(地下街その他地下に設けられた不特定かつ多数の者が利用する施設(地下に建設が予定されている施設又は地下に建設中の施設であつて、不特定かつ多数の者が利用すると見込まれるものを含む。)をいう。次条において同じ。)でその利用者の洪水時、雨水出水時又は高潮時(以下「洪水時等」という。)の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図る必要があると認められるもの

ロ 要配慮者利用施設(社会福祉施設、学校、医療施設その他の主として防災上の配慮を要する者が利用する施設をいう。第十五条の三において同じ。)でその利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保を図る必要があると認められるもの

ハ 大規模な工場その他の施設(イ又はロに掲げるものを除く。)であつて国土交通省令で定める基準を参酌して市町村の条例で定める用途及び規模に該当するもの(第十五条の四において「大規模工場等」という。)でその洪水時等の浸水の防止を図る必要があると認められるもの

五 その他洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保を図るために必要な事項

2 市町村防災会議は、前項の規定により市町村地域防災計画において同項第四号に掲げる事項を定めるときは、当該市町村地域防災計画において、次の各号に掲げる施設の区分に応じ、当該各号に定める者への洪水予報等の伝達方法を定めるものとする。

一 前項第四号イに掲げる施設(地下に建設が予定されている施設及び地下に建設中の施設を除く。) 当該施設の所有者又は管理者及び次条第九項に規定する自衛水防組織の構成員

二 前項第四号ロに掲げる施設 当該施設の所有者又は管理者(第十五条の三第六項の規定により自衛水防組織が置かれたときは、当該施設の所有者又は管理者及び当該自衛水防組織の構成員)

三 前項第四号ハに掲げる施設 当該施設の所有者又は管理者(第十五条の四第一項の規定により自衛水防組織が置かれたときは、当該施設の所有者又は管理者及び当該自衛水防組織の構成員)

3 浸水想定区域をその区域に含む市町村の長は、国土交通省令で定めるところにより、市町村地域防災計画において定められた第一項各号に掲げる事項を住民、滞在者その他の者(第十五条の十一において「住民等」という。)に周知させるため、これらの事項(次の各号に掲げる区域をその区域に含む市町村にあつては、それぞれ当該各号に定める事項を含む。)を記載した印刷物の配布その他の必要な措置を講じなければならない。

一 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律(平成十二年法律第五十七号)第七条第一項の土砂災害警戒区域 同法第八条第三項に規定する事項

二 津波防災地域づくりに関する法律第五十三条第一項の津波災害警戒区域 同法第五十五条に規定する事項

(地下街等の利用者の避難の確保及び浸水の防止のための措置に関する計画の作成等)

第十五条の二 前条第一項の規定により市町村地域防災計画にその名称及び所在地を定められた地下街等の所有者又は管理者は、単独で又は共同して、国土交通省令で定めるところにより、当該地下街等の利用

者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図るために必要な訓練その他の措置に関する計画を作成しなければならない。

- 2 前項の地下街等の所有者又は管理者は、同項に規定する計画を作成しようとする場合において、当該地下街等と連続する施設であつてその配置その他の状況に照らし当該地下街等の利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保に著しい支障を及ぼすおそれのあるものがあるときは、あらかじめ、当該施設の所有者又は管理者の意見を聴くよう努めるものとする。
- 3 第一項の地下街等の所有者又は管理者は、同項に規定する計画を作成したときは、遅滞なく、これを市町村長に報告するとともに、公表しなければならない。
- 4 前二項の規定は、第一項に規定する計画の変更について準用する。
- 5 市町村長は、第一項の地下街等の利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図るため必要があると認めるときは、前条第一項の規定により市町村地域防災計画にその名称及び所在地を定められた連続する二以上の地下街等の所有者又は管理者に対し、第一項に規定する計画を共同して作成するよう勧告をすることができる。
- 6 市町村長は、第一項の地下街等の所有者又は管理者が同項に規定する計画を作成していない場合において、当該地下街等の利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図るため必要があると認めるときは、当該地下街等の所有者又は管理者に対し、必要な指示をすることができる。
- 7 市町村長は、前項の規定による指示を受けた第一項の地下街等の所有者又は管理者が、正当な理由がなく、その指示に従わなかつたときは、その旨を公表することができる。
- 8 第一項の地下街等(地下に建設が予定されている施設及び地下に建設中の施設を除く。以下この条において同じ。)の所有者又は管理者は、同項に規定する計画で定めるところにより、同項の地下街等の利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止のための訓練を行わなければならない。
- 9 第一項の地下街等の所有者又は管理者は、国土交通省令で定めるところにより、同項の地下街等の利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を行う自衛水防組織を置かなければならない。
- 10 第一項の地下街等の所有者又は管理者は、前項の規定により自衛水防組織を置いたときは、遅滞なく、当該自衛水防組織の構成員その他の国土交通省令で定める事項を市町村長に報告しなければならない。当該事項を変更したときも、同様とする。

水防法施行規則

最終改正年月日：平成二十九年七月一日(平成十二年建設省令第四十四号)

(地下街等の利用者の避難の確保及び浸水の防止のための措置に関する計画に定めるべき事項)

第十二条 法第十五条の二第一項の地下街等の利用者の洪水時、雨水出水時又は高潮時(以下「洪水時等」という。)の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図るために必要な訓練その他の措置に関する計画においては、次に掲げる事項を定めなければならない。

- 一 地下街等における洪水時等の防災体制に関する事項
- 二 地下街等の利用者の洪水時等の避難の誘導に関する事項
- 三 地下街等における洪水時等の浸水の防止のための活動に関する事項

四 地下街等における洪水時等の避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図るための施設の整備に関する事項

五 地下街等における洪水時等を想定した防災教育及び訓練の実施に関する事項

六 自衛水防組織の業務に関する次に掲げる事項

イ 法第二条第三項に規定する水防管理者(以下単に「水防管理者」という。)その他関係者との連絡調整、利用者が避難する際の誘導、浸水の防止のための活動その他の水災による被害の軽減のために必要な業務として自衛水防組織が行う業務に係る活動要領に関する事項

ロ 自衛水防組織の構成員に対する教育及び訓練に関する事項

ハ その他自衛水防組織の業務に関し必要な事項

七 前各号に掲げるもののほか、地下街等の利用者の洪水時等の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時等の浸水の防止を図るために必要な措置に関する事項

2 地下街等の所有者又は管理者は、雨水出水に係る前項の計画において同項第二号に掲げる事項を定めるときは、当該地下街等の利用者の全てが安全に避難できることを国土交通大臣が定める方法により確認するものとする。

○国土交通省告示第八百七十一号

水防法施行規則(平成十二年建設省令第四十四号)第十二条第二項の規定に基づき、雨水出水時における地下街等の利用者の安全な避難を確認する方法を定める告示を次のように定める。

第一 安全な避難の定義

この告示において「安全な避難」とは、水防法(昭和二十四年法律第百九十三号)第十四条の二第一項に規定する想定最大規模降雨(以下単に「想定最大規模降雨」という。)によって、地下街等(地下街その他地下に設けられた不特定かつ多数の者が利用する施設(地下に建設が予定されている施設又は地下に建設中の施設であって、不特定かつ多数の者が利用すると見込まれるものを含む。)をいう。以下同じ。)において避難上支障がある高さまで浸水している又は避難上支障がある流量に達している避難経路上の地点を通過することなく、当該地下街等の利用者の全てが当該地下街等の各部分から地上に避難できることをいう。

第二 安全な避難の確認方法

安全な避難が確保されていることを確認する方法は、次の各号に適合するものでなければならない。

一 避難の経路として利用する各階における他の階又は地上に通ずる出口(以下単に「出口」という。)ごとに、当該出口付近の浸水の状況を確認できる地点(以下「基準地点」という。)を設定し、次のイで定める時間がロで定める時間を超えないこと。

イ 当該地下街等の所有者又は管理者が当該地下街等の浸水する恐れを認知してから当該出口を通らなければ避難することができない者の全てが当該出口を通過するまでに要する時間

ロ 当該地下街等の所有者又は管理者が当該地下街等の浸水する恐れを認知してから浸水により、基準地点における水深が三〇センチメートルに達するまでに要する時間

二 前号に規定する基準地点のほか、各階の避難経路上の基準地点の水深に比べ早期に水深が増大する区域がある場合には、当該区域における浸水の状況を確認できる地点(以下「主要地点」という。)を設定し、次のイで定める時間がロで定める時間を超えないこと。

イ 当該地下街等の所有者又は管理者が当該地下街等の浸水する恐れを認知してから当該区域を

通らなければ避難することができない者の全てが当該区域を通過するまでに要する時間

ロ 当該地下街等の所有者又は管理者が当該地下街等の浸水する恐れを認知してから浸水により、主要地点における水深が三〇センチメートルに達するまでに要する時間

三 避難の経路として利用する階段ごとに、次のイで定める時間がロで定める時間を超えないこと。

イ 当該地下街等の所有者又は管理者が当該地下街等の浸水する恐れを認知してから当該階段を通らなければ避難することができない者の全てが当該階段を通過するまでに要する時間

ロ 当該地下街等の所有者又は管理者が当該地下街等の浸水する恐れを認知してから当該階段における流量が幅一メートルにつき毎秒〇・一立法メートルに達するまでに要する時間

第三 避難に要する時間

第二第一号イ、第二号イ及び第三号イに規定する時間の算出方法の基準は、次の各号に掲げるものとする。

一 当該地下街等の利用者数が最大となる時間帯の利用者数を用いることとし、当該地下街等における利用者の分布状況等は当該地下街等の利用の実情を考慮すること。

二 当該地下街等の所有者又は管理者が当該地下街等の浸水する恐れを認知してから当該地下街等の利用者が避難を開始するまでに要する時間を考慮すること。

三 避難上支障のない経路を歩行により避難することとし、浸水区間における避難は歩行速度が減少することを考慮すること。

四 当該地下街等の利用者が各出口を通過する際に当該出口前に滞留が生じることを考慮すること。

第四 避難上支障がある高さまで浸水する又は避難上支障がある流量に達するまでに要する時間

第二第一号ロ、第二号ロ及び第三号ロに規定する時間の算出方法の基準は次の各号に掲げるものとする。

一 当該地下街等への流入量及び当該地下街等の構造を考慮すること。

二 前号の流入量の算出にあたっては、地上の浸水状況、当該地下街等及び当該地下街等と連続する施設の主要な流入口の標高、大きさ及び浸水対策の状況を考慮すること。

津波防災地域づくりに関する法律

平成二十三年十二月十四日法律第二百二十三号

(市町村地域防災計画に定めるべき事項等)

第五十四条 市町村防災会議(災害対策基本法(昭和三十六年法律第二百二十三号)第十六条第一項

の市町村防災会議をいい、これを設置しない市町村にあつては、当該市町村の長とする。以下同じ。)は、前条第一項の規定による警戒区域の指定があつたときは、市町村地域防災計画(同法第四十二条第一項の市町村地域防災計画をいう。以下同じ。)において、当該警戒区域ごとに、次に掲げる事項について定めるものとする。

- 一 人的災害を生ずるおそれがある津波に関する情報の収集及び伝達並びに予報又は警報の発令及び伝達に関する事項
- 二 避難施設その他の避難場所及び避難路その他の避難経路に関する事項
- 三 災害対策基本法第四十八条第一項の防災訓練として市町村長が行う津波に係る避難訓練(第七十条において「津波避難訓練」という。)の実施に関する事項

四 警戒区域内に、地下街等(地下街その他地下に設けられた不特定かつ多数の者が利用する施設をいう。

第七十一条第一項第一号において同じ。)又は社会福祉施設、学校、医療施設その他の主として防災上の配慮を要する者が利用する施設であつて、当該施設の利用者の津波の発生時における円滑かつ迅速な避難を確保する必要があると認められるものがある場合にあつては、これらの施設の名称及び所在地

- 五 前各号に掲げるもののほか、警戒区域における津波による人的災害を防止するために必要な警戒避難体制に関する事項
- 2 市町村防災会議は、前項の規定により市町村地域防災計画において同項第四号に掲げる事項を定めるときは、当該市町村地域防災計画において、同号に規定する施設の利用者の津波の発生時における円滑かつ迅速な避難の確保が図られるよう、同項第一号に掲げる事項のうち人的災害を生ずるおそれがある津波に関する情報、予報及び警報の伝達に関する事項を定めるものとする。

(避難確保計画の作成等)

第七十一条 次に掲げる施設であつて、第五十四条第一項(第六十九条において準用する場合を含む。)の

規定により市町村地域防災計画又は災害対策基本法第四十四条第一項の市町村相互間地域防災計画にその名称及び所在地が定められたもの(以下この条において「避難促進施設」という。)の所有者又は管理者は、単独で又は共同して、国土交通省令で定めるところにより、避難訓練その他当該避難促進施設の利用者の津波の発生時における円滑かつ迅速な避難の確保を図るために必要な措置に関する計画(以下この条において「避難確保計画」という。)を作成し、これを市町村長に報告するとともに、公表しなければならない。

一 地下街等

- 二 社会福祉施設、学校、医療施設その他の主として防災上の配慮を要する者が利用する施設のうち、その利用者の津波の発生時における円滑かつ迅速な避難を確保するための体制を計画的に整備する必要があるものとして政令で定めるもの

2 避難促進施設の所有者又は管理者は、避難確保計画の定めるところにより避難訓練を行うとともに、その結果を市町村長に報告しなければならない。

- 3 市町村長は、前二項の規定により報告を受けたときは、避難促進施設の所有者又は管理者に対し、当該避難促進施設の利用者の津波の発生時における円滑かつ迅速な避難の確保を図るために必要な助言又は勸

告をすることができる。

- 4 避難促進施設の所有者又は管理者の使用人その他の従業者は、避難確保計画の定めるところにより、第二項の避難訓練に参加しなければならない。
- 5 避難促進施設の所有者又は管理者は、第二項の避難訓練を行おうとするときは、避難促進施設を利用する者に協力を求めることができる。

都市再生特別措置法

最終改正年月日:平成二五年五月二九日法律第二〇号

(都市再生緊急整備協議会)

第十九条 国の関係行政機関の長のうち本部長及びその委嘱を受けたもの並びに関係地方公共団体の長
(以下「国の関係行政機関等の長」という。)は、**都市再生緊急整備地域ごとに、当該都市再生緊急整備地域における緊急かつ重点的な市街地の整備に関し必要な協議(特定都市再生緊急整備地域が指定されている都市再生緊急整備地域にあつては、当該協議並びに次条第一項に規定する整備計画の作成及び当該整備計画の実施に係る連絡調整)を行うため、都市再生緊急整備協議会(以下この章において「協議会」という。)を組織することができる。**

- 2 国の関係行政機関等の長は、必要と認めるときは、協議して、協議会に、独立行政法人の長、特殊法人の代表者、地方公共団体の長その他の執行機関(関係地方公共団体の長を除く。)、地方独立行政法人の長、当該都市再生緊急整備地域内において都市開発事業を施行する民間事業者、当該都市再生緊急整備地域内の建築物の所有者、管理者若しくは占有者、鉄道事業法(昭和六十一年法律第九十二号)第七条第一項に規定する鉄道事業者又はこれらの者及び国の関係行政機関等の長以外の者であつて当該都市再生緊急整備地域内において公共公益施設の整備若しくは管理を行う者(第七項において「独立行政法人の長等」と総称する。)を加えることができる。
- 3 当該都市再生緊急整備地域において都市開発事業(当該都市開発事業を施行する土地(水面を含む。)の区域の面積が政令で定める規模以上のものに限る。)を施行する民間事業者は、協議会が組織されていないときは、本部長及び関係地方公共団体の長に対して、協議会を組織するよう要請することができる。
- 4 前項の規定による要請を受けた本部長及び関係地方公共団体の長は、正当な理由がある場合を除き、当該要請に応じなければならない。
- 5 第三項の民間事業者であつて協議会の構成員でないものは、第一項の規定により協議会を組織する国の関係行政機関等の長に対して、自己を協議会の構成員として加えることを申し出ることができる。
- 6 前項の規定による申出を受けた国の関係行政機関等の長は、正当な理由がある場合を除き、当該申出に応じなければならない。
- 7 第一項の協議を行うための会議(以下この条において単に「会議」という。)は、国の関係行政機関等の長並びに第二項及び前項の規定により加わつた独立行政法人の長等又はこれらの指名する職員をもって構成する。
- 8 協議会は、会議において協議を行うため必要があると認めるときは、国の行政機関の長、地方公共団体の長その他の執行機関、独立行政法人及び地方独立行政法人の長並びに特殊法人の代表者に対して、資料の提供、意見の開陳、説明その他必要な協力を求めることができる。
- 9 協議会は、会議において協議を行うため特に必要があると認めるときは、前項に規定する者以外の者に対しても、必要な協力を依頼することができる。
- 10 会議において協議が調つた事項については、協議会の構成員は、その協議の結果を尊重しなければならない。
- 11 協議会の庶務は、内閣官房において処理する。
- 12 前各項に定めるもののほか、協議会の運営に関し必要な事項は、協議会が定める。

(都市再生安全確保計画)

第十九条の十三 協議会は、地域整備方針に基づき、都市再生緊急整備地域について、大規模な地震が発生した場合における滞在者等の安全の確保を図るために必要な退避のために移動する経路(以下「退避経路」という。)、一定期間退避するための施設(以下「退避施設」という。)、備蓄倉庫その他の施設(以下「都市再生安全確保施設」という。)の整備等に関する計画(以下「都市再生安全確保計画」という。)を作成することができる。

2 都市再生安全確保計画には、次に掲げる事項を記載するものとする。

一 都市再生安全確保施設の整備等を通じた大規模な地震が発生した場合における滞在者等の安全の確保に関する基本的な方針

二 都市開発事業の施行に関連して必要となる都市再生安全確保施設の整備に関する事業並びにその実施主体及び実施期間に関する事項

三 前号に規定する事業により整備された都市再生安全確保施設の適切な管理のために必要な事項

四 都市再生安全確保施設を有する建築物の耐震改修(建築物の耐震改修の促進に関する法律(平成七年法律第二百二十三号)第二条第二項に規定する耐震改修をいう。第十九条の十六第一項において同じ。)その他の大規模な地震が発生した場合における滞在者等の安全の確保を図るために必要な事業及びその実施主体に関する事項

五 大規模な地震が発生した場合における滞在者等の誘導、滞在者等に対する情報提供その他の滞在者等の安全の確保を図るために必要な事務及びその実施主体に関する事項

六 前各号に掲げるもののほか、大規模な地震が発生した場合における滞在者等の安全の確保を図るために必要な事項

3 都市再生安全確保計画は、災害対策基本法(昭和三十六年法律第二百二十三号)第二条第九号に規定する防災業務計画及び同条第十号に規定する地域防災計画との調和が保たれたものでなければならない。

4 都市再生安全確保計画は、国の関係行政機関等の長及び第二項第二号、第四号又は第五号に規定する事業又は事務の実施主体として記載された者の全員の合意により作成するものとする。

5 協議会は、都市再生安全確保計画を作成したときは、遅滞なく、これを公表しなければならない。

6 第二項から前項までの規定は、都市再生安全確保計画の変更について準用する。

(都市再生歩行者経路協定の締結等)

第四十五条の二 都市再生緊急整備地域内の一団の土地の所有者及び建築物等の所有を目的とする地上権又は賃借権(臨時設備その他一時使用のため設定されたことが明らかなものを除く。以下「借地権等」という。)を有する者(土地区画整理法第九十八条第一項(大都市地域における住宅及び住宅地の供給の促進に関する特別措置法(昭和五十年法律第六十七号。以下「大都市住宅等供給法」という。)第八十三条において準用する場合を含む。以下同じ。)の規定により仮換地として指定された土地にあっては、当該土地に対応する従前の土地の所有者及び借地権等を有する者。以下この章において「土地所有者等」と総称する。)は、その全員の合意により、当該都市再生緊急整備地域内における都市開発事業の施行に関連して必要となる歩行者の移動上の利便性及び安全性の向上のための経路(以下「都市再生歩行者経路」という。)の整備又は管理に関する協定(以下「都市再生歩行者経路協定」という。)を締結することができる。ただし、当該土地(土地区画整理法第九十八条第一項の規定により仮換地として指定された土地にあっては、当該土地に対応する従前の土地)の区域内に借地権等の目的となっている土地がある場合においては、当該借地権等の目的となっている土地の所有者の合意を要しない。

2 都市再生歩行者経路協定においては、次に掲げる事項を定めるものとする。

一 都市再生歩行者経路協定の目的となる土地の区域(以下「協定区域」という。)及び都市再生歩行者経路の位置

二 次に掲げる都市再生歩行者経路の整備又は管理に関する事項のうち、必要なもの

イ 前号の都市再生歩行者経路を構成する道路の幅員又は路面の構造に関する基準

ロ 前号の都市再生歩行者経路を構成する施設(エレベーター、エスカレーターその他の歩行者の移動上の利便性及び安全性の向上のために必要な設備を含む。)の整備又は管理に関する事項

ハ その他都市再生歩行者経路の整備又は管理に関する事項

三 都市再生歩行者経路協定の有効期間

四 都市再生歩行者経路協定に違反した場合の措置

3 都市再生歩行者経路協定においては、前項各号に掲げるもののほか、都市再生緊急整備地域内の土地のうち、協定区域に隣接した土地であつて、協定区域の一部とすることにより都市再生歩行者経路の整備又は管理に資するものとして協定区域の土地となることを当該協定区域内の土地に係る土地所有者等が希望するもの(以下「協定区域隣接地」という。)を定めることができる。

4 都市再生歩行者経路協定は、市町村長の認可を受けなければならない。

(退避経路協定)

第四十五条の十三 土地所有者等は、その全員の合意により、都市再生安全確保計画に記載された第十九条の十三第二項第二号から第四号までに掲げる事項に係る退避経路の整備又は管理に関する協定(以下「退避経路協定」という。)を締結することができる。ただし、都市再生緊急整備地域内の一団の土地(土地区画整理法第九十八条第一項の規定により仮換地として指定された土地にあつては、当該土地に対応する従前の土地。次条第一項において同じ。)の区域内に借地権等の目的となっている土地がある場合においては、当該借地権等の目的となっている土地の所有者の合意を要しない。

2 退避経路協定においては、次に掲げる事項を定めるものとする。

一 退避経路協定の目的となる土地の区域及び退避経路の位置

二 次に掲げる退避経路の整備又は管理に関する事項のうち、必要なもの

イ 前号の退避経路を構成する道路の幅員又は路面の構造に関する基準

ロ 前号の退避経路を構成する施設(誘導標識その他の退避の円滑化のために必要な設備を含む。)の整備又は管理に関する事項

ハ 前号の退避経路における看板その他の退避上支障となる工作物又は物件の設置に関する基準

二 その他退避経路の整備又は管理に関する事項

三 退避経路協定の有効期間

四 退避経路協定に違反した場合の措置

3 前節(第四十五条の二第一項及び第二項を除く。)の規定は、退避経路協定について準用する。この場合において、同条第三項中「前項各号」とあるのは「第四十五条の十三第二項各号」と、「協定区域に」とあるのは「協定区域(第四十五条の十三第二項第一号の土地の区域をいう。以下同じ。)」に」と、同項並びに第四十五条の十一第一項及び第二項中「都市再生歩行者経路の」とあるのは「退避経路の」と、第四十五条の四第一項第三号中「第四十五条の二第二項各号」とあるのは「第四十五条の十三第二項各号」と、第四十五条の七及び第四十五条の十中「第四十五条の二第一項」とあるのは「第四十五条の十三第一項」と読み替えるものとする。

(退避施設協定)

第四十五条の十四 土地所有者等は、その全員の合意により、都市再生安全確保計画に記載された第十九条の十三第二項第二号から第四号までに掲げる事項に係る退避施設の整備又は管理に関する協定(以下「退避施設協定」という。)を締結することができる。ただし、都市再生緊急整備地域内の一団の土地の区域内に借地権等の目的となっている土地がある場合においては、当該借地権等の目的となっている土地の所有者の合意を要しない。

2 退避施設協定においては、次に掲げる事項を定めるものとする。

一 退避施設協定の目的となる土地の区域及び退避施設の位置

二 前号の退避施設及びその属する施設の構造に関する基準

三 次に掲げる退避施設の整備又は管理に関する事項のうち、必要なもの

イ 第一号の退避施設の面積

ロ 第一号の退避施設に設ける滞在者等に対し、災害の発生の状況に関する情報その他の情報を提供する設備の整備又は管理に関する事項

ハ その他退避施設の整備又は管理に関する事項

四 退避施設協定の有効期間

五 退避施設協定に違反した場合の措置

3 前節(第四十五条の二第一項及び第二項を除く。)の規定は、退避施設協定について準用する。この場合において、同条第三項中「前項各号」とあるのは「第四十五条の十四第二項各号」と、「協定区域に」とあるのは「協定区域(第四十五条の十四第二項第一号の土地の区域をいう。以下同じ。)に」と、同項並びに第四十五条の十一第一項及び第二項中「都市再生歩行者経路の」とあるのは「退避施設の」と、第四十五条の四第一項第三号中「第四十五条の二第二項各号」とあるのは「第四十五条の十四第二項各号」と、第四十五条の七及び第四十五条の十中「第四十五条の二第一項」とあるのは「第四十五条の十四第一項」と読み替えるものとする。

4 建築主事を置かない市町村の市町村長は、退避施設協定について前項において準用する第四十五条の二第四項、第四十五条の五第一項又は第四十五条の十一第一項の認可をしようとするときは、都道府県知事に協議しなければならない。この場合において、前項において準用する第四十五条の二第四項又は第四十五条の五第一項の認可をしようとするときは、前項において準用する第四十五条の三第二項(前項において準用する第四十五条の五第二項において準用する場合を含む。)の規定により提出された意見書を添えて協議するものとする。

鉄道事業法

最終改正年月日:平成二五年五月二九日法律第二〇号

(輸送の安全性の向上)

第十八条之二 鉄道事業者は、輸送の安全の確保が最も重要であることを自覚し、絶えず輸送の安全性の向上に努めなければならない。

(安全管理規程等)

第十八条之三 鉄道事業者は、安全管理規程を定め、国土交通省令で定めるところにより、国土交通大臣に届け出なければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

2 安全管理規程は、輸送の安全を確保するために鉄道事業者が遵守すべき次に掲げる事項(第三種鉄道事業者にあつては、第五号に係るものを除く。)に関し、国土交通省令で定めるところにより、必要な内容を定めたものでなければならない。

- 一 輸送の安全を確保するための事業の運営の方針に関する事項
- 二 輸送の安全を確保するための事業の実施及びその管理の体制に関する事項
- 三 輸送の安全を確保するための事業の実施及びその管理の方法に関する事項
- 四 安全統括管理者(鉄道事業者が、前三号に掲げる事項に関する業務を統括管理させるため、事業運営上の重要な決定に参画する管理的地位にあり、かつ、鉄道事業に関する一定の実務の経験その他の国土交通省令で定める要件を備える者のうちから選任する者をいう。以下同じ。)の選任に関する事項
- 五 運転管理者(鉄道運送事業者が、第二号及び第三号に掲げる事項に関する業務のうち、列車の運行の管理、運転士及び車掌の資質の保持その他の運転に関するものを行わせるため、鉄道事業に関する一定の実務の経験その他の国土交通省令で定める要件を備える者のうちから選任する者をいう。以下同じ。)の選任に関する事項

地下街耐震に関する調査報告書(平成 22 年 3 月)より

| | |
|----------------------|-------|
| 01) 現行の耐震基準 | 耐震 1 |
| 02) 耐震診断・補強の流れ | 耐震 2 |
| 03) 事前に必要な資料..... | 耐震 3 |
| 04) 耐震診断方法 | 耐震 9 |
| 05) 耐震補強方法 | 耐震 31 |

01) 現行の耐震基準

地下街の基準として採用実績の多い【建築系】と【鉄道系】の現行の耐震設計の考え方について、概要を表 2-3-2 に示す。

これらは、あくまでも新設する際の考え方であり、既存地下街の耐震診断・補強に対して、この考え方を満足させる必要はないが、各地下街で耐震診断・補強を実施する際の方針の設定等の参考となる。

表 2-3-2 現行の耐震設計の考え方

| 分類 | 建築系 | 鉄道系 |
|---------------------|--|--|
| 基準名 | 建築基準法 (国土交通省住宅局建築指導課) | 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 (鉄道総合技術研究所) |
| 改正日 /改訂日 | 昭和 56 年 6 月 1 日 | 平成 24 年 9 月 25 日 |
| 耐震設計の 方針 | <p>一次設計: 稀に発生する中規模の地震動でほとんど損傷しないことを検証(許容応力度設計)</p> <p>二次設計: 極めて稀に発生する大規模の地震動で倒壊・崩壊しないことを検証(保有水平耐力計算等)</p> | <p>L1 地震動、L2 地震動に関して、以下の耐震性能照査を行う</p> <p>安全性: 想定される作用のもとで、構造物が使用者や周辺の人々の生命を脅かさないための性能で、破壊および安定について照査する。</p> <p>L2 地震動に対しては、構造物全体系が破壊しないための性能とする。少なくとも L1 地震動に対しては構造物の変位を走行安全上定まる一定値以内に留めるための性能とする。</p> <p>復旧性: 想定される作用のもとで、構造物の機能を使用可能な状態に保つ、あるいは短期間で回復可能な状態に留めるための性能で、損傷および安定について照査する。</p> <p>地震時の復旧性は、構造物周辺の環境状況を考慮し、想定された地震動に対して、構造物の修復の難易度から定まる損傷等を一定の範囲内に留めることにより、短期間で機能回復できる状態に保つための性能とする。</p> |
| 地下部分に 関する地震 力 | <p>地下部分の地震力は、次式の水平震度により算定する。</p> $k \geq 0.1(1 - H/40)Z$ <p>ここに、k: 水平震度 H: 地盤面よりの深さ(20$\geq H$)(m) Z: 地震地域係数</p> | <p>耐震設計上の基盤($V_s=400\text{m/s}$ 以上)での弾性加速度応答スペクトルで定義。</p> <p>スペクトルは規定されており、このスペクトルに適合する地震動を用いて地盤応答解析を行うのが原則。</p> |
| 構造解析 方法 | <p>地下部は一次設計のみで、二次設計は実施しなくてよい。</p> | <p>応答変位法により算定する。次の事項を考慮して算定する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 地盤および構造物の相互作用 2) 地盤および構造物の非線形性 |

*1…L1地震動: 建設地点における構造物の設計耐用期間内に数回程度発生する確率を有する地震動

*2…L2地震動: 建設地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動

02) 耐震診断・補強の流れ

ここで述べている地下街の耐震診断・補強は、地下街構造物に対する耐震診断・補強である。地下街構造物の他にも、天井・設備等、耐震診断・補強が必要な部位があるが、ここでは触れない。

耐震診断・補強のフローを以下に示す。耐震診断・補強の基本は、新たに地下街を設計するのとは違い、地下街の現状を把握し、その現状に応じた診断を行い、耐震性が不足する場合は耐震補強を行うことになる。

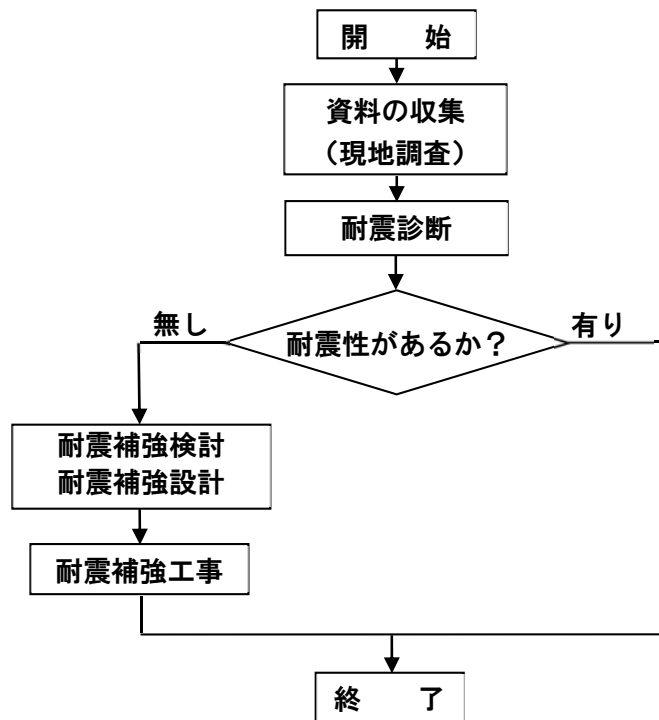


図 3-1-1 耐震診断・補強のフロー

以下、フローの各項目を簡単にまとめると以下のようなになる。

(1) 資料の収集(現地調査)

地下街の耐震診断に必要な資料・情報を収集する。詳細は「03 事前に必要な資料」で述べる。

(2) 耐震診断

いわゆる耐震診断法により、地下街構造物の耐震性を調査する。詳細は「04 耐震診断の方法」で述べる。耐震診断結果で、耐震性がないことが明らかになると、耐震補強の検討・実施へ進むこととなる。

(3) 耐震補強検討・耐震補強設計

耐震性調査で耐震性が不足していると判明した場合、弱点となる箇所に対して耐震補強の方策を検討する。地下街の場合、営業しながら耐震補強をしなければならない場合が多く、耐震補強の実施計画作成が重要な項目となる。

(4) 耐震補強工事

耐震性を確保するために、耐震補強の工事を実施する。補強工事では、地下街・地下駐車場が営業しながら実施する場合が多く、実施時期・工事に合わせた閉鎖範囲の確保が重要である。また、地下街であるために資機材の搬入・使用が制限されるので、実施にあたり施工計画の作成が重要である。

03) 事前に必要な資料

地下街の耐震診断・補強に先立ち検討・工事に必要な資料を準備しておく必要がある。調査に掛る前にこれらの資料の有無を確認し、必要な資料が無い場合は、資料作成のための再調査の費用・期間を組み込んだ耐震補強計画を作成する必要がある。下記に示す資料は、耐震診断や耐震補強だけでなく、地下街の維持管理に必要な資料であるので、耐震診断を機会に揃えておくのがよい。

1. 準備すべき資料

地下街の耐震診断に準備すべき資料を以下に示す。ただ、これらの資料がすべて必ず必要というわけではなく、耐震診断を依頼する業者と十分に相談の上取捨選択することが重要である。また、資料がない場合は、後述する現状調査により必要な情報を入手することが可能である。

表 3-2-1 必要とする資料と得られる情報

| 資料名 | 得られる情報 | 備考 |
|---------|------------------|-------------------------------|
| 設計計算書 | 設計時の震度、荷重、材料の強度等 | |
| 設計図 | 設計時の地下街の形状 | 設計図、竣工図どちらでも可、両方ある場合は、竣工図を優先。 |
| 竣工図 | 完成時の地下街の形状 | |
| 工事記録 | 設計の考え方等 | |
| 改修の記録 | 現状の姿になった経緯 | |
| 地盤調査報告書 | 地下街下部および周辺の地盤条件 | |

2. 現地調査の方法

現状調査は、以下の目的で実施されることが多い。

- ①【現状調査】耐震診断は、竣工図もしくは設計図に基づいて実施するが、これらの図面と現状との違いを把握する。また、竣工図もしくは設計図がない場合は、耐震診断に必要な図面を調査により作成することになる。
- ②【劣化度調査】地下街は建設されてから 40 年以上経過しているものが多く、地下街構造物の劣化が進行しているものがある。現状の鉄筋・コンクリートの強度を知り、耐震診断に反映させる。ここで述べている調査がすべて地下街の耐震性調査に必要なわけではない。しかしながら、地下街構造物の劣化度を把握することは地下街を管理する上で重要なことであるので、それを兼ねて実施するのが良い。

表 3-2-2 に「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準」での、設計図書の現地照合と実測図作成の必要項目の目安を掲載するので、参考にされたい。

調査に際しては、コンクリート診断士等の有資格者に依頼するのが望ましい。

表 3-2-2 設計図書の現地照合と実測図作成の必要項目の目安

| 項目 | 適用計算法 (Eo) | 設計図書の 現地照合 | 実測図作成 の要否 | 適用方法 | |
|----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|----------------------------------|
| | | | | 第1次診断 | 第2、第3診断 |
| 床面積 | 第1次診断 | △ | △ | 設計図書または 実測図による計 算 | — |
| 階数・階高 | | △ | △ | 同上 | — |
| 柱断面寸法 | | 変更又は欠 如 | 要 | 設計図書または 実測 | 断面欠損・欠 如、施工不良 等を考慮して修 正 |
| 柱内法長さ | | 同上 | 要 | 同上 | 同上 |
| 壁断面寸法 | 第2次診断 | 同上 | 要 | 同上 | 同上 |
| 腰壁、たれ壁寸法 | | 同上 | 要 | 同上 | 同上 |
| 壁開口部寸法 | | 同上 | 要 | 同上 | 同上 |
| 柱配筋 | | — | 不要 | — | はつり出し |
| 壁配筋 | | — | 不要 | 同上 | 同上 |
| コンクリート強度 | | — | 不要 | — | コアボーリング、 シュミットハンマ サンプルの分析 |
| コンクリート比重 (軽・普) | | — | 不要 | 設計図書または 目視 | 必要に応じてサ ンプルテスト |
| 柱・壁筋の降伏点 強度 | — | — | — | 必要に応じてサ ンプルテスト | |
| 梁(腰壁・たれ壁) 断面寸法 | 第3次診断 | — | 要 | 設計図書または 実測 | 断面欠損・欠 如、施工不良 等を考慮して修 正 |
| 梁スパン | | — | 要 | 同上 | — |
| 梁(腰壁・垂れ壁) 筋の降伏点強度 | | — | 不要 | — | 必要に応じてサ ンプルテスト |

△印……所要データから計算できるもの

出典：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説 日本建築防災協会(2001年版)

3. 具体的調査方法

①現状調査

竣工図もしくは設計図がある場合には、大まかな寸法が異なることは考えにくいので、竣工後変更されたところを中心に確認を行う。特に、壁等に新たに開口が設けられた場合には、耐震壁として機能できる状態かを確認する。また、壁厚・柱幅等施工時に変更されている場合もあるので寸法は確認しておくのが良い。

②劣化度調査

地下街の構造物は(鉄骨)鉄筋コンクリート造であるため、この構造物の劣化度を調査する。地下街の店舗部分は、化粧板等により構造物が隠されているので、調査は主に機械室や駐車場部分で行い、その結果を店舗部分にも適用する。

□目視調査

目視により、構造物に有害なひび割れ、漏水、鉄筋の露出がないかを確認する。



写真 3-2-1 ひび割れ調査状況

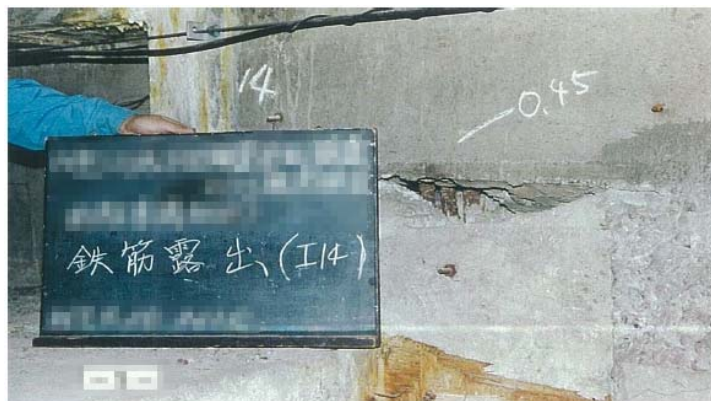


写真 3-2-2 鉄筋の露出例



写真 3-2-3 漏水調査状況

□コンクリート調査

①強度調査

コンクリートの強度を知ることは、耐震上重要な項目である。コンクリートの強度を知るには、構造物からコンクリート試料を切りだし直接強度試験を実施する方法(コア強度試験)とコンクリート表面の反発度より強度を推定する方法がある。

コア強度試験の場合、構造物から直径5～10cm、高さは直径の2倍程度のコンクリートコア(円柱)を切り出すことになる。切り出した跡はモルタル等で孔を埋めて修復するが、構造物を支える重要な部材(たとえば柱等)は避けたほうがよい。写真 3-2-4 にコア採取状況、写真 3-2-5 に採取したコアを示す。削孔には、潤滑のため水を使用する場合があります。駐車場で実施する場合、駐車中の車両を汚さないよう注意が必要である。コア採取に当たっては、表面にある鉄筋を切らないように、事前に電磁波調査を行い鉄筋位置の確認を行う。必要コアの長さは直径の2倍程度であるが、採取状況によっては2倍以下になる場合がある。この場合は、圧縮試験結果に係数を掛けて補正することにより強度を求めることができる。



写真 3-2-4 コンクリートコア(試料)採取状況



写真 3-2-5 採取されたコアの例

反発度による強度推定は、コンクリートの表面をリバウンドハンマーで打撃し、その時の反発度よりコンクリートの強度を推定する方法である。リバウンドハンマーの代表的商品名より「シュミットハンマー試験」と呼ばれる場合もある。この方法は、コア採集による強度試験より簡便で、数多く実施可能であるが、コンクリート表面の影響を大きく受ける。したがって、コンクリート表面に塗装等がされていると、正確な強度が推定できないため、試験する場所では塗装等を除去してから実施する必要がある。1箇所の測定で互いに25～30mmの間隔で9回測定し、その平均の反発度より強度を推定する。



写真 3-2-6 リバウンドハンマーによるコンクリート強度推定状況

②中性化深さ

本来、コンクリートはアルカリ性の材料で、このアルカリ性により内部の鉄筋を錆から保護している。しかしながら、このアルカリ性は空気中の二酸化炭素により、徐々に中和されており、中和される領域が鉄筋位置に達すると鉄筋が錆始め、コンクリートの剥離等の被害をもたらす。中性化の程度を知るには、コンクリートにフェノールフタレイン試薬を吹き付けることにより深度を知ることができる。試験は、新しく空気中に露出した部分に対して行うことが重要で、後述する鉄筋調査時に、はつり出した面やコンクリートコア採取直後のコア側面等で実施する。赤く染まった部分はアルカリ性であり、染まらなかった部分のコンクリート表面からの距離を測定する。



写真 3-2-7 フェノールフタレイン試薬による中性化試験(赤く染まった部分がアルカリ性)

③鉄筋調査

鉄筋はコンクリートの中に隠れており、直接調査するには、コンクリートをはつって鉄筋を露出させる必要がある。露出した鉄筋の径、錆の有無、かぶり(コンクリート表面からの深さ)を確認する。また、必要により鉄筋を切りだし、引張強度を確認する場合もある。調査終了後はモルタルで埋め戻しておく。



写真 3-2-8 鉄筋露出調査状況

コンクリートをはつって鉄筋を露出させないで調査する方法として、コンクリートの表面より電磁波・レーダーにより調査する方法もある。この方法によれば、鉄筋間隔、かぶり、およその鉄筋径を知ることができる。ただし、鉄筋位置が深い場合や、2段配筋されているような場合は、精度良く計測できない場合がある。

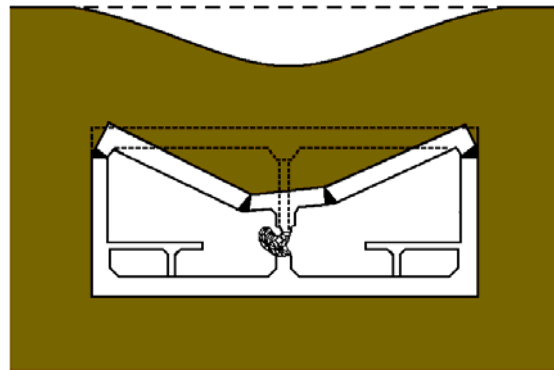


写真 3-2-9 電磁波による鉄筋調査

04) 耐震診断方法

1. 耐震診断の基本

ここで対象とする耐震診断は、大規模な地震に対する診断である。具体的には 1995 年の兵庫県南部地震クラスまたはそれ以上の地震を指す。兵庫県南部地震では、激震地域に地下街は存在したが、その被害は軽微であった。しかしながら、同じ地下構造物である地下鉄の大開駅は天井が沈下するという大規模な被害を受けている。この被害は、地震時に地下鉄構造物の層間変形(軌道面と天井の変位差)が大きくなり、中央の柱がせん断破壊を起こし、上部の荷重を支えられなくなり崩壊したと言われている。地下街についても、これまでに実施された耐震診断事例によると、大規模地震に対する地下街の耐震目標は、地震時に柱等の支持力が無くなり構造物天井が落下するような状態にならないこととしている。ここでは、地下街にある中柱に着目し、地震が発生しても中柱が上部(天井)の荷重を支える能力が残っていることを確認する耐震診断法を紹介している。



プラットフォーム階の状況

崩壊状況のイメージ

写真 3-3-1 兵庫県南部地震後の地下鉄大開駅の被害状況
(出典:阪神・淡路大震災調査報告書(土木学会))

なお、ここで紹介する方法で地下街に耐震性があると判定されても、実際の地震後にたとえば地下街が営業を再開できる状態であるかどうかや、復旧に要する時間等それぞれの地下街に求められる耐震性の内容やレベルは同じではないことから、個々の地下街に必ずしも適切な診断にはならないこともある。実際には個々の地下街に求められる耐震性はそれぞれ個々で具体的に設定したうえで判定することになる。

例として、兵庫県南部地震での新幹線高架橋の破壊モードを図 3-3-1 に示す。上段は曲げ先行破壊モード、下段はせん断破壊先行型である。下段のせん断破壊先行型で柱が破壊すると柱の支持力が無くなり、上部の軌道を保持できなくなり上部床版が落下している。上段の曲げ破壊先行型では、図に示すように柱の上下端部では大きな被害を受けているが、上部床版を支持できる状態で残っている。本報告における大規模地震に対する耐震診断は、地震後に地下街が下段のせん断破壊先行型ではなく、上段の曲げ先行破壊のような状態で残ることを確認することである。



図 3-3-1 高架橋での破壊モードと被害の状況

2. 耐震診断の方法

地下街の実態調査の結果、地下街の当初設計は、建築系もしくは鉄道系の基準に準じた方法が用いられており、既に実施された耐震診断についても当初設計で用いられた基準と同じものが採用されている傾向にある。

このように、当初設計で用いられた基準により耐震診断を行うことが基本となるが、その設計方法は各地下街毎に工夫しており、各地下街の実情に応じ、当初設計と異なる基準を用いて耐震診断を行うことも有効である。今回の実態調査においても、建築系で当初設計している地下街が、鉄道系の基準により耐震診断を実施している例もある。

建築系・鉄道系のいずれの基準でも、それぞれの地下街に適用する際には、地下街の特徴を考慮できるよう工夫した設計方法とすることが必要となる。ただ、工夫に際しては、その工学的根拠を明確にしておく必要がある。

当初設計においても、各地下街の状況に応じて工夫されているが、耐震診断においても同様に、地下街毎の特徴に応じて考慮して工夫することが必要となる。

建築系・鉄道系の耐震診断方法を表3-3-1に示しており、それぞれの耐震診断方法を各地下街において用いる際の留意点を表3-3-2、～表3-3-4に示し、既往の耐震診断事例を添付しているので、参考にされたい。

表 3-3-1 地下街の耐震診断で参照される代表的な診断方法

| | 建築系耐震診断基準 | 土木(鉄道)系診断基準 |
|--------------|---|--|
| 基準名称 | ①既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説 ②既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説 | 「既存の鉄道構造物に係る耐震補強の緊急処置について・同解説」運輸省通達(平成7年) |
| 発行者 | 日本建築防災協会 | 運輸省鉄道局 |
| 発行日 | ① 平成13年10月25日(2001年改訂版) ② 平成21年12月7日(2009年改訂版) | 平成7年7月26日 |
| 特徴 | 1次診断から3次診断まで、簡易な診断から詳細な診断まで診断方法が整備されている。 診断結果が数値で表され耐震性のレベルを知ることができる。 | 柱のみを対象とし、想定以上の地震に対しても柱の支持力が確保できるかを確認する方法。 |
| 地下街耐震診断への適用性 | 本診断法は、地上にある(鉄骨)鉄筋コンクリート造構造物に対する診断法であるため、地下にある地下街の耐震診断に適用するためには、地上構造物に置き換える等の工夫が必要となる。 | 地下街へ適用した場合、大規模な地震が発生しても、地下街が崩壊しないこと確認できる。 耐震壁がある場合の取り扱いの規定がない |
| 地下街での実施事例 | 9例 | 23例 |

表 3-3-2 耐震診断での留意点(建築系)(1)

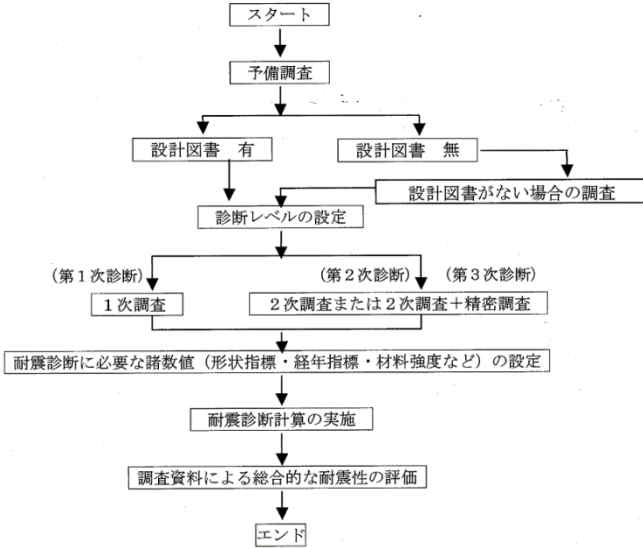
| | |
|--------------------------|---|
| <p>基準名称</p> | <p>既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説 既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説</p> |
| <p>耐震診断方法概要</p> | <p>構造物の耐震性の判定は次式により行う $I_s \geq I_{SO}$ ここに、I_s : 構造耐震指標 I_{SO} : 構造耐震判定指標</p> <p>構造耐震指標(I_s)は以下により評価する。 $I_s = E_0 \cdot S_D \cdot T$ ここで、E_0: 保有性能基本指標 S_D: 形状指標 T : 経年指標</p> <p>構造耐震判定指標(I_{SO})は、以下より求める。 $I_{SO} = E_S \cdot Z \cdot G \cdot U$ ここで、E_S: 耐震判定基本指標 Z : 地域指標 G : 地盤指標 U : 用途指標</p> <p>上記指標は1次・2次・精密照査ごとに方法を規定している</p>  <p style="text-align: center;">図 建物調査の標準的な手順</p> |
| <p>地下街の適用にあたり考慮すべき事項</p> | <p>地上の建物のための耐震診断手法であり、地下部に対する規定はない。地下街へ適用するための工夫が必要になる。</p> |
| <p>劣化調査</p> | <p>同基準では、耐震診断を行う場合は、現地調査として①部材断面調査、②コア採取によるコンクリート強度試験・中性化深さ調査③配筋調査を実施するように求めている。</p> |

表 3-3-2 耐震診断での留意点(建築系)(2)


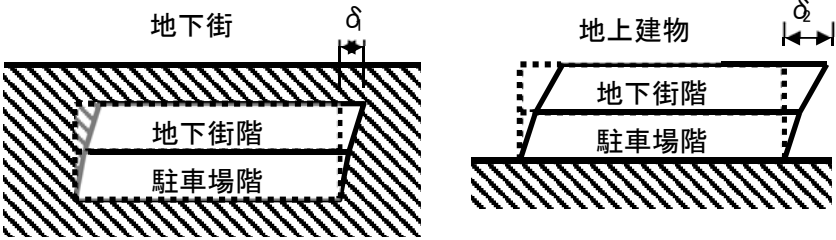
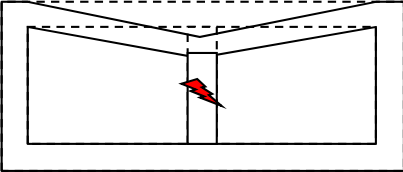
| | | |
|------------------|--|---|
| <p>地下街への適用事例</p> | <p>地下街は地中構造物であるが、地上構造物として耐震診断を実施する。ただし、地中構造物であることを考慮し以下の点に関して考慮した診断を行っている。</p> |  |
| | <p>① 地下街の層間変位は、周辺地盤・建物地下部の変位に制限され地上建物の層間変位より小さくなる。地下街の想定される層間変位を考慮した判定を行っている。</p> | |
| |  | |
| | <p>一般に $\delta < \delta_g$ となる。</p> | |
| | <p>② 地下街が地震時に避けなければならないのは、柱の鉛直支持力が無くなり地下街が倒壊するケースであり、構造耐震指標(Is)の確認だけでなく、第2種構造要素部材が無いことを確認している。</p> | |
| | <p>第2種構造要素とは：水平力に対してはその部材の破壊は許容できるが、その部材が破壊した場合にそれまで支持していた鉛直力(軸力)をこれに代わって支持する部材がその周辺にない部材</p> | |
| |  | |
| | <p>図 中柱が第2種構造要素であるイメージ (中柱が損傷を受けると天井を支えられなくなり倒壊する)</p> | |

表 3-3-3 耐震診断での留意点(鉄道系)(1)

| | |
|-------------|--|
| <p>基準名称</p> | <p>既存の鉄道構造物に係る耐震補強の緊急措置について・同解説 運輸省通達(平成7年7月26日)</p> |
| <p>通達概要</p> | <div data-bbox="480 322 1385 636" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1. 基本方針 (1) 阪神・淡路大震災の被害の甚大さに鑑み、新たな耐震設計手法が確立されるまでの当面の措置として、既存の鉄道構造物について、阪神・淡路大震災の被割状況や施設の重要性を考慮し、緊急に耐震補強を行う。(以下、「緊急耐震補強」という。) (2) 緊急耐震補強の目標の基本は、大規模な地震に対しても構造物が崩壊しないこととする。</p> </div> <p style="text-align: center;">中略</p> <div data-bbox="480 701 1385 929" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>5. 開削トンネル(RC 中柱)の補強 大規模な地震により、地盤変位が大きくそれに伴い大きな変形を生ずるおそれのある開削トンネルにあって、せん断力に対する安全度が曲げモーメントに対する安全度より小さいものについて、せん断耐力、じん性を強化し、大規模な地震に耐えうるように緊急に補強する。</p> </div> <p>(解説)</p> <p>(1) 今回の阪神・淡路大震災における神戸高速鉄道大開駅の崩壊は、激しい地震動による大きな地盤変位が側壁に大きな変形を与え、特に応力の集中しやすい中柱にせん断破壊を生じさせた結果と推定されている。</p> <p>地下構造物の地震による拳動、特に開削トンネルの土被り地盤の拳動やそれが部材に作用するメカニズム等について解明を急ぐ必要があるが、緊急の耐震補強としては、特に応力の集中しやすくせん断破壊の危険性の高い中柱に着目して、①大規模地震が発生した場合に大きな地盤変位を起こしやすい地盤条件下にあるか、②その場合、中柱がせん断破壊先行型の構造となっていないか、の診断を行い、必要なものについて、耐震補強を行うこととする。</p> |

表 3-3-3 耐震診断での留意点(鉄道系)(2)

| | |
|--------------------------|---|
| <p>耐震診断方法概要</p> | <p>① 大規模地震が発生した場合に大きな地盤変位を起こしやすい地盤条件下にあるかを確認</p> <p>② 中柱がせん断破壊先行型の構造になっていないかの診断を行う。</p> <p>$V_{mu}/V_{yd} \leq 1.0$: 曲げ破壊先行型 $V_{mu}/V_{yd} > 1.0$: せん断破壊先行型</p> <p>ここに、V_{mu}: 部材が曲げ耐力 M_u に達するときのせん断力 V_{yd} : 設計せん断耐力</p> <p>注) 柱のせん断耐力 V_{mu} を求める際の M_u は、鋼材の鋼材の実引張降伏強度 f_y を考慮し、すべての軸方向鉄筋(側面の鉄筋を含む)を考慮した曲げ耐力とする。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD START[START] --> A[柱部材の軸力算出] A --> B[柱の設計せん断力 V_mu を算出] B --> C[柱のせん断耐力 V_yd を算出] C --> D{V_mu/V_yd ≤ 1} D -- YES --> E[曲げ破壊先行型] D -- NO --> F[せん断破壊先行型] E --> G[END] F --> G </pre> </div> <p>☒ 検討の手順</p> |
| <p>地下街の適用にあたり考慮すべき事項</p> | <p>通達では、柱のみを対象としているが、地下街には耐震壁を設けているものもあり、この耐震壁の効果を耐震診断に加える必要がある。</p> |
| <p>劣化調査</p> | <p>基準では、事前に調査は求められていないが、建設されてから 40 年以上経過した地下街が多いことより、コンクリート強度等の調査を行い、その強度を耐震診断に反映するのが望ましい。</p> |

表 3-3-3 耐震診断での留意点(鉄道系)(3)

地下街への適用事例

耐震壁のせん断耐力は、鉄道設計標準により求めることができる。

$$V_{wud} = 0.5 \cdot (\rho_x \cdot f_{xyd} + \rho_y \cdot f_{yyd}) A_{cw} / \gamma_b$$

$$V_{wud} = 1.6 \cdot A_{cw} \sqrt{f'_{cd}} / \gamma_b$$

ここに、 V_{wud} :耐震壁のせん断耐力(2式の小さい方を採用する)。

ρ_x, ρ_y : x 方向鉄筋、 y 方向鉄筋の軸方向鉄筋比。

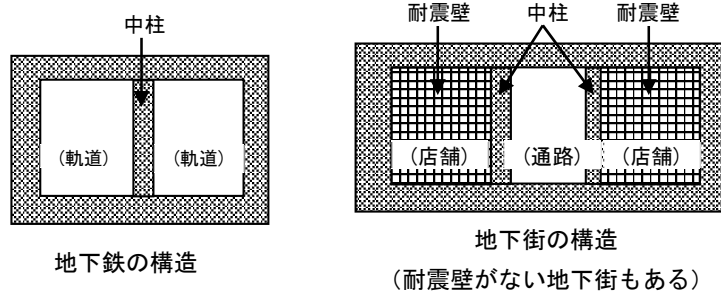
f_{xyd}, f_{yyd} : 水平せん断力以外の断面力によって x 方向および y 方向鉄筋に生じる応力度 σ_x および σ_y を、鉄筋の降伏強度 f_{yd} から差し引いた、見かけの降伏強度 (σ_x, σ_y は引張を正とする)

A_{cw} : 考慮する位置での壁の全水平断面積

f'_{cd} : コンクリート強度

γ_b : 部材係数

耐震壁の面内せん断変形性能と柱の変形性能を比べた場合、柱の方が変形能力が高いため、耐震壁がせん断耐力に達してのちに、柱のせん断がせん断耐力に達すると考えられる。従って、柱の設計せん断耐力の算定において、壁のせん断耐力分を割増して算定できるようにしている。



耐震壁の効果を考慮する方法として以下のような方法が考えられる。

$$\Sigma V_{mu} / \Sigma V_{yd} \leq 1.0 \quad : \quad \text{曲げ破壊先行型}$$

$$\Sigma V_{mu} / \Sigma V_{yd} > 1.0 \quad : \quad \text{せん断破壊先行型}$$

ここに、 ΣV_{mu} : 一体と考えられる範囲の柱が曲げ耐力に達するときのせん断力の合計

ΣV_{yd} : 一体と考えられる範囲の柱および耐震壁のせん断耐力の合計

表 3-3-3 耐震診断での留意点(鉄道系)(4)

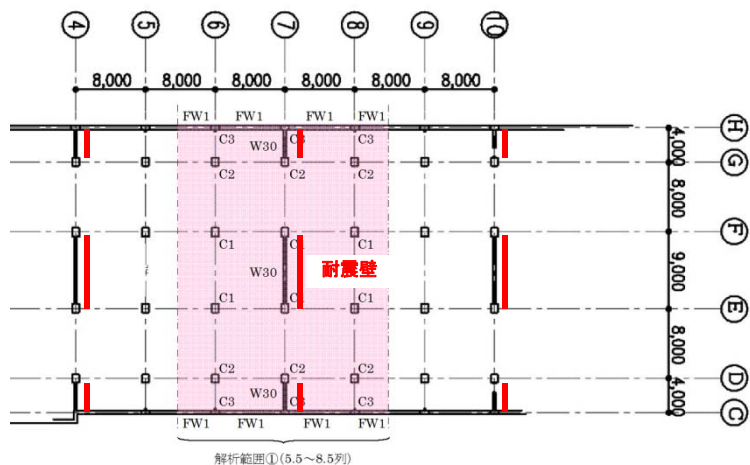


図 一体と考える範囲の例(平面図)

せん断破壊先行型であっても、地盤の変形がせん断破壊まで達しない場合は、せん断破壊しないのと考えられるので、地盤変形による層間変位を把握し、せん断耐力時の変形と比較し、せん断破壊時の変形が大きい場合は、耐震性があると考えられる。

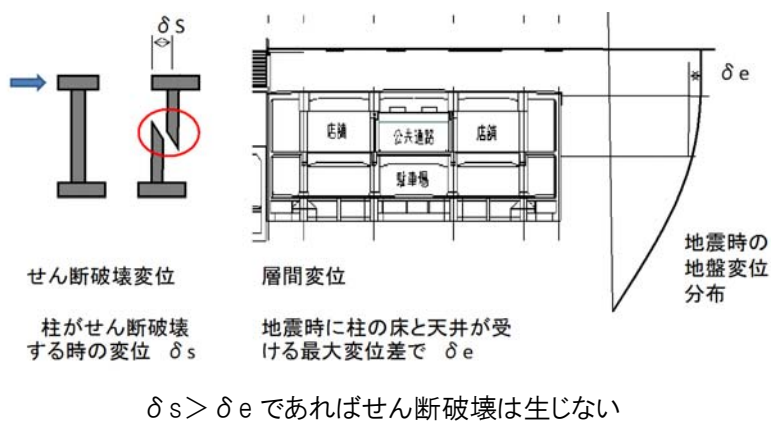


図 層間変位算出のイメージ

表 3-3-4 耐震診断での留意点(その他)

| | |
|---------|--|
| 基準名称 | 建築・鉄道の耐震診断手法によらない方法 |
| 耐震診断の方法 | <p>層せん断力と許容せん断力の比で求める。 建物の耐震性を、地震時層せん断力(P)と許容せん断力(Q)の対比で判定する。</p> <p>Q/P < 1.00 : 耐震性に疑問 Q/P ≥ 1.00 : 想定地震動に対し所要の耐震性を確保</p> <p>$Q = (\sum A_c + \sum A_w) \times \tau_a$ $\sum A_c$、$\sum A_w$: 柱、壁の総断面積 τ_a: 許容せん断応力</p> <p>$P = k \times W$ k: 設定震度(震度として1次設計相当を用いている例も有る) W: 診断階より上部の総重量</p> |

3. 代表的な事例

事例①…建築系の診断方法による事例

鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準による2次診断の事例

1. 地下街の概要

- (1)開業年:昭和 40 年代
- (2)設計法:建築基準法・同施行令
- (3)設計震度:地下1階(地下街部)Kh=0.2
地下2階(駐車場部)Kh=0.15
地上部 Kh=0.3

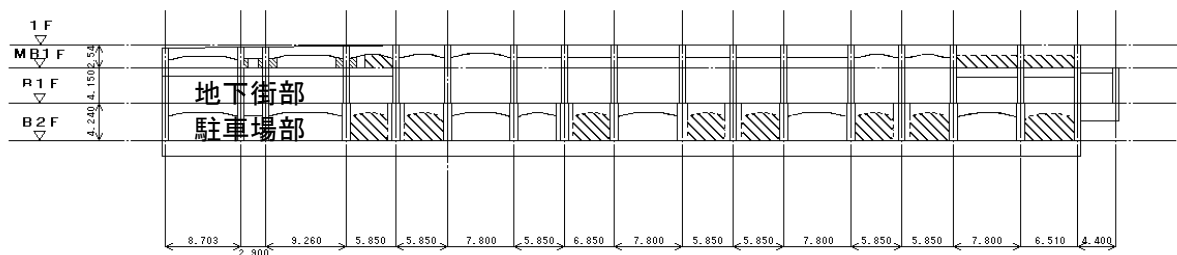


図 ①-1 標準的な断面図(斜線は耐震壁)

2. 耐震診断手法

耐震診断は、「建築物の耐震改修の促進に関する法律」に規定する耐震診断の指針(既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準)に準じて行われた。地上建築物を対象とした耐震診断法を、地下街に適用するために以下のような設定を行い診断している。なお、下記考え方は建築の耐震改修計画評定委員会での評定を受けている。

- ① 地下街の周囲は他の建築物の地下階で囲まれており、それぞれ接続部は 50mm のエキスパンションジョイントで分離されている。B2 階の壁量が非常に多く、他の階に比較して剛性が大きいので、B1 階より上を地上階とみなすこととする。(地下2階は耐震診断を省略した。)
- ② 周囲の建物との隙間が 50mm であるので、地下街の層間変形は半分の約 25mm で周辺建物とぶつかるもの考えられ、地下街の耐力として変形が約 25mm(層間変形角約 1/250)のときの状態を本構造物の保有水平耐力として耐震指標の設定をおこなう。

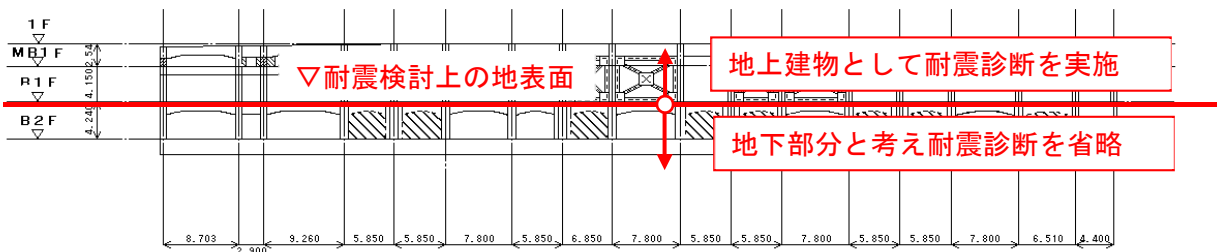


図 ①-2 耐震検討上の仮定

3. 診断結果

耐震診断は、建物構造計算一貫プログラム「BUILD-2」(NTT データ)を用いて計算した。計算結果の一部を以下に示す。

同結果によると、 I_s 値が 0.6 以下で「地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性がある」との判定となった。判定が下回った結果になった原因は、偏心率が大きいこと、MB1 階にある柱がせん断破壊先行型となっているためと考えられた。

表 ①-1(x方向) 現状耐震診断結果

| 階 | W(t) | Ai | Qu | F | E_0 | Fes | T | I_s | Q | 判定 |
|------|---------|------|---------|-----|-------|------|-----|-------|------|------|
| MB1F | 19682.7 | 1.04 | 10624.0 | 1.0 | 0.68 | 1.50 | 1.0 | 0.46 | 1.52 | N.G. |
| B1F | 22238.5 | 1.00 | 11385. | 1.0 | 0.68 | 1.50 | 1.0 | 0.46 | 1.52 | N.G. |

表 ①-1(y方向) 現状耐震診断結果

| 階 | W(t) | Ai | Qu | F | E_0 | Fes | T | I_s | Q | 判定 |
|------|---------|------|--------|-----|-------|------|-----|-------|------|------|
| MB1F | 19682.7 | 1.04 | 6027.3 | 1.0 | 0.49 | 1.40 | 1.0 | 0.35 | 1.16 | N.G. |
| B1F | 22238.5 | 1.00 | 7137.6 | 1.0 | 0.49 | 1.40 | 1.0 | 0.35 | 1.17 | N.G. |

柱がせん断破壊すると想定される柱について第2種構造要素の確認を行った。第2種構造要素となる柱については、せん断補強を行うことにより、第2種構造要素がなくなることを確認した。

4. 耐震補強

耐震診断結果の分析により、地震耐力が不足するのは、偏心率が大きいことおよび一部の柱のせん断耐力が不足していることである。

耐震補強として、ねじれの割増率を出来るだけ小さくするためと、耐力の増強のため耐震ブレースを設置するためと、柱のせん断破壊を防止し、靱性を高めるために炭素繊維による、柱のせん断補強を行った。

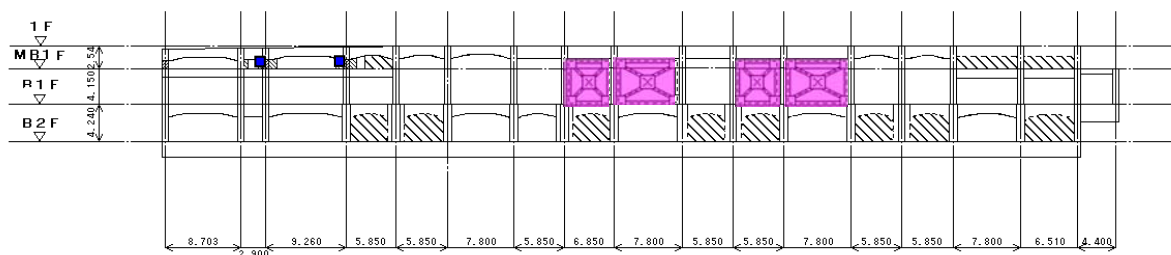


図 ①-3 耐震補強の事例

| 凡例 | |
|--|---------------|
| ■ | : 炭素繊維巻による柱補強 |
| ■ | : 鉄骨ブレースの設置 |

事例②…鉄道系の診断方法による事例

1. 地下街の概要

- (1) 開業: 昭和 40 年代(地下鉄と一体構造として建設)
- (2) 設計法: 土木系(高速鉄道地下構造物設計示方書、コンクリート標準示方書)
- (3) 設計震度: 耐震設計は実施されていない。

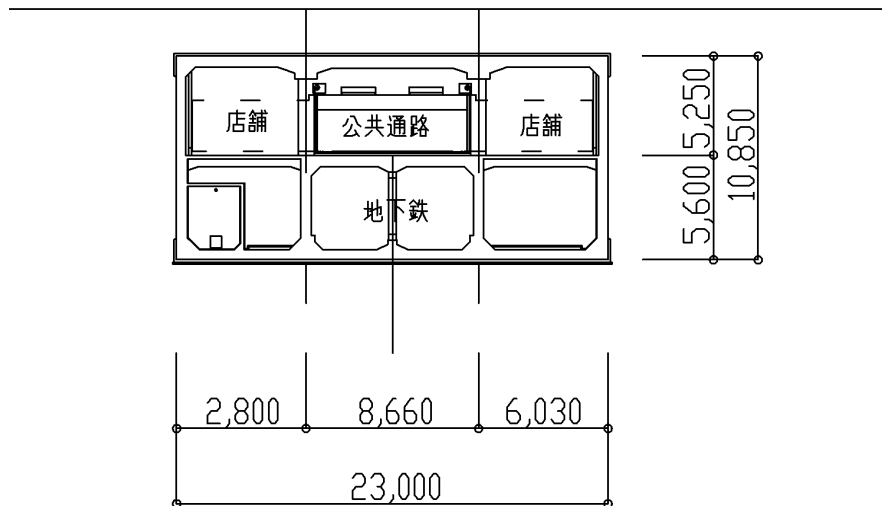


図 ②-1 断面図

2. 耐震診断手法

運輸省通達(平成7年)および「鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計」(平成 11 年 10 月※平成 24 年 9 月改訂)に準じて診断を行う。

地下街の「柱」の上端・下端が曲げ耐力 M_u に達する時のせん断力 V_{mu} を、せん断耐力 V_{yd} と比較する。
その結果、

$V_{mu}/V_{yd} \leq 1$: 曲げ破壊先行型の部材 ⇒ 耐震性があると判定

$V_{mu}/V_{yd} > 1$: せん断破壊先行型の部材 ⇒ 耐震性がない判定

各耐力は以下のようにして求めた。

M_u : 常時の軸力 N が作用しているときの曲げ耐力を計算する。曲げ耐力の計算には、柱が実際に保有している耐力を計算するために、設計では考慮しない側面の鉄筋も考慮して算出する。

V_{mu} : 部材に M_u のモーメントが作用しているときのせん断力を計算する。一般には、 $2M_u/L$ 、(L は柱の高さ)で求める。

V_{yd} : M_u の曲げモーメントが作用している部材の、コンクリートおよび帯鉄筋によるせん断耐力を計算する。

なお、せん断破壊先行型の部材と判定された場合でも、地盤の応答変位の層間変位と比較し、せん断破壊時の層間変位が大きい場合は、耐震性があるとした。これは、地中にある構造物は地盤の変形に応じて変形するため、地盤の変形以上には柱も変形しないと考えているからである。

検討のフローを以下に示す。

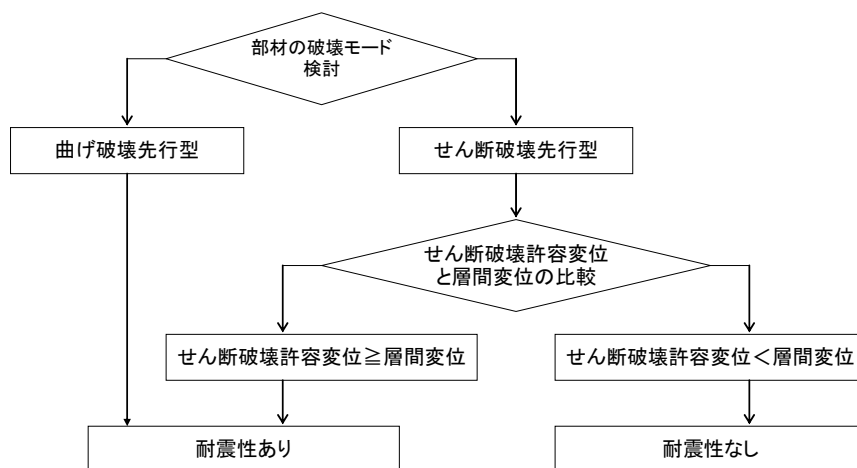


図 ②-2 検討フロー

3. 診断結果

3.1 診断条件

(1)材料強度

材料強度は、強度試験を実施していないため、設計強度を使用した。

- ・コンクリート設計基準強度 f'_{ck} 21 N/mm²
- ・鉄筋引張強度 f_{sud} 440 N/mm²
- (帯鉄筋) f_{sud} 380 N/mm²

(2)設計荷重

荷重に関しては建設工事誌の値を参考に設定した。

3.2 地盤変位の算出

入力地震動として、地下鉄とも一体構造となっていることから、「鉄道構造物等設計標準・同解説耐震設計」(平成 11 年 10 月※平成 24 年 9 月改訂)での設定波形を用いて応答解析を実施した。

地下街の層間変位は以下ようになる。図中の赤線は直下型地震、黒線は海洋型地震を想定したものである。

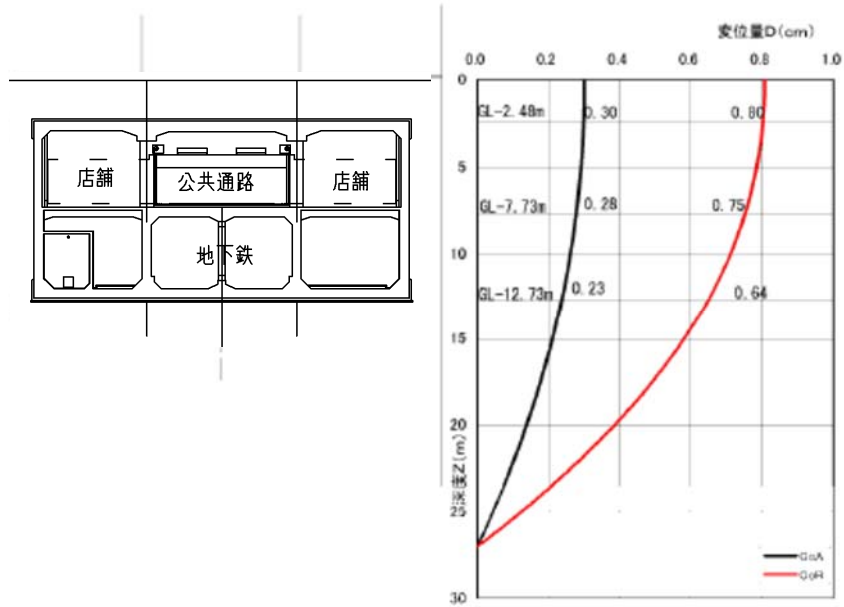


図 ②-3 地盤応答計算結果

3.3 診断結果

地下街の柱・壁の配筋パターンのグループ化を行い、代表的な2断面に対して検討を行った。

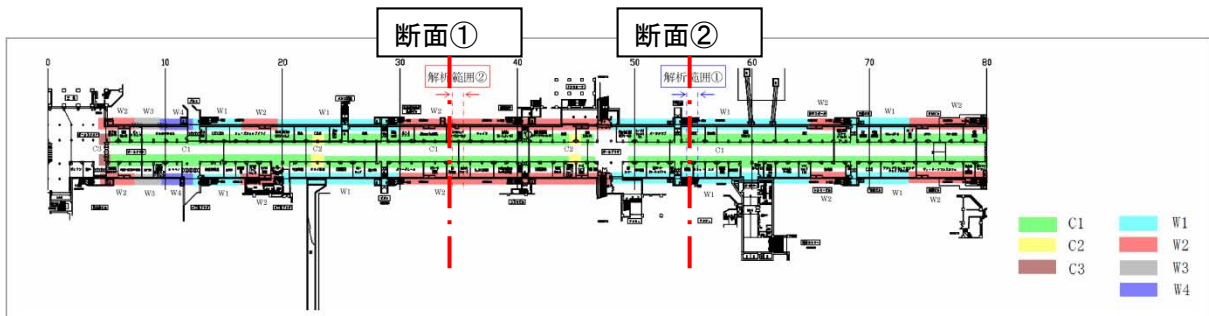


図 ②-4 地下街の配筋パターン分布と診断断面

診断結果を以下に示す。

表 ②-1 診断結果

| 地下街 | | | | B1F | | | |
|--------|--------|--------------------------------------|----|---------|----------|---------|----------|
| 階数 | | | | | | | |
| 検討範囲 | | | | ① | | ② | |
| 部材 | | | | C1 柱 | W1 側壁 | C1 柱 | W2 側壁 |
| 部材単独評価 | | V _{mu} | kN | 746.4 | 143.2 | 746.4 | 103.7 |
| | | V _{yd} | kN | 452.5 | 229.5 | 452.5 | 229.5 |
| | | V _{mu} /V _{yd} | | 1.65 | 0.62 | 1.65 | 0.45 |
| | | 破壊タイプ | | せん断 | 曲げ | せん断 | 曲げ |
| 解析範囲全体 | | Σ V _{mu} | kN | 2677.3 | | 2478.3 | |
| | | Σ V _{yd} | kN | 3197.8 | | 3199.4 | |
| | | Σ V _{mu} /Σ V _{yd} | | 0.84 | | 0.77 | |
| | | 破壊タイプ | | 曲げ | | 曲げ | |
| 層間変位 | タイプ I | 層間変位量 | mm | 0.2 | — | 0.2 | — |
| | | 許容変位量 | mm | 4.2 | — | 4.2 | — |
| | | 評価 | | 許容以下 | — | 許容以下 | — |
| | タイプ II | 層間変位量 | mm | 0.6 | — | 0.6 | — |
| | | 許容変位量 | mm | 4.2 | — | 4.2 | — |
| | | 評価 | | 許容以下 | — | 許容以下 | — |

柱単独で見た場合は①断面、②断面ともせん断破壊先行型となり、耐震性がないと判断されるが、層間変位との比較では、せん断破壊する層間変位より地盤応答計算より求まる層間変位が小さく、許容変位以下となり、耐震性があると判断される。

以上より、この地下街の耐震性はあると判断された。

事例③…鉄道系の診断方法による事例(耐震壁がある場合の診断例)

1. 検討地下街

地下2階の両端および中央区画に耐震壁を有する地下街とする。(診断事例説明のため仮想の地下街を設定した。)

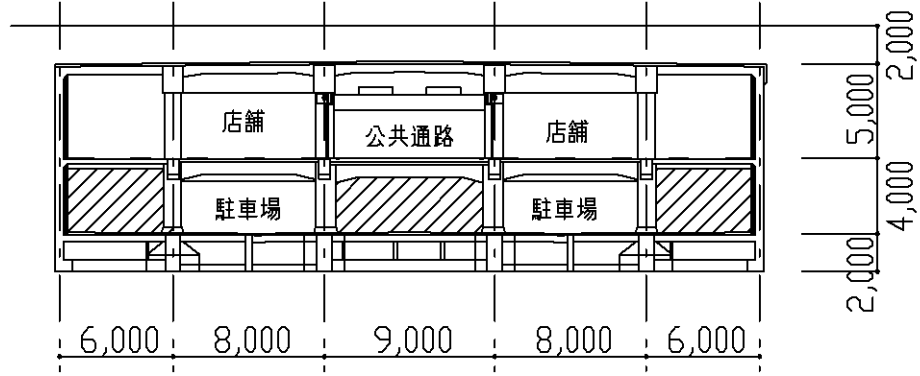


図 ③-1 地下街標準断面(斜線部分は耐震壁)

2. 検討方法

解析範囲内の個々の部材(耐震壁を除く)に対して、事例②と同様の破壊モードの検討を行う。

その結果、「曲げ破壊先行型」の部材のみが存在する場合は、解析範囲は耐震性ありと考える。

「せん断破壊先行型」の部材が存在する場合は、耐震壁を含めた解析範囲全体で、以下の評価を実施する。

$\Sigma Vmu / \Sigma Vyd \leq 1$: 全体として曲げ破壊型 \Rightarrow 耐震性があると判定

$\Sigma Vmu / \Sigma Vyd > 1$: 全体としてせん断破壊形 \Rightarrow 耐震性がない判定

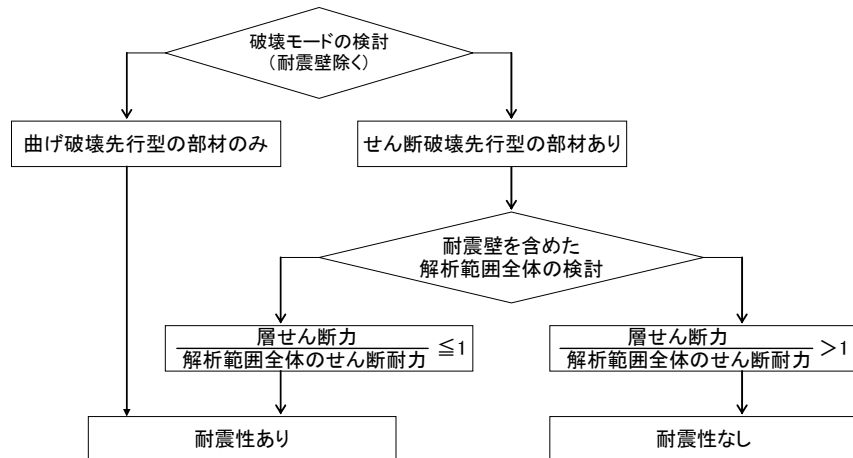
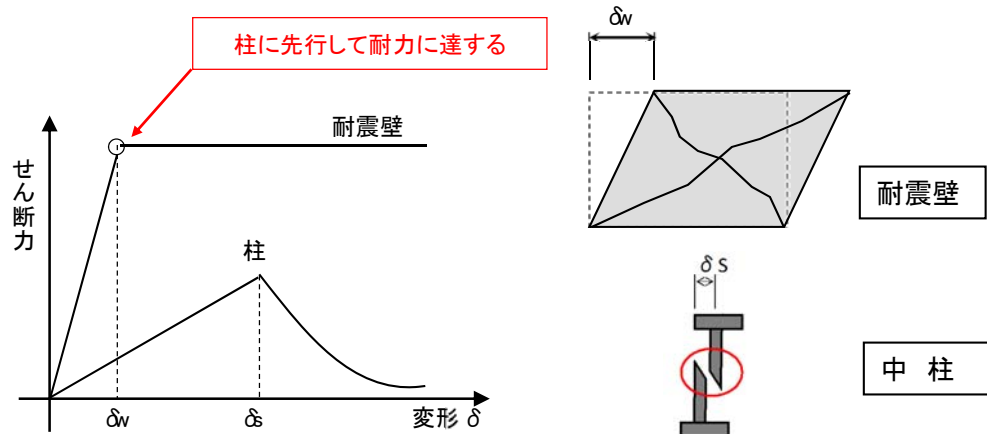


図 ③-2 検討フロー

なお、耐震壁の効果は、ここでは以下のように考慮する。

- ①柱と耐震壁を比較した場合、耐震壁の剛性が大きく、柱より早くせん断耐力に達する。
- ②その後も耐震壁のせん断耐力が保持されると仮定すると柱が負担しなければならないせん断力は、層せん断力から耐震壁のせん断耐力を差し引いた値となる。
- ③耐震壁は柱ほど密には設置されていないため、対称性および一体性を考慮した範囲の壁、柱それぞれのせん断耐力合計で評価する。



図③-2 せん断力～変形関係(イメージ)

3. 耐震検討

3.1 検討範囲

地下2階地下駐車場は、耐震壁が等間隔(=2 スパン)で配置されているため、B2 階(駐車場の)検討断面を、②～④の2 スパン分とした。

柱および耐震壁は、上下床版が一体で挙動すると考えた。

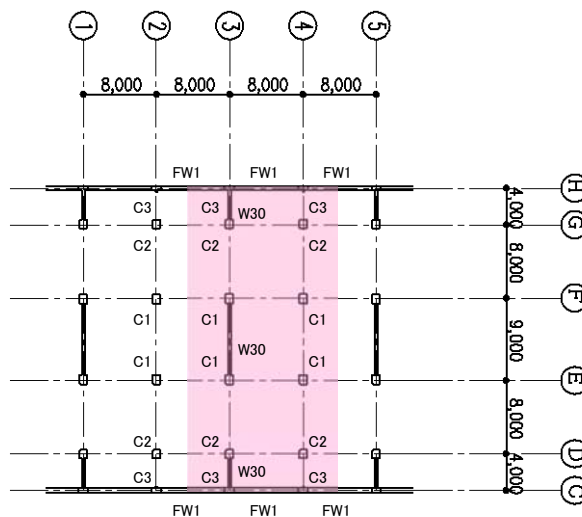


図 ③-3 耐震診断検討範囲(着色部)

3.2 検討結果

(a)破壊モード

検討結果を以下に示す。

表 ②-1 検討結果

| 階数 | | B2F | | | | |
|--------|---------|-----|--------|--------|---------------|-------|
| 検討範囲 | | | | | | |
| 部材 | | C1 | C2 | C3 | FW1 | |
| | | 柱 | 柱 | 壁柱 | 側壁 (1mあたり) | |
| 部材単独評価 | Vmu | kN | 2380.9 | 1897.4 | 325.8 | 109.7 |
| | Vyd | kN | 647.2 | 593.6 | 293.3 | 141.1 |
| | Vmu/Yyd | — | 3.68 | 3.20 | 1.11 | 0.78 |
| | 破壊タイプ | — | せん断 | せん断 | せん断 | 曲げ |

柱部材は「せん断破壊先行型」である。

側壁は「曲げ破壊先行型」の部材であり、耐震性があると判断される。

(b)耐震壁を含めた解析範囲全体

せん断破壊先行型の部材が含まれるため、耐震壁を含めた解析範囲全体の評価を実施した。

なお、耐震壁のせん断耐力は、下表の通りである。

$$\text{耐震壁(W30/端部)} = 10000\text{kN}$$

$$\text{耐震壁(W30/中央)} = 1000\text{kN}$$

$$\begin{aligned} \Sigma V_{mu} &= 2380.9\text{kN} \times 4 + 1897.4\text{kN} \times 4 + 325.8\text{kN} \times 4 + 109.7\text{kN/m} \times 28\text{m} \\ &= 21488\text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma V_{yd} &= 647.2\text{kN} \times 4 + 593.6\text{kN} \times 4 + 293.3\text{kN} \times 4 + 141.1\text{kN/m} \times 28\text{m} \\ &\quad + 10000\text{kN} + 1000\text{kN} \times 2 \\ &= 22087.2\text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma V_{mu} / \Sigma V_{yd} &= 21488 / 22087.2 \\ &= 0.97 \end{aligned}$$

したがって、耐震壁を考慮した場合、全体として曲げ破壊型となり、耐震性があると判断される。

事例④…その他の診断方法による事例

1. 地下街の概要

- (1)開業年:昭和 40 年代
- (2)設計法:建築系設計法
- (3)設計震度:地下1階(地下街部)Kh=0.1
地下2階(駐車場部)Kh=0.05

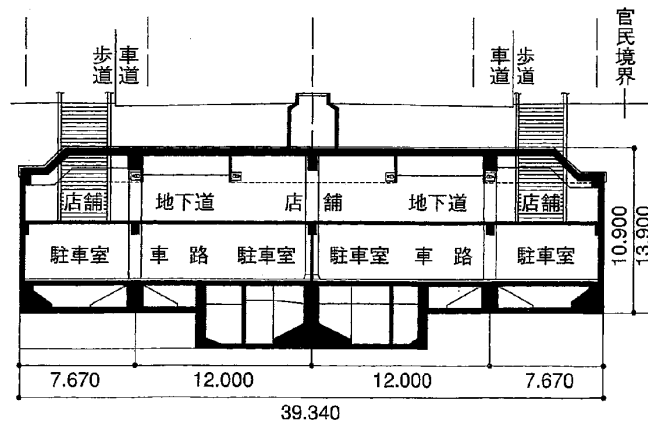


図 ④-1 標準断面

2. 耐震診断手法

建築基準法では、地下部の耐震設計は1次設計のみで良いとなっている(表 2-3-2 参照)。本方法は、1次設計に対応する手法として、1次設計時震度と許容応力度による耐震診断法となる。本方法は、大規模な地震に対する耐震診断方法ではないが、第2種構造要素の確認等を組み合わせることにより、概略な耐震診断法としては有効な方法となる。

本検討では、層間のせん断力は柱と壁を伝播すると考え、総量でのせん断力とせん断許容力の比較で判定している。調査フローを以下に示す。

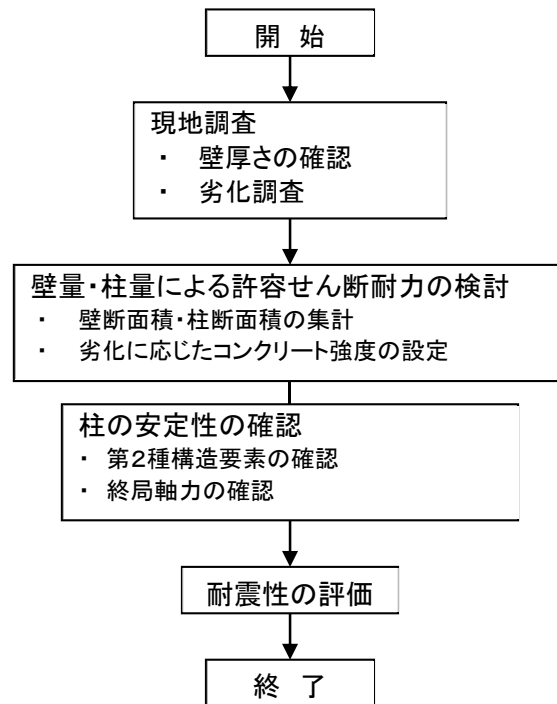


図 ④-2 調査フロー

2.1 現地調査

- ・ 設計図面と現地の相違の確認。耐震診断上必要な壁の厚さ等を確認。
- ・ 概観劣化調査を実施。
- ・ コンクリートの圧縮強度は、すでに調査済みでありこの結果を採用。

2.2 壁量・柱量による許容せん断耐力の検討・中柱の検討

(1) 建物の耐震性を、地震時層せん断力(P)と許容せん断力(Q)の対比で判定する。

$Q/P < 1.00$: 耐震性に疑問

$Q/P \geq 1.00$: 想定地震動に対し所要の耐震性を確保

(2) 中柱に関しては、第2種構造要素でないことの確認および柱の最大軸圧縮力に関して、圧壊しないことを確認する。

3. 耐震診断結果

3.1 壁量・柱量による許容せん断力の検討・中柱の検討

(1) 診断条件

地震力:1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震程度、震度階で震度5程度を想定
(水平震度 0.1)(建築基準法での1次設計相当震度)

コンクリートの短期許容せん断応力度 :0.695N/mm²

(地下2階でのコンクリート圧縮強度の平均 14.8N/mm²より次式で算定)

(診断用強度)=(圧縮試験結果の平均値)-(標準偏差)/2

(コンクリートの短期許容せん断応力度)=(診断用強度)/20

(2) 判定結果

① 許容せん断耐力の判定結果

表 ④-1 許容せん断耐力の判定結果

| 方向 | 階 | 柱量 Ac (m ²) | 壁量 Aw (m ²) | 壁+柱量 ΣA (m ²) | 層せん断力 P | せん断耐力 Q | Q/P | 判定 | τ (P/ΣA) (N/mm ²) |
|---------|----|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------|------------|------|----|-------------------------------------|
| X 方向 | B1 | 174.0 | 204.6 | 378.6 | 121.5 | 263.1 | 2.16 | OK | 0.321 |
| | B2 | 173.6 | 273.6 | 447.2 | 144.3 | 310.8 | 2.15 | OK | 0.323 |
| Y 方向 | B1 | 174.0 | 71.3 | 245.6 | 121.5 | 170.5 | 1.40 | OK | 0.495 |
| | B2 | 173.6 | 84.6 | 258.2 | 144.3 | 179.4 | 1.24 | OK | 0.559 |

② 中柱の第2種構造要素と終局軸力の検討

- ・ 第2種構造要素の検討を行った結果、すべての柱で第2種構造要素にならないことを確認
- ・ 柱の最大軸圧縮力の検討を行った結果、すべての柱の安全率は2.6倍以上を確認

4. 耐震性の判定

本建物は全階各方面で「想定する地震動に対し所要の耐震性を確保している」と判断される。想定する地震動よりも大きい稀に発生する地震動が生じた場合は、建物にある程度の損傷が生じることが考えられるが、中柱の検討結果から、建物が倒壊に至るような被害が生じる可能性は低いといえる。

05) 耐震補強方法

1. 耐震補強の基本

耐震補強の基本は、耐震診断で目標とした耐震性を達成することである。ここでは、耐震診断の結果に対して不足する耐震性を補うものであり、1995年の兵庫県南部地震クラスまたはそれ以上の地震に対して、中柱等の支持力が無くなり構造物天井が落下しない状態に補強することである。

耐震補強検討・耐震補強設計のフローを図3-4-1に示す。

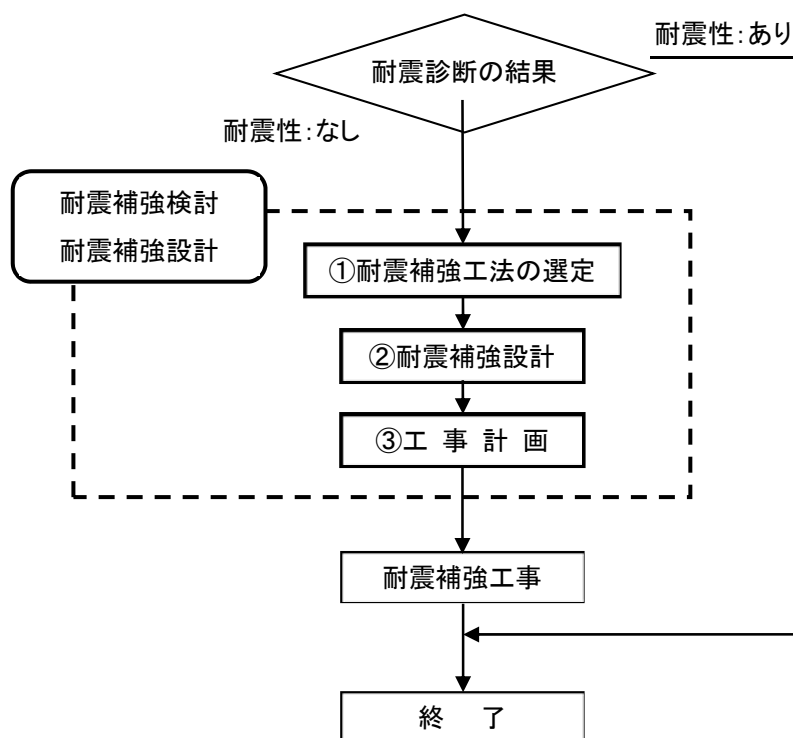


図3-4-1 耐震補強検討・耐震補強設計のフロー

フローの各項目について、基本事項を以下に簡単にまとめる。

①耐震補強工法の選定

耐震補強工法には、目的とする補強効果から、一般に以下のように大別される。

- ・じん性補強：部材のじん性能の向上を目的とした補強
- ・せん断補強：部材のせん断耐力の向上を目的とした補強
- ・曲げ補強：部材の曲げ耐力の向上を目的とした補強

上記のうち、どの補強効果を目的とするかは、耐震診断の内容によることになるが、耐震補強工法の選定にあたっては、目的とする補強効果が得られる工法の中から、施工性や経済性等を総合的に評価・検討し、一つの工法に絞り込むこととなる。一般には、中柱のせん断耐力の向上を目的としたせん断補強が行える耐震補強工法が採用されている。

②耐震補強設計

耐震補強設計の方法としては、一般に、耐震診断の結果に対して不足する耐震性を補う補強量を計算する方法が行われている。その計算方法は、選定した耐震補強工法ごとに異なるが、基本的な考え方としては次式で表現される。

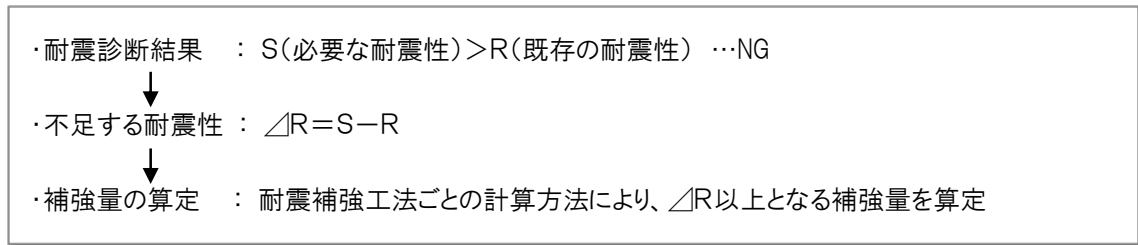


図 3-4-2 耐震補強設計の方法の考え方

③工事計画

工事計画の策定にあたっては、地下街利用者等への公衆災害が生じないことを計画の基本としながら、地下街の特徴を考慮して以下の点にとくに留意する必要がある。

- 店舗周辺を補強する際には、長期間にわたり店舗営業に支障(休業等)が生じる。
- 工事資材等の搬入出経路は、地上出入口が基本となるため、人力による運搬を考慮する必要がある。
- 店舗の営業時間、公共通路の開放時間等、施工時間が制限される。
- 耐震補強は、構造部材の補強であるため、天井や内装および床の仕上等の撤去・復旧も必要となる。
- また、工事の支障範囲にダクト等の設備がある場合は、工事中の一時撤去や一時切廻しが必要となる。

このように、地下構造物である地下街は、地上構造物と比較して施工条件が悪いとともに、一般の利用者や店舗営業への影響を考えると、地下街のリニューアル工事と合わせた実施も検討する必要がある。

また、耐震対策が先行している鉄道(地下鉄)においては、同様の悪い条件に対応した各種耐震補強工法が開発され、採用されている実績がある。以降の項で、その一部を紹介するので耐震補強工法の選定の段階から、参考にされたい。

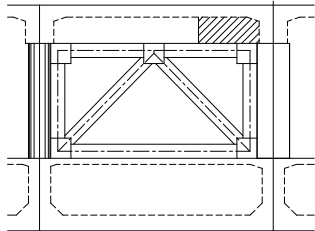
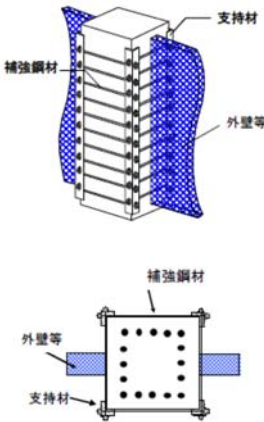
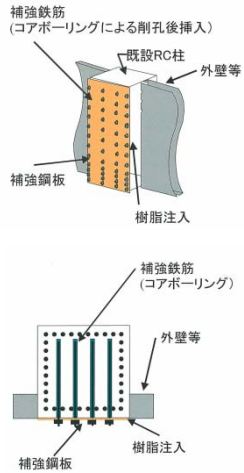
2. 代表的な耐震補強方法

地下構造物における既往の耐震補強工事において、これまで採用されている代表的な耐震補強工法の概要を表 3-4-1～2 に示す。

表 3-4-1 主な耐震補強工法一覧 (1)

| 工法 | 鋼板巻立補強工法 | コンクリート増厚工法 | 炭素繊維シート補強工法 | 高延性繊維シート補強工法 | |
|-------------------|--|--|---|--|--|
| 施工概要図 | | | | | |
| 施工概要 | 下地処理を施した柱の周囲に鋼板を巻き立て補強する。鋼板は溶接し、鋼板と柱との隙間は充填材を注入する。 | 柱周りにコンクリートを増し打ちし補強する。帯鉄筋の定着により既設構造物との一体化を図る。 | 下地処理を施した柱の周囲に炭素繊維シートを帯鉄筋方向に巻き付け補強する。 | 下地処理を施さない柱にウラン系の接着剤を用いて高延性繊維シートを接着させ補強する。 | |
| 類似構造物における施工実績 | 地下駅等多数。 | スペースの制限が比較的多い地下での実績は少ない。 | 鉄道の高架橋等多数 | 主に建築分野での実績が多い。 | |
| 施工性 | 資材搬入(出入口の制限等) | 出入口の制限から、通常は鋼板の分割搬入となる。他工法に比べて材料重量が重い、搬入回数は多くなる。 | ミキサー車が施設内に入れない場合は、地上部にミキサー車を配置し、ポンプ車経由でのコンクリート搬入が必要となる。(道路占用が必要) | 出入口の制限から、通常はシートの分割搬入となる。ただし、鋼管巻きに比べて、材料重量は小さいため、搬入回数は比較的少ない。 | 材料が軽量なため、搬入による問題は少ない。 |
| | 支障物の対処(柱に定着している設備等) | 既設構造物と補強材の一体化が必要なため、支障物は、定着形式(ドン付け、ゲタ履き)に関らず、一時撤去・復旧が必要となる。 | コンクリート増し厚により柱寸法が大きくなるため、支障物の移設が必要となる。 | 既設構造物と補強材の一体化が必要なため、支障物は、定着形式(ドン付け、ゲタ履き)に関らず、一時撤去・復旧が必要となる。 | 既設構造物との一体化が必須条件ではないため、配管のゲタ等定着面積が小さいものは避けてシートを貼ることができる。定着面積が大きなものについては、一時撤去・復旧が必要。 |
| | 施工のしやすさ | 材料重量が重い、材料の積み降ろし、材料の配置には、クレーン(トラックの荷台に配置されているような小規模のもの)等の重機が必要となる。 | 地下の限られたスペースでのコンクリート打設となるため、困難である。また、コンクリートの養生期間が必要であり、工期が長くなる。 | 連続繊維切断、エポキシ樹脂含浸等、専門技術を要する作業が多い。 | 巻立て作業は容易であり、人力で可能である。 |
| 地下街機能・景観への影響 | 補強後の柱寸法が若干大きくなるが、機能を損なうことはない。 軽微な仕上げで既設と同等の景観が得られる。 | 補強後の柱寸法が大きくなり、機能に支障したり、利用者へ圧迫感を与える。 補強する柱と補強しない柱が点在するため、統一性が無くなり、景観や通行の安全性を損なう。 | 機能を損なうことはない。 仕上げ化粧を施すことにより、既設と同等の景観が得られる。 接着剤はラッカー系を使用するため、施工中や接着剤が定着するまで、利用者に不快感(臭い)を与える可能性がある。 | 機能を損なうことはない。 仕上げ化粧を施すことにより、既設と同等の景観が得られる。 | |
| 耐久性(耐火性、維持管理の簡易性) | 耐火性: 高い。 耐久性: 高い。定期的な塗装が必要だが、それ以外は基本的にメンテナンスフリーである。 | 耐火性: 高い。 耐久性: 高い。基本的にはメンテナンスフリーである。 | 耐火性: 耐火性が低い。皮膜等対策が必要。 耐久性: 材料剥き出しの状態では、人力でも損傷する可能性がある。建築化粧等が必須となるが、その上から、釘等を打たれた場合、損傷するため、その状況が生じない対策が必要となる。 | 耐火性: 低い。皮膜等対策が必要。 耐久性: 紫外線等による劣化があるが、地下では、他の材料と同等。人力でも損傷する可能性がある。建築化粧等が必須となるが、その上から、釘等を打たれた場合、損傷するため、その状況が生じない対策が必要となる。 | |

表 3-4-2 主な耐震補強工法一覧 (2)

| 工法 | 鉄骨ブレース工法 | RB(リブバー)耐震補強工法 | 一面耐震補強工法 | |
|-------------------|---|--|---|--|
| 施工概要図 |  |  |  | |
| 施工概要 | せん断変形を抑制する鉄骨ブレースを配置し補強する。 | 柱外周に補強鋼材を支持材を介して配置し補強する。 | 露出している一方向(一面)から補強鉄筋をアンカーのように打設し補強する。 | |
| 類似構造物における施工実績 | 地上駐車場等で多数実績あり。 | JR 東日本等における高架橋駅の柱等で実績あり。 | JR 東日本等における高架橋駅の柱等で実績あり。 | |
| 施工性 | 資材搬入(出入口の制限等) | 出入口の制限から、通常は分割搬入する必要がある。 | 搬入が比較的容易である。 | 搬入が比較的容易である。 |
| | 支障物の対処(柱に定着している設備等) | 桁下空間へブレース材を設置するため、桁下を避けた位置へ支障物の移設が必要となる。 | 補強鋼材の取付のため、桁下を避けた位置へ支障物の移設が必要となるが、大掛りな移設は不要である。 | 支障物の少ない一方向(一面)を選択して施工が可能のため、支障物への影響が少ない。 |
| | 施工のしやすさ | 材料重量が重い、材料の積み降ろし、材料の配置には、大きな重機(クレーン等)が必要となる。 | 施工ヤードが小さく、大きな機械も必要としないため、スペースが限られる地下での施工にも適している。また、施工にあたって特殊技能が不要である。 | 施工ヤードが小さく、大きな機械も必要としないため、スペースが限られる地下での施工にも適している。 |
| 地下街機能・景観への影響 | 無用に仕切られ、使い勝手が悪くなる。また、利用者へ圧迫感を与える。 | 第三者が接近できる環境では、ボードによる被覆等が必要となり、補強後の柱寸法が大きくなるため、機能に支障したり、利用者へ圧迫感を与える。 | 機能を損なうことはない。軽微な仕上げで既設と同等の景観が得られる。 | |
| 耐久性(耐火性、維持管理の簡易性) | 耐火性:高い。 耐久性:高い。定期的な塗装が必要だが、それ以外は基本的にメンテナンスフリーである。 | 耐火性:高い。 耐久性:高い。基本的にはメンテナンスフリーである。 | 耐火性:高い。 耐久性:高い。基本的にはメンテナンスフリーである。 | |
| 備考 | | 鉄道 ACT 研究会登録工法 | 鉄道 ACT 研究会登録工法 | |

また、このほかにも様々な耐震補強工法が開発されており、実際の耐震補強工法の選定においては、下記資料等を参考にするのがよい。

- ・「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震設計事例集 2009」(財)日本建築防災協会
- ・「耐震補強工法 技術資料」鉄道 ACT 研究会

4. 代表的な事例

地下街のこれまでの耐震補強工事の実施事例を表 3-4-3 に示す。

実施事例においては、中柱に対する「鋼板巻立補強工法」が主に実施されている状況にある。この「鋼板巻立補強工法」と、店舗等の支障物がある場合に、大掛かりな支障移転等を必要としない「RB(リブハ-)耐震補強工法」と「一面耐震補強工法」について、次頁に施工の概要を添付する(図 3-4-3~5)。

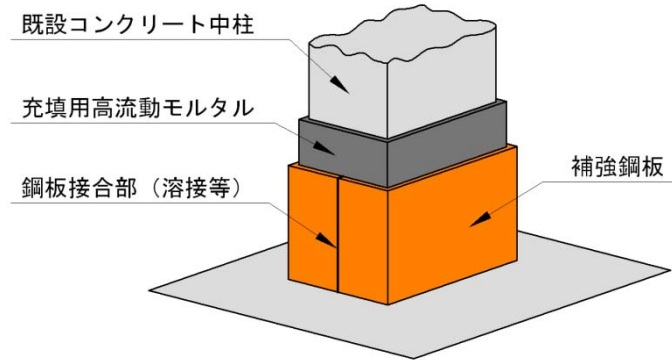
表 3-4-3 地下街における耐震補強の実施事例

| | 耐震診断・補強の概要 | 採用した耐震補強工法 |
|----------|--|---------------------------------------|
| 実施例 ① | 現行の構造計算基準に適合することを確認し、不適合部位について、現行の構造計算基準に適合するよう補強設計を実施。 | 中柱に対する 『炭素繊維シート補強工法』 |
| 実施例 ② | 劣化度調査とともに「建築物の耐震改修の促進に関する法律」に準拠した耐震診断 ($I_s \geq 0.6$ 、 $q \geq 1.0$) を実施。 | 中柱に対する 『鋼板巻立補強工法』 |
| 実施例 ③ | 柱に関して、せん断耐力が曲げ破壊時のせん断力を上回ることを確認 ($V_{mu} \geq V_{yd}$) を実施。 | 中柱に対する 『鋼板巻立補強工法』 及び『炭素シート補強工法』 |
| 実施例 ④ | 柱に関して、せん断耐力が曲げ破壊時のせん断力を上回ることを確認 ($V_{mu} \geq V_{yd}$) を実施。 | 中柱に対する 『鋼板巻立補強工法』 |

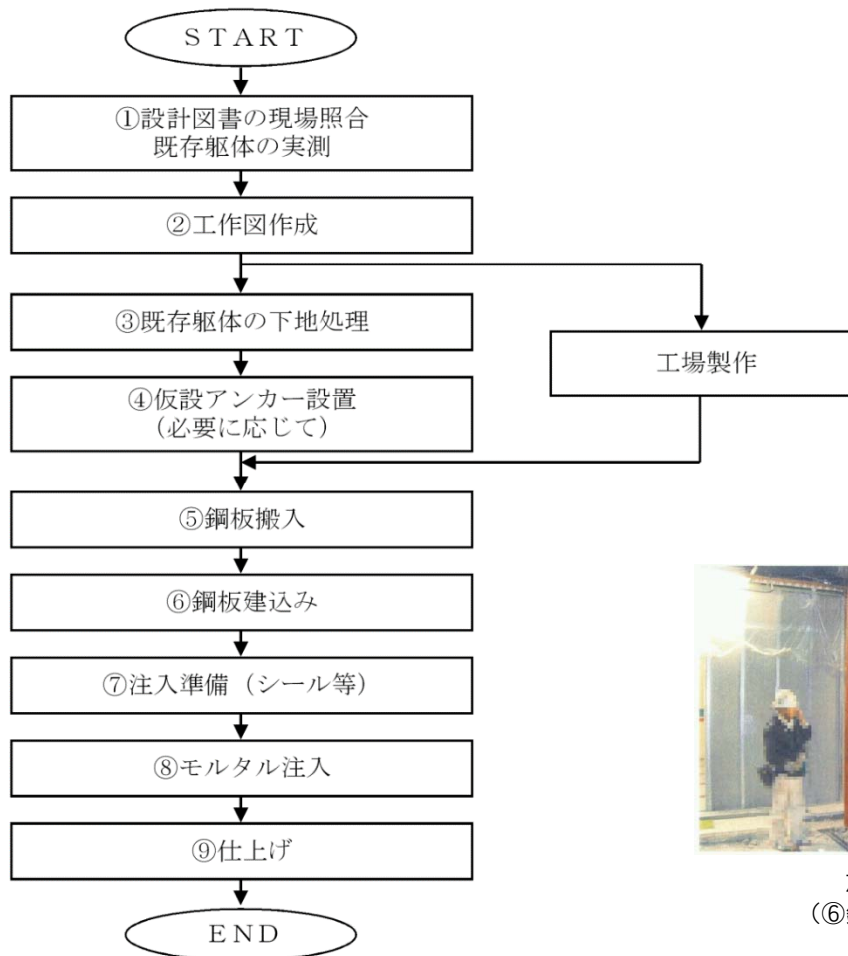
鋼板巻立補強工法

■工法概要

中柱の周囲に鋼板を巻き立て補強する従来からの耐震補強工法である。一般に、鋼板は溶接で接合し、鋼板と中柱との隙間は充填材を注入して一体化させる。店舗等の支障物がある場合は、支障移転等が大掛りとなることが多いとともに、鋼板の分割数を多くする等の対応が必要となる。



■施工手順



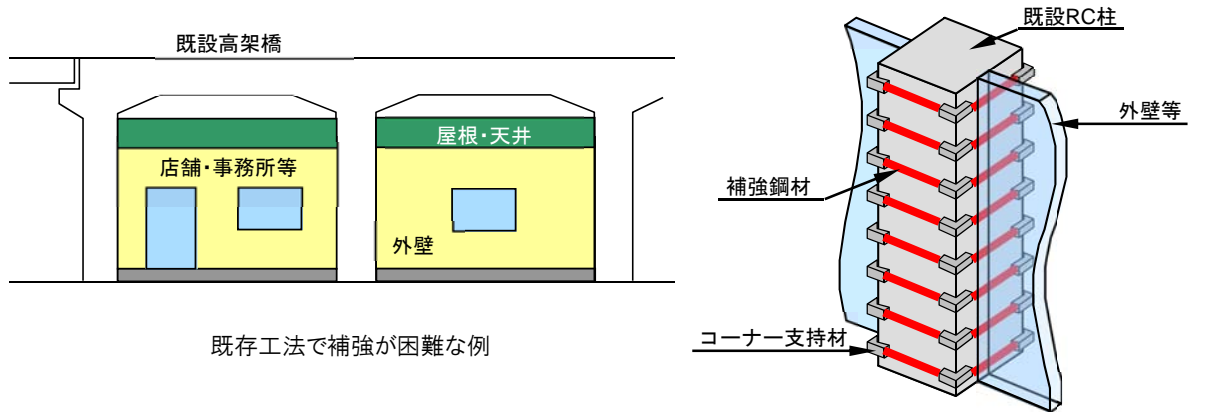
施工写真
(⑥鋼板建込み)

図 3-4-3 鋼板巻立補強工法の施工概要

RB(リブバー)耐震補強工法

■工法概要

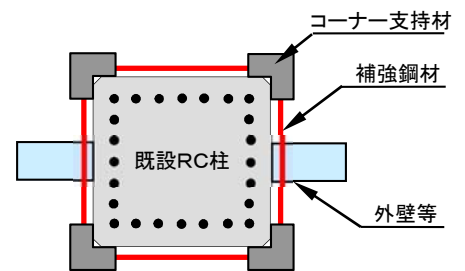
鋼材を柱部材の周囲を取り囲むように配置し、その端部を柱の隅角部で定着することにより、十分な耐震性能を与える耐震補強工法である。特に、店舗等の支障物がある部分において優れた施工性、経済性を発揮する。



コーナー支持材
場所打ちタイプ



コーナー支持材
プレキャストタイプ



■施工手順



①柱表面清掃



②コーナー支持材設置、鋼材締め付け



③化粧板取付け

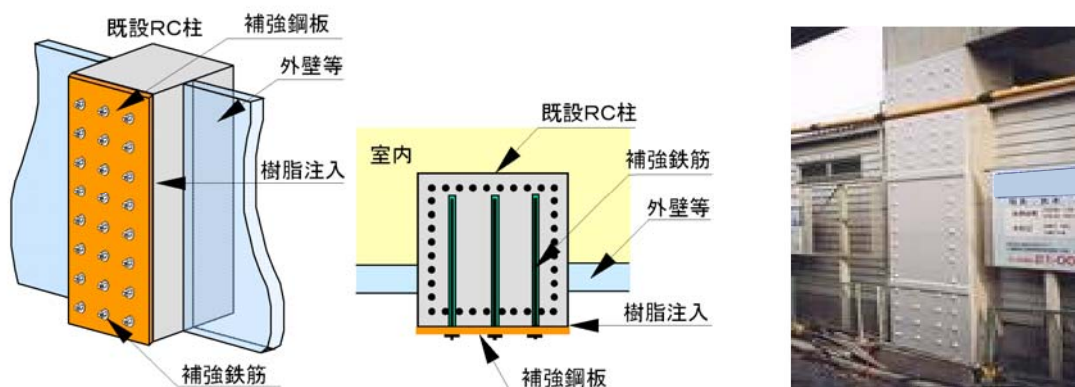
注) 鉄道 ACT 研究会登録工法

図 3-4-4 RB(リブバー)耐震補強工法の施工概要

一面耐震補強工法

■工法概要

店舗等の支障物がある場合に、支障物のない方向(一面)のみから施工が可能な耐震補強工法であり、補強鉄筋及び補強鋼板により補強するものである。特に、店舗等の支障物がある部分において優れた施工性、経済性を発揮する工法である。



■施工手順



①コアボーリングによる削孔

②補強鉄筋挿入

③補強鋼板取付
④鋼板・既設柱間に樹脂を注入し施工完了

注) 鉄道 ACT 研究会登録工法

図 3-4-5 一面耐震補強工法の施工概要

●耐震に関する用語の解説

耐震に関する用語のうち、主なものについて解説する。

表 資-1 耐震に関する用語の解説

| | |
|------------|---|
| 兵庫県南部地震 | 正式名称を「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」(気象庁命名)とする1995年(平成7年)1月17日火曜日午前5時46分に発生した活断層の活動によるマグニチュード7.3の直下型地震のことをいう。 |
| 阪神・淡路大震災 | 「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」によって引き起こされた災害のことをいう。 |
| 耐震診断 | 既存建造物の地震に対する安全性を調べることをいう。 |
| 耐震補強 | 地震に対する安全性の向上を目的として、既存建造物の地震に対する強さを高めるための一般に工事がともなう対策のことをいう。 |
| gal(ガル) | 地震の揺れの強さを表すのに用いる加速度の単位のことをいう。1galとは、毎秒1cm/sの割合で速度が加速することである(1gal=1cm/s ²)。 |
| kine(カイン) | 地震の揺れの強さを表すのに用いる速度の単位のことをいう。1kineは、1cm/sを示す。 |
| 震度 | 地震力の強さを表現する方法でその物の重量の何倍が水平力として作用するかを示した倍数。なお地震が発生した時に気象庁から発表される震度○(震度階と呼ばれる)とは異なる。 |
| せん断破壊 | せん断力によって引き起こされる破壊のことをいう。せん断破壊が発生した場合、構造部材には、部材を貫通した斜めの破壊面(すべり面)が形成され、破壊後は荷重を支えることが出来なくなる。(例えば中柱の場合、せん断破壊後は天井等の鉛直荷重を支えることが出来なくなる。) |
| 曲げ断破壊 | 曲げモーメントによって引き起こされる破壊のことをいう。曲げ破壊が発生した場合、構造部材の破壊箇所は、曲げモーメントを支持出来なくなるが、それ以外の荷重を支える能力はあまり損なわれない。(例えば中柱の場合、曲げ断破壊後も天井等の鉛直荷重を支えることが出来る。) |
| じん性 | 荷重を受けてから破壊するまでの間のねばり強さのことをいう。一般に、じん性が高いほど、耐震性が高い建造物といえる。 |
| 層せん断力 | 建物の床から天井間に作用するのせん断力の総和。建物の場合、天井から上部の重量に地震震度を掛けて求められる。 |
| 層間変位 | 層せん断力により生じる、床～天井間の変位差。 |
| 設計図・竣工図 | 設計図は、地下街等を建設開始時点での図面。竣工図は完成した時点での図面。建設を始めると、設計図とおりに建設できず変更を加えることがあり、竣工図はこれを反映した図面となる。 |
| コンクリート診断士 | 日本コンクリート工学協会が認定するコンクリートに関する、劣化等を診断する資格。 |
| コンクリート強度試験 | コンクリート強度は、円柱状のコンクリート試験体を圧縮して、圧縮力が最大になったときの応力をコンクリート強度と言い、この強度を求める試験をコンクリート強度試験という。 |

天井廻り点検要領

| | |
|-----------------------------|-------|
| 01) 点検項目一覧 | 点検 1 |
| 02) 点検チェックシートでの点検の進め方 | 点検 2 |
| 03) 点検項目解説シート..... | 点検 8 |
| 04) 天井廻りイメージと点検項目 | 点検 24 |
| 05) 天井板の主な分類..... | 点検 25 |
| 06) 点検チェックシート..... | 点検 26 |

01) 点検項目一覧

| | 点検項目 | チェックポイント |
|----------------------|-----------------------|---|
| 01. 外観 点検 | ① 天井板 | 天井板に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレ等はないか |
| | ② 天井面設置器具（建築） | 1) シャッター下端周り、大型サイン等に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか 2) 天井面から器具が吊られている場合は、吊り材の曲がりはないか |
| | ③ 天井面設置器具（設備） | 1) 照明、ガラリ、エアーカーテン等に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか 2) 天井面から器具が吊られている場合は、吊り材の曲がりはないか |
| | ④ エキスパンション ジョイント周辺 | エキスパンションジョイント(EXP.J)カバーに外れ、破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか |
| 02. 天井 内点 検 | ① 漏水状況 | 漏水はないか、漏水がある場合に対策はなされているか |
| | ② 天井吊りボルト | 1) 天井吊りボルトが約900mmの間隔で構造物からほぼ鉛直に設置されているか 2) 天井吊りボルトの溶接接続の状態確認 3) 天井設置機器吊り材と共吊りや干渉していないか、適切な間隔が確保されているか |
| | ③ 天井下地材 | 1) 野縁は野縁受けに緊結されているか、野縁受けは吊りボルトに緊結されているか 2) 天井板端部と周囲の壁に適度なクリアランス(隙間)がある場合、振れ止めが設置されているか |
| | ④ 天井面設置器具（建築） | シャッター本体、大型サイン等は構造物や構造物からの架台に確実に固定されているか。防煙垂壁等は構造物もしくは天井下地に確実に固定されているか。器具下地と天井下地は共吊りになっていないか |
| | ⑤ 天井内電気設備 | バスダクト、ケーブルラック、天井内機器等が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか |
| | ⑥ 天井内機械設備 | ダクト、ファンコイル、送風機、エアーカーテン等が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか |
| | ⑦ エキスパンション ジョイント周辺 | 天井内のエキスパンションカバー周りに漏水、コンクリート面の白華はないか |
| | ⑧ 構造物の状況 | 構造物のスラブ下面、壁面に顕著なクラック、ジャンカ、研り、鉄筋の露出、錆跡、白華はないか |

02) 点検チェックシートでの点検の進め方

①総括表(外観、天井内共通)

(1) 事前

- ・ 地下街平面図を点検チェックシート(総括表)に貼付し、天井外観調査のブロック割と天井点検口位置を記載します。
- ・ 図面照合用として天井伏図、断面図等を準備し、下記事項を確認します。
 - a. 天井板及び天井下地
 - a-1 天井板
 - ・ 天井板の材料
 - a-2 天井下地材
 - ・ 下地材の種別
 - b. シャッター、大型サイン、防煙垂壁等の天井面設置器具(建築)位置
 - c. 照明、ガラリ、エアカーテン、バスダクト、ダクト等の天井面・天井内設置器具(設備)位置
 - d. 構造物
 - ・ 天井のふところ寸法
 - ・ エキспанジョンジョイント位置

(2) 点検当日

- ・ 「点検チェックシート(総括表)」に点検日等の情報を記載します。

チェックシート(総括表)

| ■天井点検 | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|------------------|---------|
| 〇〇地下街 | | | | |
| ■点検者 | 地下街担当者 | ㈱〇〇地下街 ×× ×× | | |
| | 調査受託者 | ㈱〇〇設計 ×× ×× | | |
| ■点検日 | 日時 | 外観点検 (ブロック割番号) | 点検口点検 (点検口番号) | |
| | 平成 26 年〇月〇日 10:00~16:00 | A~E | 001~020 | |
| | 平成 26 年〇月〇日 10:00~16:00 | F~J | 021~036 | |
| | | | | |
| ■地下街概要 | | | | |
| 所在地 | | | | |
| 延べ面積 (㎡) | 合計 | 店舗 | 通路 | その他 |
| | 6,300 ㎡ | 2,850 ㎡ | 2,100 ㎡ | 1,350 ㎡ |
| 地下街平面図(外観点検ブロック割図、点検口位置) | | | | |
| <p>地下街平面図(外観点検ブロック割図、点検口位置)の図面欄。図面には、ブロックAからJまでの外観点検ブロック割と、天井内点検の点検口位置が示されています。凡例には、1:点検箇所番号、↑:(矢印)天井内写真撮影方向、■:点検箇所と記載されています。</p> | | | | |
| 外観点検ブロック数 | 〇ブロック | | | |
| 天井点検口数 | 〇箇所 | | | |

点検の基本情報

図面欄

- ・外観点検のブロック割
- ・天井内点検の点検口位置

点検チェックシート (総括表)

②外観

(1) 事前

- 点検ブロックごとに、「点検チェックシート(外観)」を1部準備します。

(2) 点検当日

- 「点検チェックシート(外観)」により各点検項目のチェックを行います。不具合を見つけた場合には B(不具合有)にチェックします。不具合項目の判断にあたっては 04)点検項目解説シートの写真や解説を参考としてください。判断に迷う場合は B(不具合有)として追加点検で判断するものとします。図面照合した場合は、図面に照合事項をチェックし、不照合事項や追記事項を記載します。
- 写真は①通路や広場の全景、②不具合箇所を中心に撮影します。

(3) 点検後

- 点検で撮影した写真を貼りこみます。

点検チェックシート(外観)

| 点検場所 | 天井形態 | ブロック番号 | 点検結果 |
|--|---|--------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> 広場天井 | <input checked="" type="checkbox"/> 在来ホード天井 | ブロック A | A: 不具合無 B: 不具合有 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 通路天井 | <input type="checkbox"/> ルーバー天井 | | |
| | <input type="checkbox"/> 金属パネル天井 | | |
| 通路巾 6.0 m | <input type="checkbox"/> ガラス天井 | | |
| 天井高 3.0 m | <input type="checkbox"/> 直天井 | | |

天井の基本情報

通路巾、天井高は実測して図面と照合確認します

外観写真欄

不具合箇所の番号を記載します

写真隅にブロック名を入れ込むとデータ整理に役立ちます

| 点検項目 | 点検結果 | 備考 |
|-------------------|------|-----------------|
| 外観 ① 天井仕上材 | A | A-1 天井材に一部、漏水跡。 |
| ② 天井面設置器具(建築) | A・B | |
| ③ 天井面設置器具(設備) | A・B | |
| ④ エキスパンションジョイント周辺 | A・B | |

点検結果がBの場合は内容を備考欄に記載します

点検項目

点検結果・備考欄

点検項目の対象物が無い場合は、項目欄に斜線を記載します

点検チェックシート (外観)

③天井内

(1) 事前

- ・ 点検口ごとに、「点検チェックシート(天井内)」を1部準備します。

(2) 点検当日

- ・ 「点検チェックシート(天井内)」により各点検項目のチェックを行います。不具合を見つけた場合には B(不具合有)にチェックします。不具合項目の判断にあたっては 04)点検項目解説シートの写真や解説を参考としてください。判断に迷う場合は B(不具合有)として追加点検で判断するものとします。図面照合した場合は、図面に照合事項をチェックし、不照合事項や追記事項を記載します。
- ・ 天井内写真は①点検口内の水平方向の4面、直上見上げ面、②不具合箇所を中心に撮影します。
- ・ 点検口付近に目視の障害となるダクト等があり、点検ができないもしくは点検できる方向が限定された場合はその状況(確認できなかった範囲)を記載します。

(3) 点検後

- ・ 点検で撮影した写真を貼りにみます。

点検チェックシート(天井内 1)

| 点検場所 | 天井形態 | 点検口 番号 | 点検結果 |
|--|---|--------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> 広場天井 | <input checked="" type="checkbox"/> 在来ボード天井 | 点検口-1 | A: 不具合無 B: 不具合有 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 通路天井 | <input type="checkbox"/> ルーバー天井 | | |
| 通路巾 6.0 m | <input type="checkbox"/> 金属パネル天井 | | |
| 天井高 3.0 m | <input type="checkbox"/> ガラス天井 | | |
| | <input type="checkbox"/> 直天井 | | |

天井の基本情報

点検口の外観写真

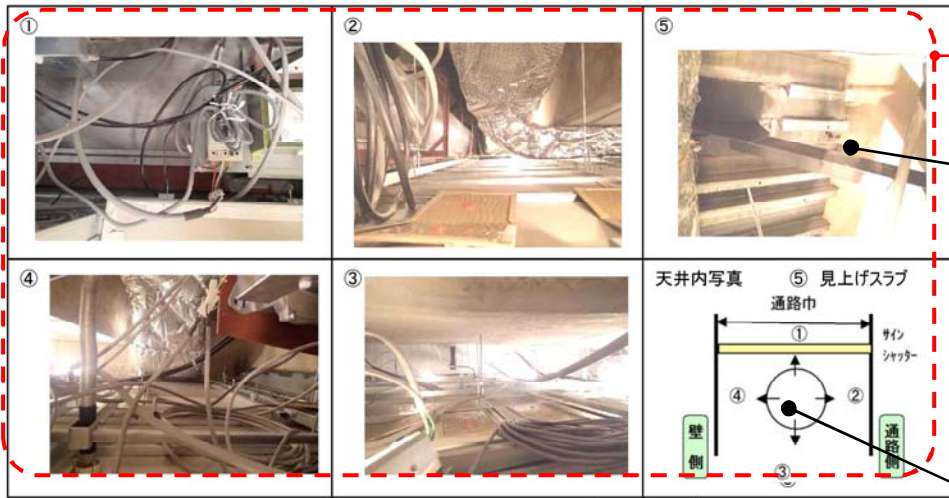
天井内の4つの撮影方向を決めるため、初めに①の撮影方向を、その場で確定させます
点検者全員が、①の撮影方向を確認し、方向を番号で示すと意思疎通が容易です

点検口を明示する○、①の撮影方向↓を図示
①は点検の進行方向で決める方法もあります

写真隅にブロック名を入れ込むとデータ整理に役立ちます

点検チェックシート (天井内 1)

点検チェックシート(天井内 2)



天井内(5面)写真欄

①方向から時計周りに②→③→④と天井見上げ方向⑤を撮影します①～⑤の撮影方向以外に、着目すべき箇所がある場合はその部分を撮影し、点検チェックシート(写真)に掲載し、評価結果とコメントを記録する

この天井内の撮影方向見取り図に、確認できる施設(サイン、シャッター、垂壁、EXP.J 等)とその概略位置を図示します

| 点検項目 | 点検結果 | 備考 |
|-------------------|---|---------------------------------------|
| 天井内目視 | | |
| ① 天井内状況 | 漏水はないか、漏水がある場合に対策はなされているか | A・B |
| ② 天井吊りボルト | 天井吊りボルトが約 900 mmの間隔で構造物からほぼ鉛直に設置されているか | A・B |
| | 天井吊りボルトの溶接接続の状態確認 | A・B |
| | 天井設置機器吊り材と共吊りや干渉していないか、適切な間隔が確保されているか | A・B |
| ③ 天井下地材 | 野縁は野縁受けに緊結されているか、野縁受けは吊りボルトに緊結されているか。 | A |
| | 天井材端部と周囲の壁に 適度なクリアランス(隙間) がある場合、 振れ止め が設置されているか | A・B |
| ④ 天井設置器具(建築) | シャッター本体、大型サイン等は構造物や構造物からの架台に確実に固定されているか。防煙垂壁等は構造物もしくは天井下地に確実に固定されているか。器具下地と天井下地は共吊りになっていないか | (A・B) (ダクト類より吊り元が確認できなかった) |
| ⑤ 天井内電気設備 | バスダクト、ケーブルラック、天井内機器が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか | A・B |
| ⑥ 天井内機械設備(排水、空調) | ダクト、ファンコイル、送風機、エアーカーテン等が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか | A・B 写真-1: ファンコイルの吊りボルトが締め付けられていない。 |
| ⑦ エキスパンションジョイント周辺 | 天井内のエキスパンションカバー周りに漏水、コンクリート面の白華はないか | A・B |
| ⑧ 構造物の状態 | 構造物のスラブ下面、壁面に顕著なクラック、 錆、腐り、鉄筋の露出、錆跡、白華はないか | A・B |

点検項目

点検結果・備考欄

点検項目の対象物がない場合は、項目欄に斜線を記載します

点検項目の対象物があっても、障害等により点検ができない場合は結果欄に斜線をいれ、備考欄に理由を括弧書きで記載します

点検結果がBの場合は内容を備考欄に記載します

点検チェックシート (天井内 2)

④写真(外観、天井内共通)



(1) 点検当日

- ・ 外観点検及び天井内点検共通で、不具合箇所の写真を撮影しコメントを記録します。

(2) 点検後

- ・ 写真は下記の「点検チェックシート(写真)」に貼りこみコメントを記載します。

点検チェックシート(写真)

| 点検口-1 | |
|--|--|
| <p>写真-1</p> <p>B:ファンコイルの吊りボルトが締め付けられていない。</p>  | <p>不具合等の写真、コメント</p> <p>Bの場合、不具合箇所をマーキング等により明示します</p> |
| 点検口-1 | |
| <p>写真-2</p> <p>(野縁の吊り間隔 約 900mm 前後を確認した)</p>  | <p>不具合でなくても記録すべき事項は写真と括弧書きでのコメントを記載します</p> |

点検チェックシート(写真)

03) 点検項目解説シート

解説シートの記載内容 凡例

1. 外観点検 ④ エキスパンションジョイント周辺

点検項目

【チェックポイント】

エキスパンションジョイント（EXP.J）カバーに外れ、破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか

点検対象部分と点検すべきポイント

【解説】

- ・ 図面記載のEXP.Jの位置を確認し、異なる部分があれば図面に反映します。
- ・ EXP.J カバーに外れ、破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレ・段差等の異常がある場合は、天井内点検において、周辺の点検口から確認します。
- ・ EXP.J周辺は漏水が起りやすいため、注意して確認します。

点検項目の解説で、被災時の危険につながる要因、点検時の注意点、記録の方法等をしめています。

【用語解説】 エキスパンションジョイント：

構造物を分割して、地震の揺れ等に対応するために設ける構造上の隙間。

用語について解説を記載しています。



点検項目の不具合の事例を写真で示しています。



点検項目で参考となる事例を写真で示しています。

1. 外観点検 ① 天井板

【チェックポイント】

天井板に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか

【解説】

- ・ 天井板が図面記載の材料であるかを確認し、異なる部分があれば材料を特定して図面に反映します。
- ・ 天井板にずれ、ひび割れ（人為的な破損含む）が認められる場合は、何らかの不具合が生じている可能性があります。天井内点検で詳細に点検します。
- ・ 天井設置器具のために切り欠いた天井材（天井設備器具周辺の天井材）の破損等がないかを確認します。
- ・ 漏水によりビスが錆びている場合には止め付け力が低下し、天井板が脱落する可能性があります。



不具合箇所



不具合事例



点検口枠に隙間



点検口周囲の天井ボードに隙間



点検口周りのボードに漏水跡

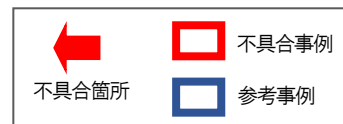
1. 外観点検 ② 天井面設置器具(建築)

【チェックポイント】

- 1) シャッター下端周り、大型サイン等に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか
- 2) 天井面から器具が吊られている場合は、吊り材の曲がりはないか

【解説】

- ・ 図面記載のシャッター等の位置を確認し、異なる部分は図面に反映します。
- ・ 破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレ・曲がりがある場合は天井内点検において固定状況に異常がないかを、周辺の点検口から確認します。
- ・ 天井内点検において、天井面設置器具は下地の状況を確認します。



1. 外観点検 ③ 天井面設置器具(設備)

【チェックポイント】

- 1) 照明、ガラリ、エアーカーテン等に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか
- 2) 天井面から器具が吊られている場合は、吊り材の曲がりはないか

【解説】

- ・ 図面記載の照明等の位置を確認し、異なる部分は図面に反映します。
- ・ 破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレがある場合は、天井内点検において天井設置器具の固定状況に異常がないかを、周辺の点検口から確認します。



不具合箇所



不具合事例

1. 外観点検 ④ エクspansionジョイント周辺

【チェックポイント】

エクspansionジョイント (EXP.J) カバーに外れ、破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか

【解説】

- ・ 図面記載のEXP.Jの位置を確認し、異なる部分があれば図面に反映します。
- ・ EXP.Jカバーに外れ、破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレ・段差等の異常がある場合は、天井内点検において、周辺の点検口から確認します。
- ・ EXP.J周辺は漏水が起こりやすいため、注意して確認します。

[用語解説] エクspansionジョイント：

構造物を分割して、地震の揺れ等に対応するために設ける構造上の隙間。



2. 天井内点検 ① 漏水状況

【チェックポイント】

漏水はないか、漏水がある場合に対策はなされているか

【解説】

- ・ 天井内漏水がないか、また、漏水跡や漏水受けパン等過去の漏水が推察される状況がないかを確認します。
- ・ 漏水している場合は部材への影響を抑えるための、漏水パン等の対策がなされているかを確認します。漏水は継続的な観察が必要です。



構造物面の漏水跡



漏水応急措置のルーバー上タオル



漏水受けパンを設置 →継続的な観察が必要



2. 天井内点検 ② 天井吊りボルト

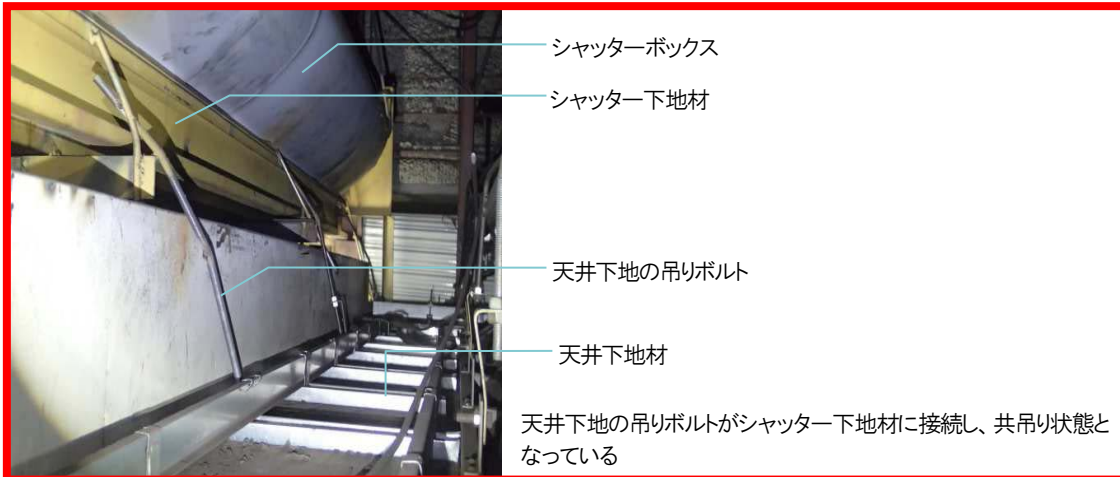
【チェックポイント】

- 1) 天井吊りボルトが約 900 mmの間隔で構造物からほぼ鉛直に設置されているか
- 2) 天井吊りボルトの溶接接続の状態確認
- 3) 天井設備機器吊り材と共吊りや干渉していないか、適切な間隔が確保されているか

【解説】

- ・ 吊ボルトは原則、斜めではなく垂直に吊る取付けとし、端部は周囲の端から 150 mm以内に設置してあるかを確認します。
- ・ 天井形態が傾斜している場合や曲面的な場合は、吊りボルトの負担する荷重が平面的（水平）な場合とは異なることを踏まえ適切な間隔及び取付けを確認します。
- ・ 吊ボルトの設置数が不足している場合や支持への取付けが適切ではない場合は、改修方法を検討します。
- ・ 吊りボルトが溶接接続されている場合は、接続部の外れ、ひび、点溶接等がないかを確認します。





【用語解説】 共吊り：
本来別々に直接構造物から吊られているべき複数のものが、吊り材を共用している状況

2. 天井内点検 ③ 天井下地材

【チェックポイント】

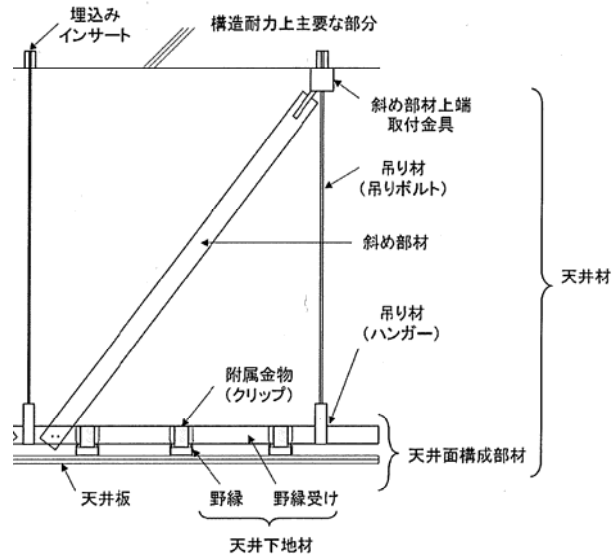
- 1) 野縁は野縁受けに緊結されているか、野縁受けは吊りボルトに緊結されているか
- 2) 天井材端部と周囲の壁に適度なクリアランス(隙間)がある場合、振れ止めが設置されているか

【解説】


- ・ ハンガーは、地震の揺れにより口が開くと、野縁受けが外れて天井全体が落下する可能性があります。
- ・ クリップは、手作業で止め付けるため仕上がりにばらつきが生じることがあります。地震の揺れによりクリップが外れると、野縁ごと天井材が落下する可能性があります。
- ・ 耐震性を考慮し、下がり壁等により天井に段違いがある場合は補強の検討が必要です。また、天井ふところが1.5m以上の場合は水平補強や斜め補強の検討が必要です。
- ・ 点検口や器具等により天井下地が連続して切断されている場合は天井面の剛性が低下します。器具配置や器具形状の見直しや下地補強等の対応が必要です。

【用語解説】 天井下地：

天井板は野縁（のぶち）に取り付けられます。野縁はクリップにより野縁受（のぶち受け）に接続し、野縁受はハンガーにより構造物に緊結した吊りボルトに接続します。



図版出典：建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説

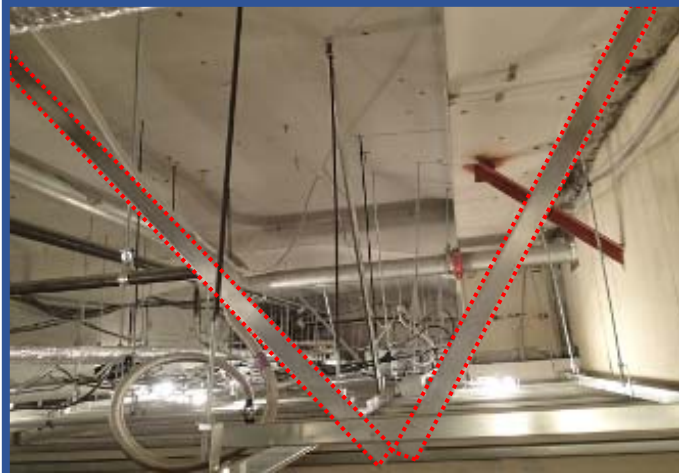
| | |
|--|---|
|  |  不具合事例 |
| 不具合箇所 |  参考事例 |



ハンガーの脱落



野縁、野縁受け、吊りボルトが緊結



振れ止めが設置されている事例



2. 天井内点検 ④ 天井面設置器具(建築)

【チェックポイント】

シャッター本体、大型サイン等は構造物や構造物からの架台に確実に固定されているか。防煙垂壁等は構造物もしくは天井下地に確実に固定されているか。器具下地と天井下地は共吊りになっていないか

【解説】

- ・ シャッター廻りの天井下地はシャッター本体と干渉することが多いため、共吊りになっていないかを確認します。



大型サイン下地は独立して構造物へ固定



天井下地から独立してシャッターが構造物に固定

 参考事例

2. 天井内点検 ⑤ 天井内電気設備

【チェックポイント】

バスダクト、ケーブルラック、天井内機器等が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか

【解説】

- ・ 質量の大きな照明器具、機器は構造体から直接吊ります。その際、必要に応じて天井材の振れ止めとは別に、照明器具用の振れ止めが設置されているかを確認します。
- ・ 照明器具等の小型設備で、やむを得ず天井下地材より支持する場合は、十分な強度のある天井下地材に取付金物で固定し、ワイヤー、鎖等による脱落防止の措置を確認します。

【用語解説】

バスダクト：電力幹線の機能を持つ金属製の箱状の管路

ケーブルラック：電力、通信等のケーブルを整理して載せるためのはしご状やトレイ状の部材



2. 天井内点検 ⑥ 天井内機械設備

【チェックポイント】

ダクト、ファンコイル、送風機、エアーカーテン等が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか

【解説】

- ・ 機械設備吊り材と天井下地吊りボルトが共吊りになっていないかを確認します。
- ・ スプリンクラーヘッドの配管取り廻しは、天井に追従するように施工しているかを確認します。

[用語解説]

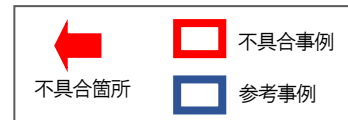
ダクト：空調及び換気のために空気を導く管路

ファンコイル：天井又は床に設置する小型空調設備機器の一つ。送風機・冷温水コイル等が一体で形成される。

エアーカーテン：室内温湿度を保つために出入口に一定風速の空気膜をつくり、出入口内外の空気流を遮断する装置



設備配管吊り材が他配管に固定



各部位ごとに吊り材を設置



ダクト等が整然と吊られた事例



エアーカーテン機器を構造物からの吊り材で固定



スプリンクラーヘッドをフレキシブル管で接続し、天井と配管の異なる動きに追随

2. 天井内点検 ⑦ エキスパンションジョイント周辺

【チェックポイント】

天井内のエキスパンションジョイント(EXP.J)カバー周りに漏水、コンクリート面の白華はないか

【解説】

- ・ EXP.J 周辺は漏水が起こりやすい部分であり、周辺の天井下地材や設備機器に腐食がないかを確認します。
- ・ ケーブルラック、配管等が、EXP.J間の動きを吸収できる形状かを確認します。
- ・ 漏水は季節や気候により変動するため、継続的に観察が必要です。

【用語解説】 白華（はっか）：

コンクリートの成分が、外部から侵入した水により溶け出し、表面で乾燥し白くなる現象



2. 天井内点検 ⑧ 構造物の状況

【チェックポイント】

構造物のスラブ下面、壁面に顕著なクラック、ジャンカ、研り、鉄筋の露出、錆跡、白華はないか

【解説】

- ・ 構造物の状況によっては吊りボルトや取付金具の脱落の恐れがあります。
- ・ 構造物に異常が認められる場合には専門家への相談が必要です。
→「Ⅱ 構造物の耐震検討」参照

[用語解説]

クラック：亀裂、小さなひび割れ

ジャンカ：コンクリート表面や内部で骨材だけが塊状に集まってできた空隙の多い部分

← 不具合箇所 □ 不具合事例

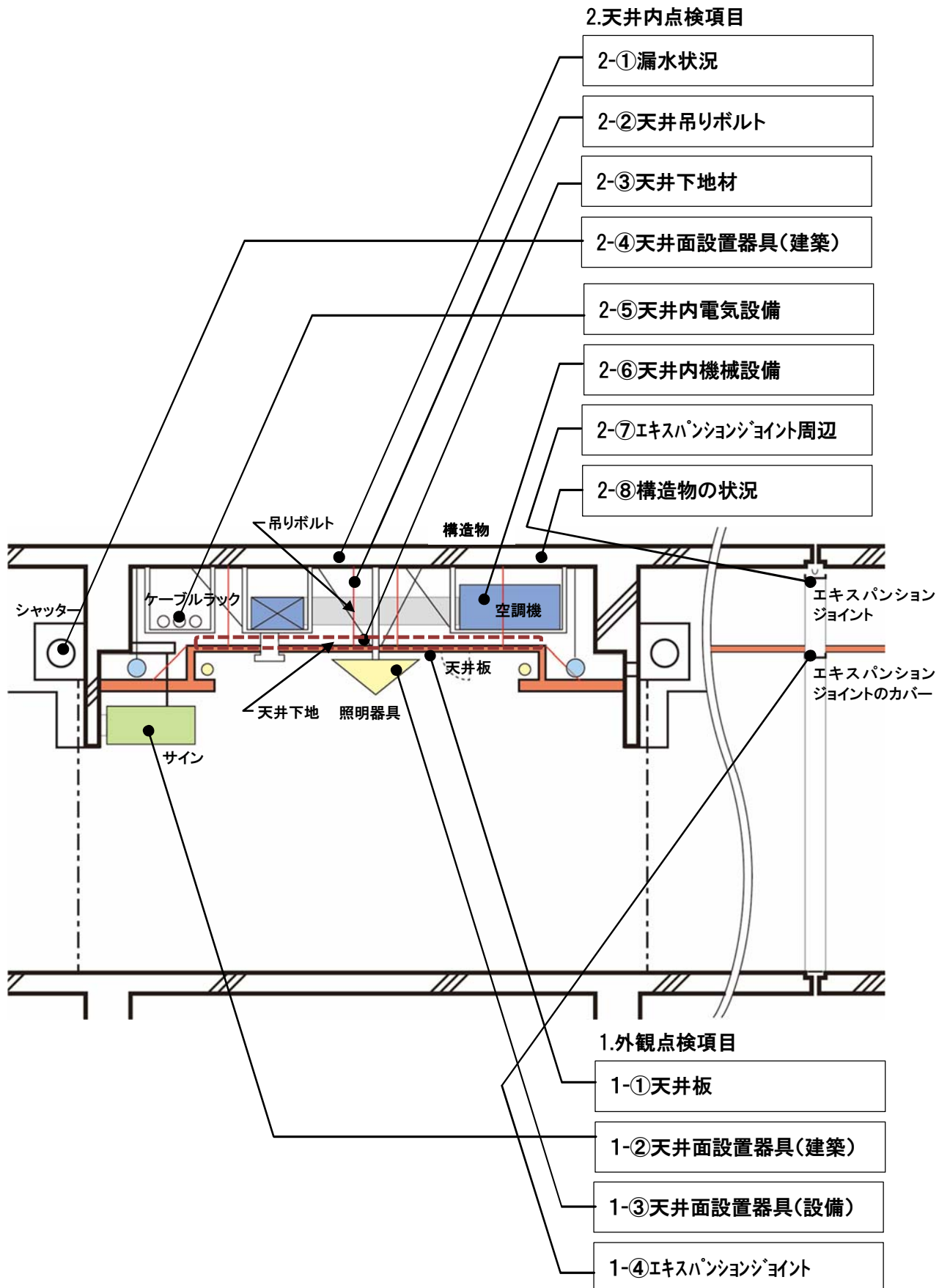


ジャンカ、鉄筋の露出



鉄筋の露出

04) 天井廻りイメージと点検項目



05) 天井板の主な分類



在来ボード(石膏ボード、ケイ酸カルシウム板、岩綿吸音板)



金属パネル(スチール、アルミ等)



ルーバー天井(スチール、アルミ等)



光天井(ガラス、アクリル板)

06) 点検チェックシート

点検チェックシート(総括表)

| | | | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| ■地下街名 | | | | |
| ■点検者 | 地下街担当者 | | | |
| | 調査受託者 | | | |
| ■点検日 | 日時 | 外観点検 (ブロック番号) | 点検口点検 (点検口番号) | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| ■地下街概要 | | | | |
| 所在地 | | | | |
| 延べ面積 (m ²) | 合計 m ² | 店舗 m ² | 通路 m ² | その他 m ² |
| 地下街平面図(外観点検ブロック割図、点検口位置) | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p style="text-align: center;">凡 例</p> <p>1 : 点検箇所番号</p> <p>↑ : (矢印)天井内写真①番方向</p> <p>■ : 点検箇所</p> </div> | | | | |
| 外観点検ブロック数 | | | | |
| 天井点検口数 | | | | |

点検チェックシート(外観)

| 点検場所 | 天井材 | ブロック 番号 | 点検結果 |
|--|---|---------|------------------|
| <input type="checkbox"/> 広場天井 <input type="checkbox"/> 通路天井 | <input type="checkbox"/> 在来ボード天井 <input type="checkbox"/> ルーバー天井 <input type="checkbox"/> 金属パネル天井 <input type="checkbox"/> ガラス天井 <input type="checkbox"/> 直天井 | | A:不具合無 B:不具合有 |
| 通路巾 m | | | |
| 天井高 m | | | |



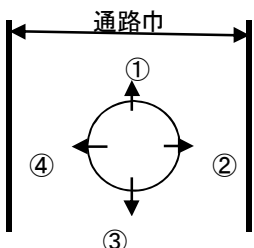
| 点検項目 | | 点検結果 | 備考 |
|--------|-------------------|--|-----|
| 外 観 | ① 天井板 | 天井板に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか | A・B |
| | ② 天井面設置器具(建築) | シャッター下端周り、大型サイン等に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか | A・B |
| | | 天井面から器具が吊られている場合は、吊り材の曲がりはないか | A・B |
| | ③ 天井面設置器具(設備) | 照明、ガラリ、エアーカーテン等に破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか | A・B |
| | | 天井面から器具が吊られている場合は、吊り材の曲がりはないか | A・B |
| | ④ エキスパンションジョイント周辺 | エキスパンションジョイント(EXP.J)カバーに外れ、破損・劣化・漏水跡・錆・隙間・ズレはないか | A・B |

点検チェックシート(天井内 1)

| 点検場所 | 天井材 | 点検口 番号 | 点検結果 |
|--|--|--------|------------------|
| <input type="checkbox"/> 広場天井 <input type="checkbox"/> 通路天井 | <input type="checkbox"/> 在来ボード天井 <input type="checkbox"/> ルーバート天井 <input type="checkbox"/> 金属パネル天井 | | A:不具合無 B:不具合有 |
| 通路巾 m | <input type="checkbox"/> ガラス天井 | | |
| 天井高 m | <input type="checkbox"/> 直天井 | | |

点検口周辺外観写真

点検チェックシート(天井内 2)

| | | |
|---|---|---|
| ① | ② | ⑤ |
| ④ | ③ | 天井内写真 ⑤ 見上げスラブ  |

| 点検項目 | | 点検結果 | 備考 |
|---------------------|--|---|-----|
| 天井内目視 | ① 漏水状況 | 漏水はないか、漏水がある場合に対策はなされているか | A・B |
| | ② 天井吊りボルト | 天井吊りボルトが約 900 mmの間隔で構造物からほぼ鉛直に設置されているか | A・B |
| | | 天井吊りボルトの溶接接続の状態確認 | A・B |
| | | 天井設置機器吊り材と共吊りや干渉していないか、適切な間隔が確保されているか | A・B |
| | ③ 天井下地材 | 野縁は野縁受けに緊結されているか、野縁受けは吊りボルトに緊結されているか。 | A・B |
| | | 天井材端部と周囲の壁に適度なクリアランス(隙間)がある場合、振れ止めが設置されているか | A・B |
| | ④ 天井設置器具(建築) | シャッター本体、大型サイン等は構造物や構造物からの架台に確実に固定されているか。防煙垂壁等は構造物もしくは天井下地に確実に固定されているか。器具下地と天井下地は共吊りになっていないか | A・B |
| | ⑤ 天井内電気設備 | バスダクト、ケーブルラック、天井内機器が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか | A・B |
| ⑥ 天井内機械設備 | ダクト、ファンコイル、送風機、エアーカーテン等が構造物から吊りボルトで確実に取り付けられているか | A・B | |
| ⑦ エクspansionジョイント周辺 | 天井内のエクspansionカバー周りに漏水、コンクリート面の白華はないか | A・B | |
| ⑧ 構造物の状況 | 構造物のスラブ下面、壁面に顕著なクラック、ジャンカ、研り、鉄筋の露出、錆跡、白華はないか | A・B | |

点検チェックシート(写真)

点検口-1

写真-1

点検口-1

写真-2

避難シミュレーション事例

- 01) 全ての避難階段が使用でき避難者が最も近い階段に避難した場合の検証 避難 1
- 02) 落下物等で一部の階段が使用できなくなった場合の検証 避難 7
- 03) 地下駅等から大量の避難者が流入した場合の検証 避難 11

次の3パターンについて具体的に避難シミュレーションを行い、さらに対応策の効果を例示します。
 避難シミュレーションは、避難者が落ち着いた避難誘導等により、整然と避難する状況を前提として
 検証します。

表 01 検証パターン

| 検証パターン | | 検証の対象としたプラン |
|--------|-----------------------------------|---|
| 01) | 全ての避難階段が使用でき、避難者が最も近い階段に避難した場合の検証 | 避難時間や滞留人数が大きい階段の把握 1-1) 避難誘導を行ったときの効果の把握 1-2) |
| 02) | 落下物等で一部の階段が使えなくなった場合の検証 | 出入口が使えなくなり、避難に障害が発生した場合の避難時間や滞留人数が大きい階段の把握 2-1) 避難誘導を行った時の効果の把握 2-2) |
| 03) | 地下駅等から大量の避難者が流入した場合の検証 | 避難者が増加した場合の避難時間や滞留人数が大きい階段の把握 3-1) 避難誘導を行った時の効果の把握 3-2) |

01) 全ての避難階段が使用でき、避難者が最も近い階段に避難した場合の検証

1-1) 避難時間や滞留人数が大きい階段の把握

以下の線形の典型的な地下街の平面を対象として、全ての避難階段が使用可能で、避難者は最も近い階段へ避難した場合を検証した。

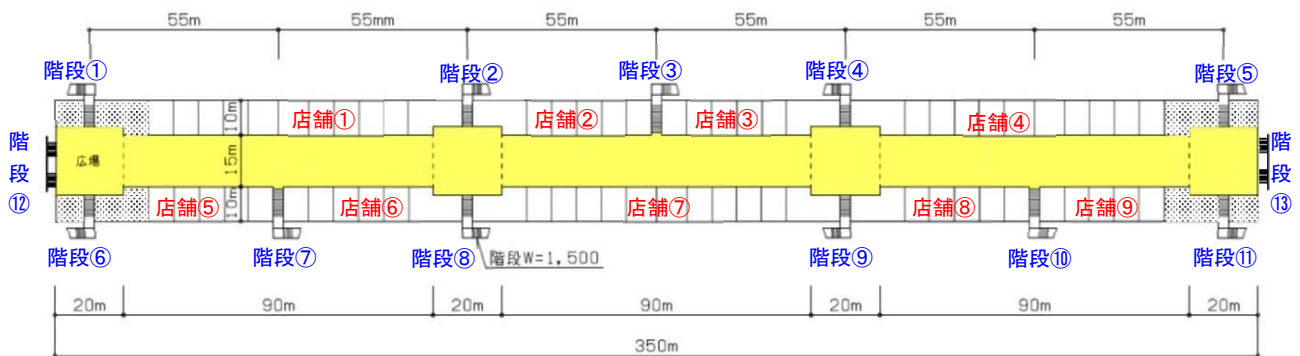


図 02 検証の対象としたプラン

①人員密度、歩行速度の設定

表 03

室用途別の人員密度、歩行速度(告示1441号, 1442号)

| 室の種類 | | 人員密度 (人/㎡) | 歩行速度 (m/分) |
|----------|------------------|---------------|---------------|
| (四) | 百貨店、物販店舗等 | 0.5 | 60 |
| | 家具、書籍売場等 その他 | | |
| | 飲食店、飲食室等 | 0.7 | |
| | 簡易な食堂 その他の飲食室 | | |
| 通路部分 | | 0.3 | 60 |
| 階段部分(昇り) | | — | 27 |

②基本的な算定式

避難完了時間は以下の3つの時間をベースに計算する。

- (1) 避難開始時間 t_{start} 災害が発生してから、在館者が避難を開始するまでの時間
 地下街の在館者は 避難指示によって一斉に避難開始するとし、揺れが収まってから避難指示が出されるまでの時間を90秒とした。
 (東日本大震災時の判断時間のヒアリングデータを参考に決定
 出典:長周期地震動と超高層建物の対応策 -専門家として知っておきたいこと- 日本建築学会)
- (2) 歩行時間 t_{travel} 避難に要する歩行時間 歩行距離/歩行速度
- (3) 通過時間 t_{queue} 扉や階段等避難経路上の狭小部を通過する時間
 通過人数/幅員・流動係数

流動係数は1.3[人/m・秒]とした。(建築設計資料集成10 技術 P.8 階段の流動係数)

③各階段への避難者の想定

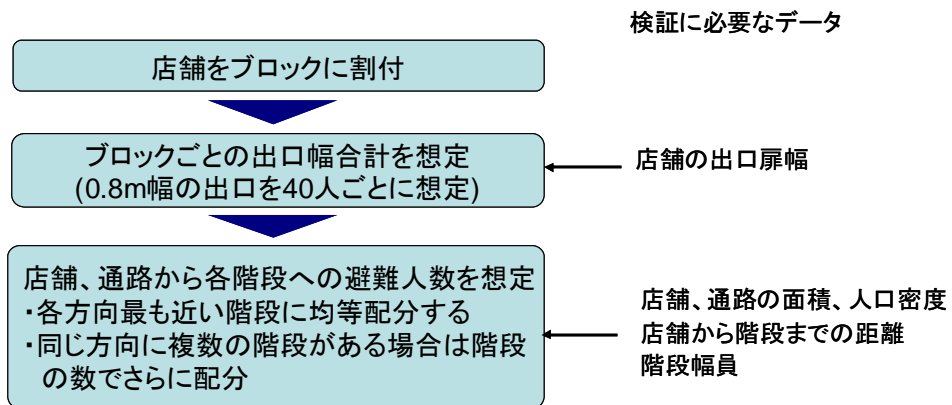


図04 避難者の想定

◆「店舗①」の避難者の避難先の想定

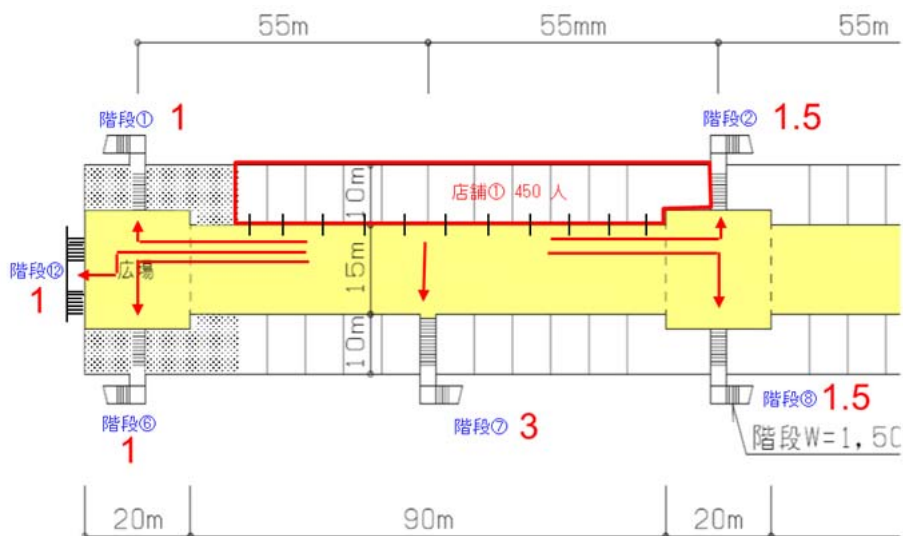


図05 避難者の避難先想定

※赤い数字は店舗在館者の各階段への配分比率を示す

④入力と検証結果

- ・ 階段ごとの避難時間は最長 6 分 16 秒(階段③)から最短 2 分 39 秒(階段⑫、⑬)となり、階段ごとで避難完了時間にばらつきが見られた。避難誘導を行うことで避難時間を短縮できる可能性がある。
- ・ 地下街両端部の階段の避難完了時間は短く、地下街の中間の階段の避難完了時間は長い結果であった。端部への避難誘導が有効である可能性がある。

表 06 階段別避難人数・時間

| 階段名・(幅員[m]) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | 最大滞留人数(人) | 避難完了時間(分秒) | |
|-------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------------|-------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 通路 | | | 合計 |
| 階段① (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | 130 | 210 | 146 | 3分18秒 |
| 階段⑤ (1.5) | | | | 50 | | | | | 30 | 130 | 210 | 146 | 3分18秒 |
| 階段② (1.5) | 75 | 63 | | | | 63 | 88 | | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段④ (1.5) | | | 63 | 75 | | | 88 | 63 | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段③ (1.5) | | 125 | 125 | | | | 177 | | | 130 | 557 | 486 | 6分16秒 |
| 階段⑥ (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | 130 | 210 | 146 | 3分18秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 50 | | | | | 30 | 130 | 210 | 146 | 3分18秒 |
| 階段⑦ (1.5) | 150 | | | | 90 | 125 | | | | 130 | 495 | 428 | 5分44秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 150 | | | | 125 | 90 | 130 | 495 | 428 | 5分44秒 |
| 階段⑧ (1.5) | 75 | 63 | | | | 63 | 88 | | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段⑨ (1.5) | | | 63 | 75 | | | 88 | 63 | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段⑫ (3.0) | 50 | | | | 30 | | | | | 130 | 210 | 130 | 2分39秒 |
| 階段⑬ (3.0) | | | | 50 | | | | | 30 | 130 | 210 | 130 | 2分39秒 |

◆「階段①」のグラフ出力

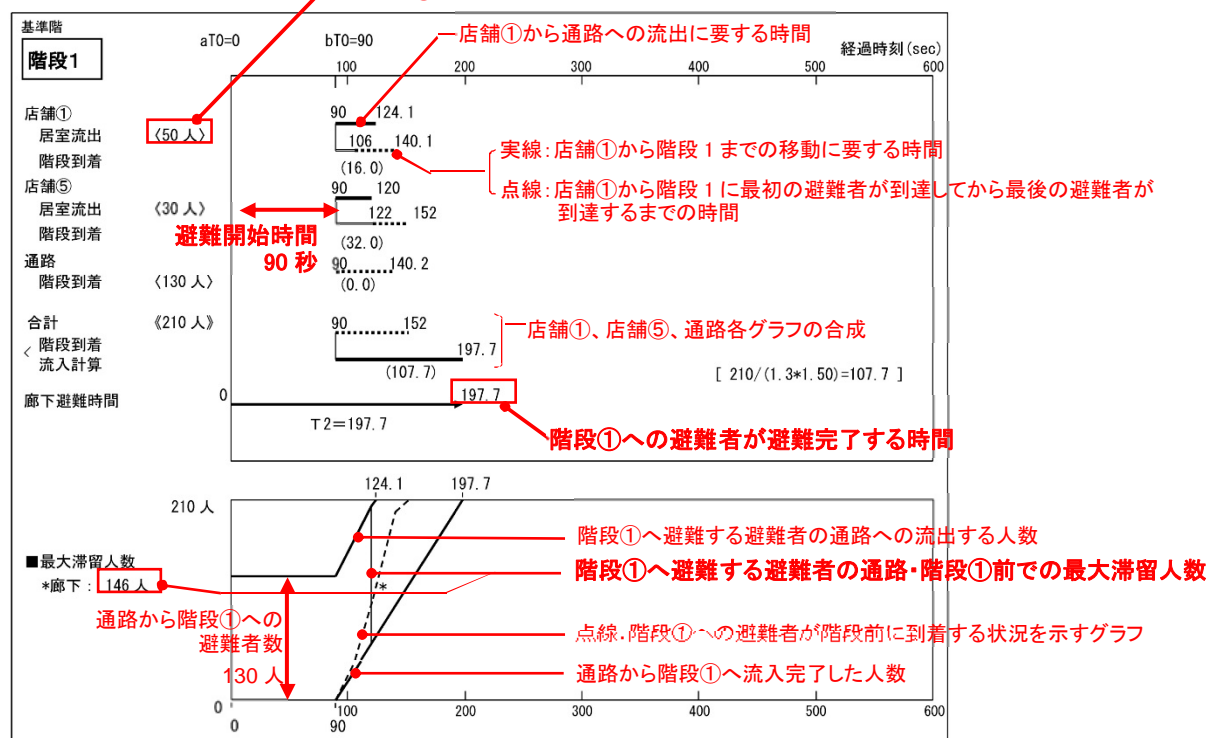


図 07 避難シミュレーショングラフ

1-2) 避難誘導を行ったときの効果の把握

① 検証の付加条件

滞留の大きい階段③、⑦、⑩の避難者を他の階段へ誘導する。

店舗⑦の避難者は階段③へ避難させず、階段②、④、⑧、⑨に誘導した。

店舗①の避難者は階段⑦へ避難させず、階段①、⑥、⑫に誘導した。

店舗④の避難者は階段⑩へ避難させず、階段⑤、⑪、⑬に誘導した。

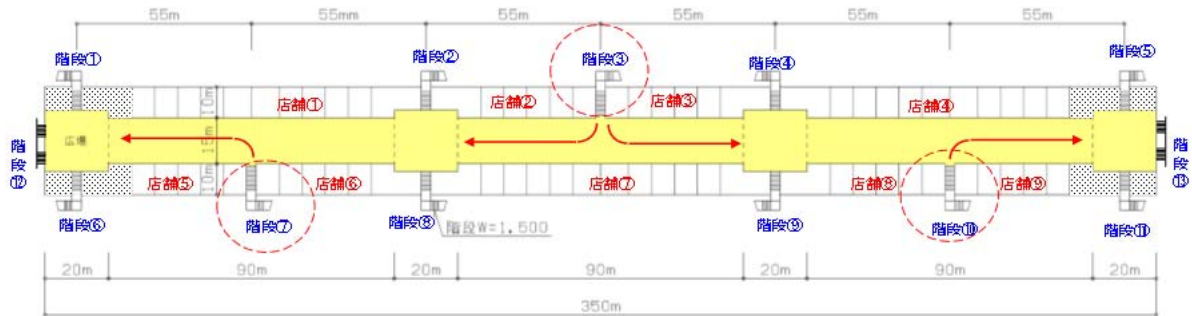


図 08 避難誘導の考え方

◆避難誘導前

表 09 階段別避難人数・時間

| 階段名・幅員[m] | 避難人数(人) | | | | | | | | | | 最大滞留人数(人) | 避難完了時間(分秒) | |
|-----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------------|--------------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 通路 | | | 合計 |
| 階段① (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | 130 | 210 | 146 | 3分18秒 |
| 階段⑤ (1.5) | | | | 50 | | | | | | 30 | 130 | 146 | 3分18秒 |
| 階段② (1.5) | 75 | 63 | | | | 63 | 88 | | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段④ (1.5) | | | 63 | 75 | | | 88 | 63 | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段③ (1.5) | | 125 | 125 | | | | 177 | | | 130 | 557 | <u>486</u> | <u>6分16秒</u> |
| 階段⑥ (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | 130 | 210 | 146 | 3分18秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 50 | | | | | | 30 | 130 | 146 | 3分18秒 |
| 階段⑦ (1.5) | 150 | | | | 90 | 125 | | | | 130 | 495 | 428 | 5分44秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 150 | | | | 125 | 90 | 130 | 495 | 428 | 5分44秒 |
| 階段⑧ (1.5) | 75 | 63 | | | | 63 | 88 | | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段⑨ (1.5) | | | 63 | 75 | | | 88 | 63 | | 130 | 419 | 348 | 5分05秒 |
| 階段⑫ (3.0) | 50 | | | | 30 | | | | | 130 | 210 | 130 | 2分39秒 |
| 階段⑬ (3.0) | | | | 50 | | | | | | 30 | 130 | 130 | 2分39秒 |

◆避難誘導後の結果

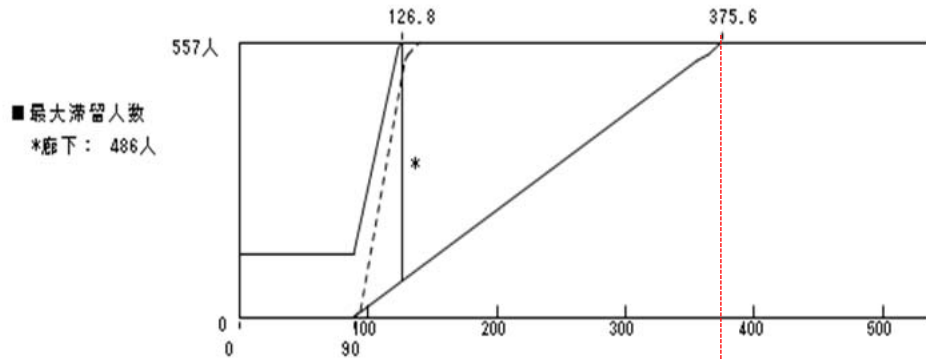
表 10 階段別避難人数・時間

均等になるように誘導

| 階段名 (幅員[m]) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | 最大滞留人数(人) | 避難完了時間 (分秒) | | |
|----------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----------|----------------|------------|--------------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 通路 | | | 合計 | |
| 階段①(1.5) | 150 | | | | 30 | 35 | | | | | 130 | 345 | 278 | 4分27秒 |
| 階段⑤(1.5) | | | | 150 | | | | 35 | 30 | | 130 | 345 | 278 | 4分27秒 |
| 階段②(1.5) | | 63 | | | | 11 | 132 | | | | 130 | 336 | 265 | 4分23秒 |
| 階段④(1.5) | | | 63 | | | | 132 | 11 | | | 130 | 336 | 265 | 4分23秒 |
| 階段③(1.5) | | 125 | 125 | | | | | | | | 130 | 380 | <u>313</u> | <u>4分45秒</u> |
| 階段⑥(1.5) | 150 | | | | 30 | 35 | | | | | 130 | 345 | 278 | 4分27秒 |
| 階段⑪(1.5) | | | | 150 | | | | 35 | 30 | | 130 | 345 | 278 | 4分27秒 |
| 階段⑦(1.5) | | | | | 90 | 125 | | | | | 130 | 345 | 278 | 4分27秒 |
| 階段⑩(1.5) | | | | | | | | 125 | 90 | | 130 | 345 | 278 | 4分27秒 |
| 階段⑧(1.5) | | 63 | | | | 10 | 132 | | | | 130 | 335 | 264 | 4分22秒 |
| 階段⑨(1.5) | | | 63 | | | | 132 | 10 | | | 130 | 335 | 264 | 4分22秒 |
| 階段⑫(3.0) | 150 | | | | 30 | 35 | | | | | 130 | 345 | 212 | 2分59秒 |
| 階段⑬(3.0) | | | | 150 | | | | 35 | 30 | | 130 | 345 | 212 | 2分59秒 |

◆「階段③」検証結果

【誘導前】



【誘導後】

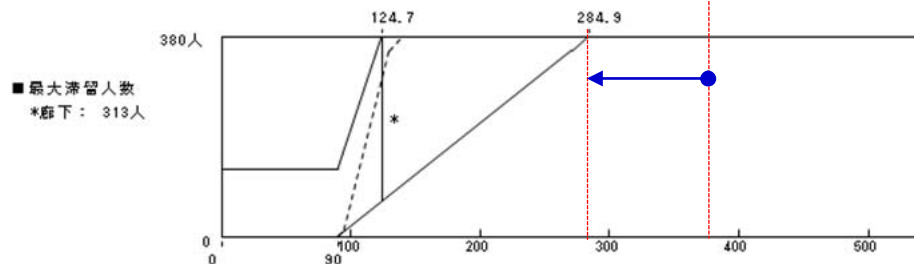


図 11 避難シミュレーショングラフ

② 避難誘導の効果の検証結果

従前のシミュレーションでは、557 人～210 人と階段ごとではばらつきのあった階段の避難人数を、誘導により380 人～335 人に平準化できた。

避難者の集中する階段から避難者の少な階段へ誘導して均等化されたことにより、最長避難完了時間は6分16秒から4分45秒へ、最大滞留人数は486人から313人に減少した。

表 12 避難誘導による効果

| | 総避難人数 | 避難階段数 | 合計避難階段幅員 | 最大避難時間 (階段ごと) | 最大滞留人数 (階段ごと) |
|-------------------|--------|-------|----------|------------------|------------------|
| モデルプラン | 4,490人 | 13 | 22.5m | 6分16秒 | 486人 |
| 誘導により各階段の避難人数を均等化 | 4,490人 | 13 | 22.5m | 4分45秒 | 313人 |

02) 落下物等で一部の階段が使えなくなった場合の検証

2-1) 出入口が使えなくなり、避難に障害が発生した場合の避難時間や滞留人数が大きい階段の把握

① 検証の付加条件

以下の線形の典型的な地下街の平面を対象として、落下物等の理由を想定し、**階段②**、**⑧**を使用不可の条件とする。

階段②及び**階段⑧**がないものとして、各店舗、通路からの避難者を残りの階段へ再配分する。

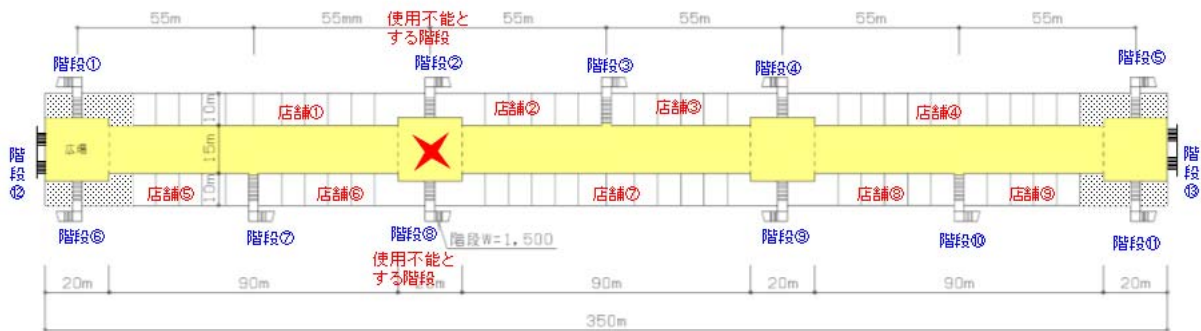


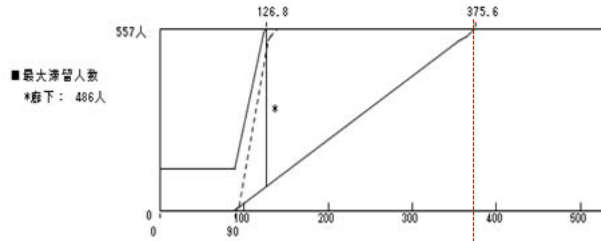
図 13 一部の階段が使えなくなった場合

表 14 階段別避難人数・時間

| 階段名・(幅員[m]) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | 最大滞留人数(人) | 避難完了時間(分秒) | | |
|------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----------|------------|-------------|---------------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 通路 | | | 合計 | |
| 階段① (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | | 42 | 122 | 76 | 2分42秒 |
| 階段⑤ (1.5) | | | | 50 | | | | | | | 30 | 42 | 76 | 2分42秒 |
| 階段② (1.5) | | | | | | | | | | | | | | |
| 階段④ (1.5) | | | 63 | 50 | | | 66 | 63 | | | 170 | 412 | 341 | 5分02秒 |
| 階段③ (1.5) | | 250 | 125 | | | | 398 | | | | 339 | 1112 | <u>1041</u> | <u>11分01秒</u> |
| 階段⑥ (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | | 42 | 122 | 77 | 2分43秒 |
| 階段① (1.5) | | | | 75 | | | | | | | 30 | 42 | 117 | 3分04秒 |
| 階段⑦ (1.5) | 300 | | | | 120 | 250 | | | | | 339 | 1009 | 942 | 10分08秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 150 | | | | 125 | 120 | | 339 | 734 | 667 | 7分47秒 |
| 階段⑧ (1.5) | | | | | | | | | | | | | | |
| 階段⑨ (1.5) | | | 63 | 75 | | | 66 | 63 | | | 170 | 437 | 336 | 5分15秒 |
| 階段⑫ (3.0) | 50 | | | | | | | | | | 85 | 135 | 85 | 2分05秒 |
| 階段⑬ (3.0) | | | | 50 | | | | | | | 85 | 135 | 85 | 2分05秒 |

◆「階段③」検証結果

【従前】
(障害無し)



【階段②③不通】
(障害有り)

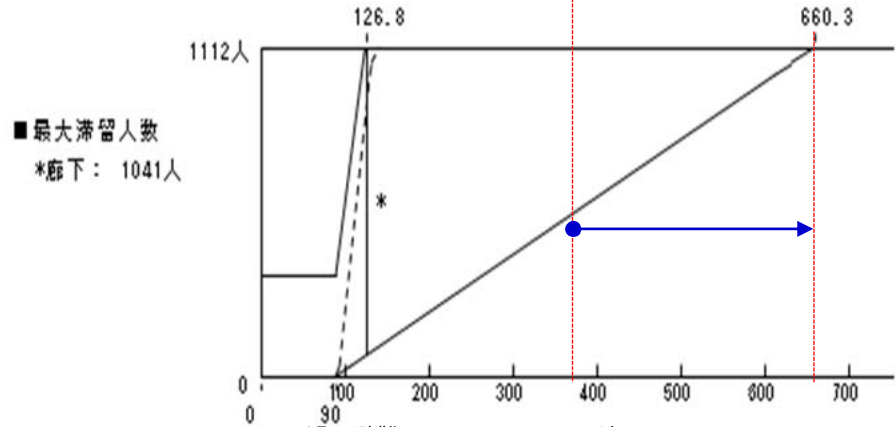


図 15 避難シュミレーショングラフ

② 一部の階段が使えなくなった場合の検証結果

落下物等で一部の階段が使用不可の場合、使用不可の階段に隣接する階段に避難者が集中し、階段前の滞留や当該階段の避難完了時間が非常に大きくなることが確認された。最大避難時間は従前の 6 分 16 秒から 11 分 01 秒に増加した。

表 16 一部の階段が使えなくなった場合の影響

| | 総避難人数 | 避難階段数 | 合計避難階段幅員 | 最大避難時間 (階段ごと) | 最大滞留人数 (階段ごと) |
|----------|--------|-------|----------|------------------|------------------|
| 従前 | 4,490人 | 13 | 22.5m | 6分16秒 | 486人 |
| 階段一部使用不可 | 4,490人 | 11 | 19.5m | 11分01秒 | 1,041人 |

2-2) 避難誘導を行った時の効果の把握

①一部の階段が使えないことで、滞留人数や、避難完了時間が大きくなった階段から、比較的滞留人数や、避難完了時間が小さい階段へ避難者を誘導する。

図 17 一部の階段が使えない場合の避難誘導

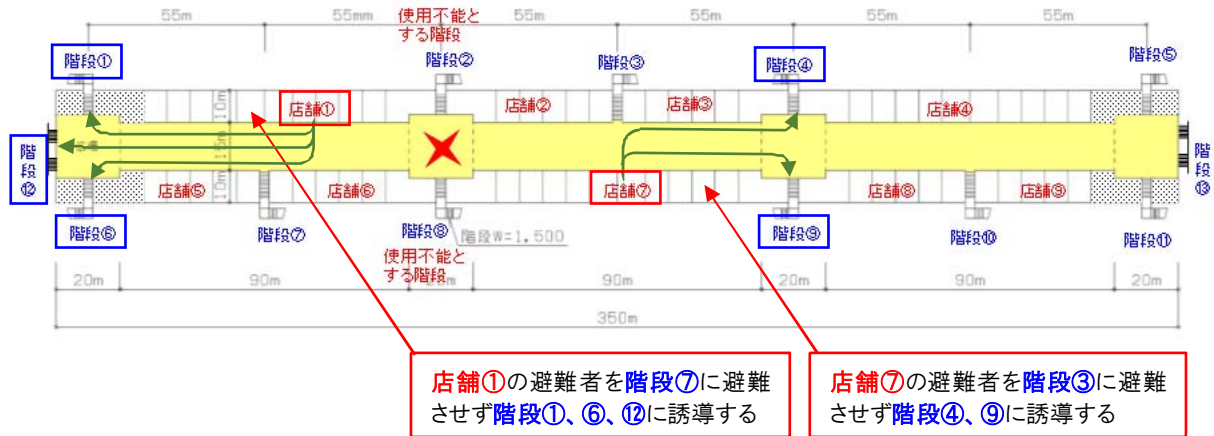


表 18 階段別避難人数・時間

| 階段名・幅員 [m] | 避難人数(人) | | | | | | | | | | | 最大滞留人数(人) | 避難完了時間(分秒) | |
|--------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------------|--------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 店舗⑩ | 通路 | | | 合計 |
| 階段① (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | | 42 | 122 | 76 | 2分42秒 |
| 階段⑤ (1.5) | | | | 50 | | | | | | 30 | 42 | 122 | 76 | 2分42秒 |
| 階段② (1.5) | | | | | | | | | | | | | | |
| 階段④ (1.5) | | | 63 | 50 | | | 66 | 63 | | | 170 | 412 | 341 | 5分02秒 |
| 階段③ (1.5) | | 250 | 125 | | | | 398 | | | | 339 | 1112 | 1041 | 11分01秒 |
| 階段⑥ (1.5) | 50 | | | | 30 | | | | | | 42 | 122 | 77 | 2分43秒 |
| 階段⑧ (1.5) | | | | 75 | | | | | | 30 | 42 | 147 | 117 | 3分04秒 |
| 階段⑦ (1.5) | 300 | | | | 120 | 250 | | | | | 339 | 1009 | 942 | 10分08秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 150 | | | | 125 | 120 | | 339 | 734 | 667 | 7分47秒 |
| 階段⑨ (1.5) | | | 63 | 75 | | | 66 | 63 | | | 170 | 437 | 336 | 5分15秒 |
| 階段⑫ (3.0) | 50 | | | | | | | | | | 85 | 135 | 85 | 2分05秒 |
| 階段⑬ (3.0) | | | | 50 | | | | | | | 85 | 135 | 85 | 2分05秒 |

◆入力と検証結果

表 19 階段別避難人数・時間

| 階段名・(幅員[m]) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | | 最大滞留人数(人) | 避難完了時間(分秒) | |
|-------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----------|------------|--------------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 通路 | 合計 | | | |
| 階段① (1.5) | 150 | | | | 30 | | | | | | 42 | 222 | 174 | 3分33秒 |
| 階段⑤ (1.5) | | | | 50 | | | | | | 30 | 42 | 122 | 76 | 2分42秒 |
| 階段② (1.5) | | | | | | | | | | | | | | |
| 階段④ (1.5) | | | 63 | 50 | | | 265 | 63 | | | 170 | 611 | 540 | 6分44秒 |
| 階段③ (1.5) | | 250 | 125 | | | | | | | | 339 | 714 | 647 | 7分37秒 |
| 階段⑥ (1.5) | 150 | | | | 30 | | | | | | 42 | 222 | 176 | 3分34秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 75 | | | | | | 30 | 42 | 147 | 117 | 3分04秒 |
| 階段⑦ (1.5) | | | | | 120 | 250 | | | | | 339 | 709 | 642 | 7分44秒 |
| 階段⑩ (1.5) | | | | 150 | | | | 125 | 120 | | 339 | 734 | <u>667</u> | <u>7分47秒</u> |
| 階段⑧ (1.5) | | | | | | | | | | | | | | |
| 階段⑨ (1.5) | | | 63 | 75 | | | 265 | 63 | | | 170 | 636 | 565 | 6分57秒 |
| 階段⑫ (3.0) | 150 | | | | | | | | | | 85 | 235 | 177 | 2分50秒 |
| 階段⑬ (3.0) | | | | 50 | | | | | | | 85 | 135 | 85 | 2分39秒 |

②一部の階段が使えなくなった場合に対する避難誘導の効果の検証結果

一部の階段が使えなくなったことから、避難者が集中する階段への避難者を分散して誘導することで、当該階段の滞留者数や避難時間を小さくすることができた。

表 20 一部の階段が使えなくなった場合に対する避難誘導の効果

| | 総避難人数 | 避難階段数 | 合計避難階段幅員 | 最大避難時間(階段ごと) | 最大滞留人数(階段ごと) |
|--------------------|--------|-------|----------|--------------|--------------|
| モデルプラン | 4,490人 | 13 | 22.5m | 6分16秒 | 486人 |
| 階段一部使用不可 | 4,490人 | 11 | 19.5m | 11分01秒 | 1,041人 |
| 避難者の多い階段から少ない階段へ誘導 | 4,490人 | 11 | 19.5m | 7分47秒 | 667人 |

03) 地下駅等から大量の避難者が流入した場合の検証

3-1) 避難者が増加した場合の避難時間や滞留人数が大きい階段の把握

① 検証の付加条件

- ・ 地下駅に接続する特徴的な平面を対象に検証した。
- ・ 地下街が接続する地下駅等からの流入避難者がある場合とない場合で、各階段の滞留や、避難時間を算出し比較する。
- ・ 地下駅等からの流入避難者がいない状況で、避難者を各階段に配分する。
- ・ 地下駅等からの流入避難者を「満員の地下鉄 1 列車の旅客の 1/2、1,500 人」として検証する。地下駅等からの流入避難者は、駅出口から直近の 4 か所(階段④、⑤、⑥、⑬)に避難者を配分した。

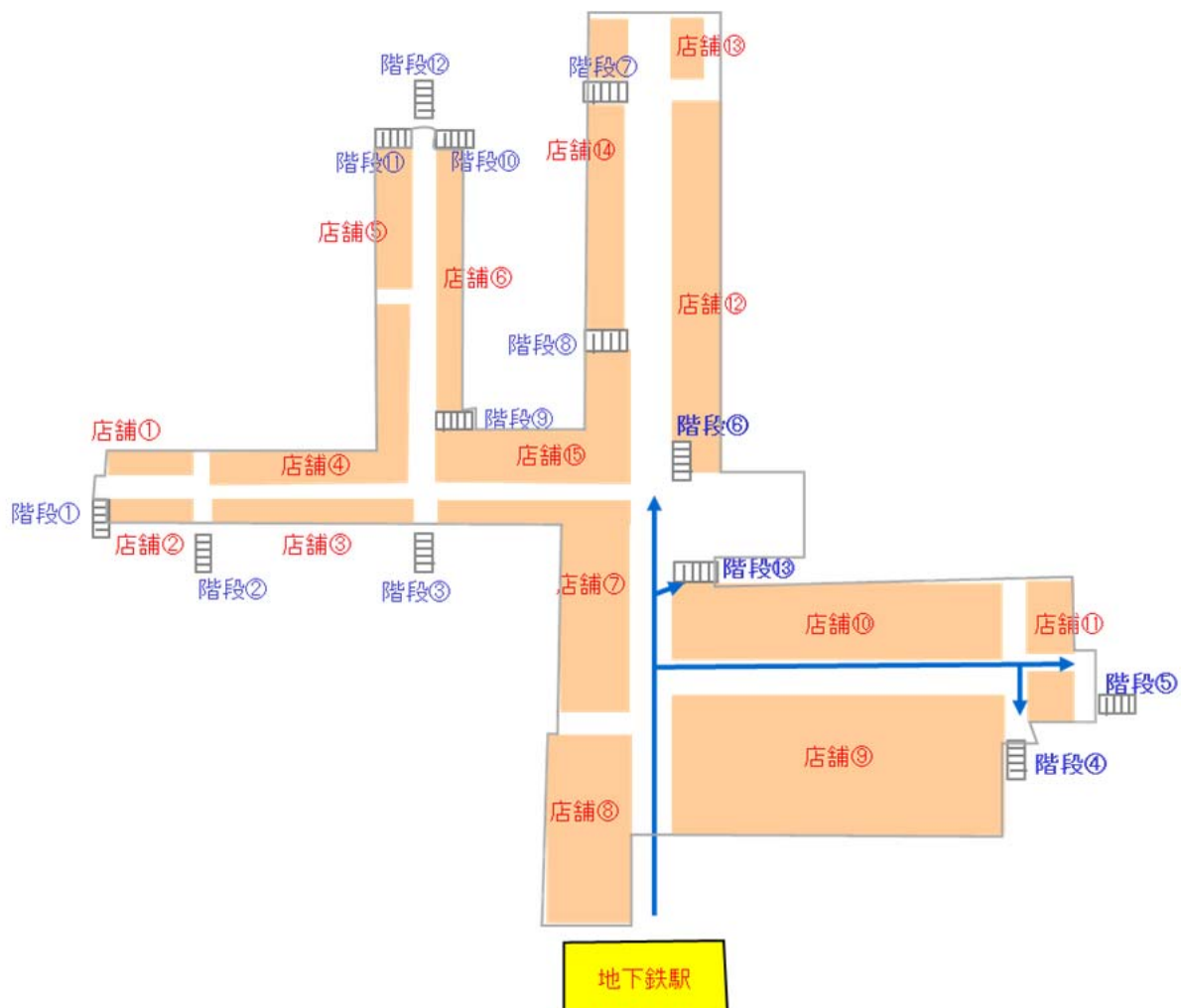


図 21 大量の避難者の流入

◆地下駅等からの大量の流入避難者を見込まない場合の入力と結果

表 22 階段別避難人数・時間

| 階段名 (幅員(m)) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | | | | | | | 合計 | 最大 滞留 人数 (人) | 避難完了 時間(分秒) | |
|----------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----------------------|----------------|-------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 店舗⑩ | 店舗⑪ | 店舗⑫ | 店舗⑬ | 店舗⑭ | 店舗⑮ | 通路 | | | | |
| 階段① (1.6) | 16 | 14 | | | | | | | | | | | | | | 18 | 48 | 22 | 2分5秒 | |
| 階段② (2.4) | 16 | 14 | 45 | 72 | | | | | | | | | | | | 45 | 192 | 122 | 2分38秒 | |
| 階段③ (4.9) | | | 45 | 72 | 69 | 100 | | | | | | | | | | 49 | 98 | 433 | 220 | 2分38秒 |
| 階段④ (3.5) | | | | | | | | 193 | 750 | 45 | 45 | | | | | | 90 | 1123 | 1013 | 5分46秒 |
| 階段⑤ (4.1) | | | | | | | | | | 45 | 45 | | | | | | 90 | 180 | 115 | 3分00秒 |
| 階段⑥ (1.8) | | | | | | | 100 | 96 | 375 | | | 66 | | | | 49 | 365 | 1051 | 971 | 9分00秒 |
| 階段⑦ (1.6) | | | | | | | | | | | | 132 | 85 | 150 | | 86 | 453 | 379 | 5分08秒 | |
| 階段⑧ (1.5) | | | | | | | | | | | | 132 | | 150 | 98 | 77 | 457 | 388 | 5分25秒 | |
| 階段⑨ (1.5) | | | 45 | | 69 | 100 | | | | | | | | | | 49 | 98 | 361 | 294 | 4分36秒 |
| 階段⑩ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 |
| 階段⑪ (1.9) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 46 | 2分18秒 |
| 階段⑫ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 |
| 階段⑬ (3.2) | | | | | | 100 | 96 | 375 | | | | 66 | | | | 49 | 365 | 1051 | 910 | 5分43秒 |

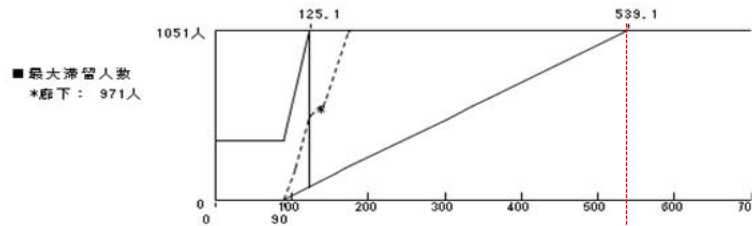
◆地下駅等からの大量の流入避難者を見込んだ場合の入力と結果

表 23 階段別避難人数・時間

| 階段名 (幅員(m)) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | | | | | | | 合計 | 最大 滞留 人数 (人) | 避難完了 時間(分 秒) | | |
|----------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----------------------|--------------------|-------|--------|
| | 店舗① | 店舗② | 店舗③ | 店舗④ | 店舗⑤ | 店舗⑥ | 店舗⑦ | 店舗⑧ | 店舗⑨ | 店舗⑩ | 店舗⑪ | 店舗⑫ | 店舗⑬ | 店舗⑭ | 店舗⑮ | 地下 鉄 | | | | 通路 | |
| 階段① (1.6) | 16 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 48 | 22 | 2分5秒 | |
| 階段② (2.4) | 16 | 14 | 45 | 72 | | | | | | | | | | | | | 45 | 192 | 122 | 2分38秒 | |
| 階段③ (4.9) | | | 45 | 72 | 69 | 100 | | | | | | | | | | | 49 | 98 | 433 | 220 | 2分38秒 |
| 階段④ (3.5) | | | | | | | | 193 | 750 | 45 | 45 | | | | | | 375 | 90 | 1498 | 1040 | 7分00秒 |
| 階段⑤ (4.1) | | | | | | | | | | 45 | 45 | | | | | | 375 | 90 | 555 | 115 | 4分36秒 |
| 階段⑥ (1.8) | | | | | | 100 | 96 | 375 | | | | 66 | | | | 49 | 375 | 365 | 1426 | 1040 | 11分40秒 |
| 階段⑦ (1.6) | | | | | | | | | | | | 132 | 85 | 150 | | | 86 | 453 | 379 | 5分08秒 | |
| 階段⑧ (1.5) | | | | | | | | | | | | 132 | | 150 | 98 | | 77 | 457 | 388 | 5分25秒 | |
| 階段⑨ (1.5) | | | 45 | | 69 | 100 | | | | | | | | | | | 49 | 98 | 361 | 294 | 4分36秒 |
| 階段⑩ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 |
| 階段⑪ (1.9) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 46 | 2分18秒 |
| 階段⑫ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 |
| 階段⑬ (3.2) | | | | | | 100 | 96 | 375 | | | | 66 | | | | 49 | 375 | 365 | 1426 | 978 | 7分13秒 |

◆「階段⑥」検証結果

【流入避難者なし】



【流入避難者あり】

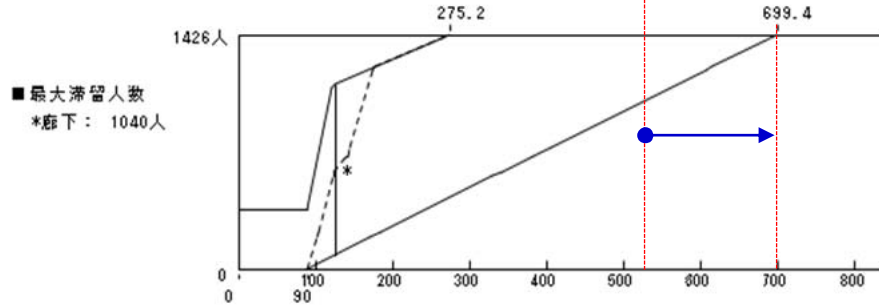


図 24 避難シュミレーショングラフ

② 地下駅等から大量の避難者が流入した場合の検証結果

地下駅等からの流入者が追加されると、流入者を見込まない場合に比べて、流入者が利用すると想定した4つの階段は避難完了時間、滞留人数ともに増加した。最大避難時間は流入者を見込まないプランでの9分00秒(階段⑥)から11分40秒(階段⑥)に増加した。

表 25 避難者の大量流入の影響

| | 総避難人数 | 避難階段数 | 合計避難階段幅員 | 最大避難時間 (階段ごと) | 最大滞留人数 (階段ごと) |
|-----------------------------|--------|-------|----------|------------------|------------------|
| 地下駅等からの大量の流入 避難者を見込まない場合 | 5,685人 | 11 | 32.2m | 9分00秒 | 971人 |
| 地下駅等からの大量の流入 避難者を見込んだ場合 | 7,185人 | 11 | 32.2m | 11分40秒 | 1040人 |

3-2) 避難誘導を行った時の効果の把握

①地下駅からの避難者の流入で、幅員が 1.8mと狭いこともあり滞留や避難完了時間の大きかった**階段⑥**から、**階段⑥**への避難割合の大きい**店舗⑧、⑨**の避難者を、幅員は広いが視認性が低い**階段⑤**へ誘導し、その効果を検証する。

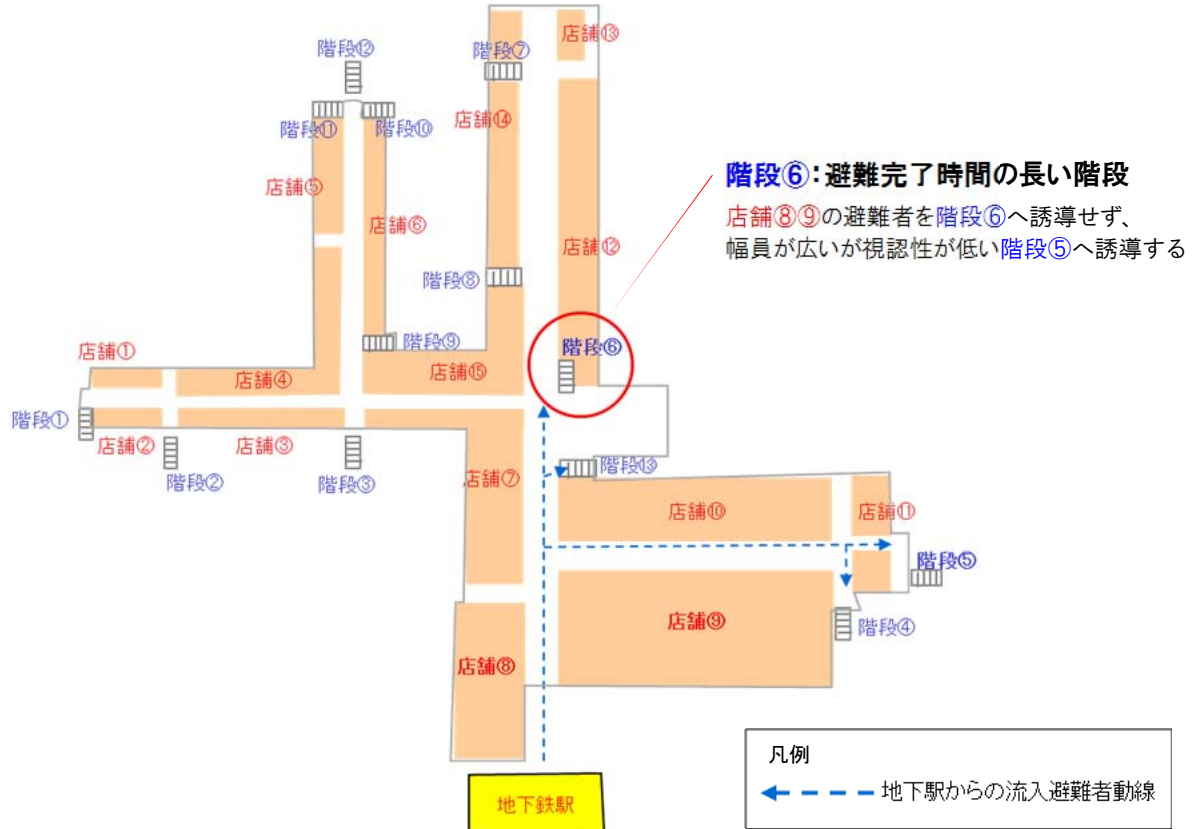


図 26 大量の流入避難者への避難誘導

表 27 階段別避難人数・時間

| 階段名 (幅員 [m]) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | | | | | | | | 最大 滞留 人数 (人) | 避難完了 時間(分 秒) | |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-----------------------|--------------------|-------|
| | 店舗 ① | 店舗 ② | 店舗 ③ | 店舗 ④ | 店舗 ⑤ | 店舗 ⑥ | 店舗 ⑦ | 店舗 ⑧ | 店舗 ⑨ | 店舗 ⑩ | 店舗 ⑪ | 店舗 ⑫ | 店舗 ⑬ | 店舗 ⑭ | 店舗 ⑮ | 地下 鉄 | 通 路 | | | 合計 |
| 階段① (1.6) | 16 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 48 | 22 | 2分5秒 |
| 階段② (2.4) | 16 | 14 | 45 | 72 | | | | | | | | | | | | | 45 | 192 | 122 | 2分38秒 |
| 階段③ (4.9) | | | 45 | 72 | 69 | 100 | | | | | | | | | | 49 | 98 | 433 | 220 | 2分38秒 |
| 階段④ (3.5) | | | | | | | 193 | 750 | 45 | 45 | | | | | | 375 | 90 | 1498 | 1040 | 7分00秒 |
| 階段⑤ (4.1) | | | | | | | | | | 45 | 45 | | | | | 375 | 90 | 555 | 115 | 4分36秒 |
| 階段⑥ (1.8) | | | | | | 100 | 96 | 375 | | | 66 | | | 49 | 375 | 365 | 1426 | <u>1040</u> | <u>11分40秒</u> | |
| 階段⑦ (1.6) | | | | | | | | | | | 132 | 85 | 150 | | | 86 | 453 | 379 | 5分08秒 | |
| 階段⑧ (1.5) | | | | | | | | | | | 132 | | 150 | 98 | | 77 | 457 | 388 | 5分25秒 | |
| 階段⑨ (1.5) | | | 45 | | 69 | 100 | | | | | | | | 49 | 98 | 361 | 294 | 4分36秒 | | |
| 階段⑩ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 | |
| 階段⑪ (1.9) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | 21 | 112 | 46 | 2分18秒 | |
| 階段⑫ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 | |
| 階段⑬ (3.2) | | | | | | 100 | 96 | 375 | | | 66 | | | 49 | 375 | 365 | 1426 | 978 | 7分13秒 | |

表 28 階段別避難人数・時間

| 階段名 (幅員 〔m〕) | 避難人数(人) | | | | | | | | | | | | | | | | | 最大滞 留人数 (人) | 避難完了 時間 (分秒) | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------------|--------------------|--------|
| | 店 舗 ① | 店 舗 ② | 店 舗 ③ | 店 舗 ④ | 店 舗 ⑤ | 店 舗 ⑥ | 店 舗 ⑦ | 店 舗 ⑧ | 店 舗 ⑨ | 店 舗 ⑩ | 店 舗 ⑪ | 店 舗 ⑫ | 店 舗 ⑬ | 店 舗 ⑭ | 店 舗 ⑮ | 地 下 鉄 | 通 路 | | | 合 計 |
| 階段① (1.6) | 16 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 48 | 22 | 2分5秒 |
| 階段② (2.4) | 16 | 14 | 45 | 72 | | | | | | | | | | | | | 45 | 192 | 122 | 2分38秒 |
| 階段③ (4.9) | | | 45 | 72 | | 69 | 100 | | | | | | | | 49 | | 98 | 433 | 220 | 2分38秒 |
| 階段④ (3.5) | | | | | | | | 193 | 750 | 45 | 45 | | | | | 375 | 90 | 1498 | 1040 | 7分00秒 |
| 階段⑤ (4.1) | | | | | | | | 96 | 375 | 45 | 45 | | | | | 375 | 90 | 1026 | 547 | 4分45秒 |
| 階段⑥ (1.8) | | | | | | 100 | | | | | | 66 | | | 49 | 375 | 365 | 955 | 569 | 8分19秒 |
| 階段⑦ (1.6) | | | | | | | | | | | | 132 | 85 | 150 | | | 86 | 453 | 379 | 5分08秒 |
| 階段⑧ (1.5) | | | | | | | | | | | | 132 | | 150 | 98 | | 77 | 457 | 388 | 5分25秒 |
| 階段⑨ (1.5) | | | 45 | | | 69 | 100 | | | | | | | | 49 | | 98 | 361 | 294 | 4分36秒 |
| 階段⑩ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 |
| 階段⑪ (1.9) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 46 | 2分18秒 |
| 階段⑫ (2.1) | | | 15 | | 30 | 46 | | | | | | | | | | | 21 | 112 | 59 | 2分21秒 |
| 階段⑬ (3.2) | | | | | | 100 | | 96 | 375 | | | 66 | | | 49 | 375 | 365 | 1426 | 978 | 7分13秒 |

誘導前 11分40秒

階段⑤は店舗⑧から視認性が良くないが、誘導することで、避難の際のリスク回避が可能となる。

②地下駅等からの大量の避難者が流入した場合の避難誘導の効果の検証結果

駅からの避難者の流入で、滞留や避難完了時間の大きかった階段⑥への避難者を、他の階段へ誘導することで、滞留人数や避難完了時間が改善された。

表 29 大量流入者への避難誘導効果

| | 総避難人数 | 避難階段数 | 合計避難階段幅員 | 最大避難時間 (階段ごと) | 最大滞留人数 (階段ごと) |
|-------------------------|--------|-------|----------|------------------|------------------|
| 駅から流入 | 5,685人 | 13 | 32.2m | 11分40秒 | 1,040人 |
| 避難完了時間大の階段 から小の階段へ誘導 | 5,685人 | 11 | 32.2m | 8分19秒 | 569人 |