

2018年大阪府北部の地震で被害を受けた
補強コンクリートブロック塀を対象
とした被害要因調査報告

2018年11月

国立研究開発法人 建築研究所

目次

1. 調査の目的	1
2. 調査者	1
3. 調査日程	1
4. 地表面で観測された地震動.....	1
5. 応急危険度判定調査結果.....	2
6. 調査計画	3
6.1. 調査場所と手法.....	3
6.2. 調査対象	4
6.3. 塀の段数と個数.....	4
7. 調査結果	5
7.1. 詳細調査	5
7.1.1. 被害が確認された塀.....	5
7.1.1.1. 基礎より上での被害.....	5
7.1.1.2. 基礎部での被害, その他の被害.....	15
7.2. 簡易調査の結果.....	18
7.3. 現行の建築基準法と被害との関係.....	20
7.4. 既往の地震被害事例と今回の調査結果との関係.....	21
7.4.1. 1978 年宮城県沖地震における被害事例.....	21
7.4.2. 1995 年兵庫県南部地震における被害事例.....	22
7.4.3. 2016 年熊本地震における被害事例.....	23
7.4.4. 過去の被害事例に対する今回の被害事例の特徴.....	23
8. まとめ	24
参考文献	24
謝辞	25
付録 1 補強コンクリートブロック塀 調査表.....	26

1. 調査の目的

国土交通省住宅局の調査要請により、2018年6月18日に大阪府北部にて発生した地震における住宅に用いられた補強コンクリートブロック造の塀（以下、補強ブロック塀）の被害状況を現地で調査し、それらの被害特徴を把握することを目的とする。

2. 調査者

建築研究所構造研究グループ 主任研究員 向井智久

建築研究所構造研究グループ 主任研究員 渡邊秀和

建築研究所構造研究グループ 研究員 毎田悠承

3. 調査日程

調査は、2018年7月18日、19日で行った。初日の午前は大阪府庁並びに茨木市役所を訪問してヒアリングを行った後に、茨木市内の被害を受けた補強ブロック塀の個別詳細調査を実施した。2日目は、茨木市内並びに高槻市内の被害を受けた補強ブロック塀の個別詳細調査と、被害がない補強ブロック塀の簡易調査を実施した。

4. 地表面で観測された地震動

今回の被害調査範囲に近い、茨木市東中条町の地表面で計測された強震記録¹⁾を図4.1に示す。図に示すように、東側最大地動加速度(256.9gal)に対して西側最大地動加速度(406.5gal)が大きい。また、北側最大地動加速度(298.9gal)に対して南側最大地動加速度(444.7gal)が大きい。最大加速度は方向によって異なり、それが塀の方向別の被害様相に与える影響があるかを本調査では考察する。

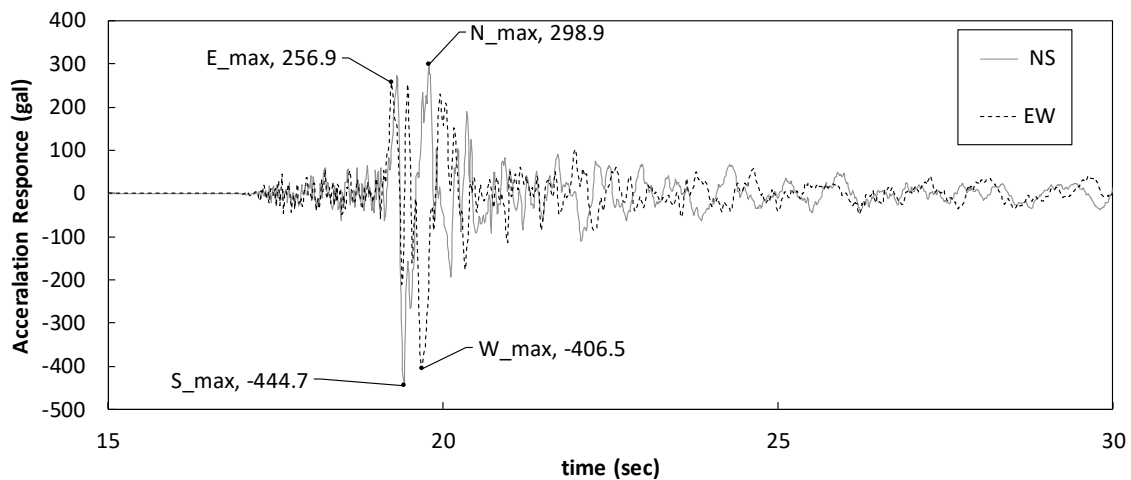


図 4.1 茨木市東中条町 強震記録 (2018/06/18 07:58:20)¹⁾

5. 応急危険度判定調査結果

関係自治体より提供された、2018年6月18日に発生した大阪府北部の地震の被害に対する応急危険度判定結果の概要を表5.1に示す。ここでは、応急危険度判定の結果によって補強ブロック塀などが「危険」の判定となったものを対象とした。調査対象地域は、高槻市および茨木市であり、それぞれの地域で危険と判定されたのは40件と24件の合計64件であった。

応急危険度判定において「危険」と判定され、調査表に傾斜やひび割れ、ガタツキなどの記載があった事例は、高槻市で28件、茨木市で13件であった。調査表に倒壊と記載されていた事例は高槻市、茨木市それぞれ2件ずつ合計4件であった。表5.1 図5.1（国土地理院の電子地形図（タイル）に調査範囲を追記して掲載したもの）に本調査を行った場所の地図を示す。



図 5.1 詳細調査および簡易調査を行った場所

表 5.1 補強ブロック塀に関する応急危険度判定の調査表の抽出結果一覧

	茨木市	高槻市	合計
危険と判定された件数	40	24	64
実際の被害が報告されている件数	28	13	41
倒壊の件数	2	2	4

6. 調査計画

6.1. 調査場所と手法

応急危険度判定調査表の分析を基に、補強ブロック塀の転倒被害報告があった場所を中心としての住宅に用いられた補強ブロック塀の非破壊による個別詳細調査（以下、詳細調査）を行った。調査場所は図 5.1 に赤色で示す高槻市および茨木市の範囲である。補強ブロック塀の調査方法は、「日本建築学会の既存コンクリートブロック塀の耐震診断指針（案）同解説」による現地における目視を主とした1次調査²⁾を参考に実施した。その調査票を付録1に示す。なお、基礎は目視では調査できないため、不明である場合が多い。鉄筋の有無や間隔は鉄筋探査機による調査が可能な場合は実施した。

詳細調査に対して、補強ブロック塀の種類と段数のみを調査・記録する簡易調査を実施した。簡易調査では、特定の範囲における塀の分布状況や被害の有無を確認することを目的とした。簡易調査は図 5.1 の青色で示す範囲において、図 6.1（国土地理院の電子地形図（タイル）に調査ルートなどを追記して掲載したもの）に示すルートで調査を実施した。なお、

赤い★印は応急危険度判定によって、倒壊したとされる事例の場所であるが、立入禁止措置が取られていたため、調査できなかった。

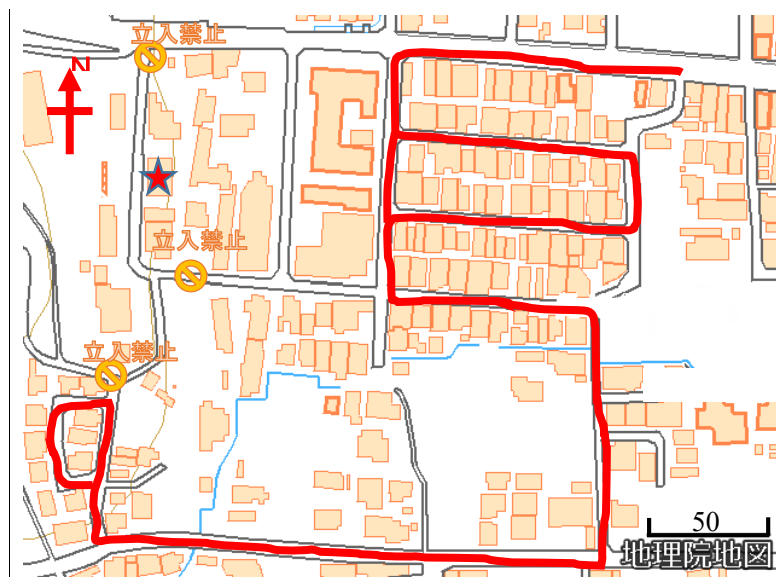


図 6.1 簡易調査における調査ルート

6.2. 調査対象

調査対象とした塀は住宅の塀で、その種類は、**図 6.2**に示す補強ブロック塀（以降、タイプ A と称する）、金属フェンス付き補強ブロック塀（以降、タイプ B と称する）である。そのため、例えば、補強コンクリートブロック造であっても、ゴミ収集場所などに囲いに用いられている場合は対象外とする。また、鉄筋コンクリート造の塀も対象外とする。これらを対象外としたのは形状や構造から被害が生じないと判断したためである。



(a) タイプ A：補強ブロック塀

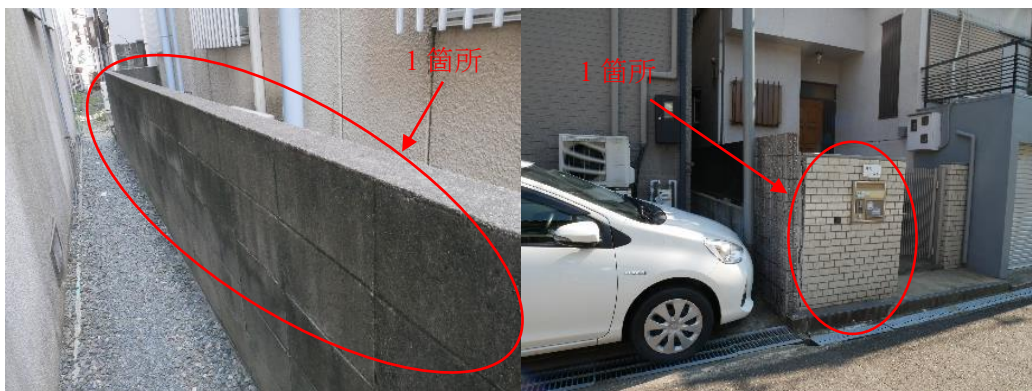
(b) タイプ B：金属フェンス付き補強ブロック塀

図 6.2 調査対象となる塀の種類

6.3. 塀の段数と個数

塀の段数の数え方は、タイプ B など金属フェンスが補強ブロック塀の間にまばらに設置してある場合は、補強ブロック塀部分が最も高い場所を採用し、数える。また、擁壁上にある補強ブロック塀では、擁壁は無視して、数える。

個数については、今回の調査では、補強ブロック塀の個数は、例えば**図 6.3**のように規模が異なる塀もその長さによらず、同じ1箇所として調査を行う。



(a) 塀が長い場合 (b) 塀が短い場合

図 6.3 1箇所の塀の規模

7. 調査結果

7.1. 詳細調査

7.1.1. 被害が確認された塀

応急危険度判定で被害が確認され、詳細調査を行った補強ブロック塀の一覧を表 7.1 に示す。表中の ID 欄において、一文字目の「I」は茨木市を、「T」は高槻市を表している。塀タイプは図 6.2 に示した分類、方向は補強ブロック塀が設置されている長さ方向の方角を示している。また、側溝の有無を記載している。

表 7.1 詳細調査を行った塀一覧

ID	塀タイプ	段数	方向	側溝	応急危険度判定における記載
I1	A	8	南北	無	傾斜
I2	A	8	東西	無	傾斜
I3	A	7	東西	無	傾斜
I4	A	9	東西	有	亀裂・ぐらつき
I5	A	6	東西	無	-
I6	A	8	南北	有	傾斜
I7	A	9	東西	有	転倒
I8	A	7	南北	無	-
I9	A	7	南北	無	傾斜
I10	A	8	南北	無	-
I11	B	11	南北	無	-
T1	A	7	南北	無	転倒
T2	A	8	南北	無	転倒

7.1.1.1. 基礎より上での被害

(1) 茨木市 1 (I1)

南北方向に 8 段のタイプ A の補強ブロック塀である。応急危険度判定では、傾斜があり、倒壊の危険があると判定されたものである。調査では、下から 2 段目のブロックより上部で傾斜（計測角度 4.9° ）が見られた（図 7.1, 図 7.3）。塀の高さ 164cm, 塀の厚さ 10cm, 芋目地, 基礎は不明, かさ木ブロックあり, 縦筋の間隔 120cm, 壁頂横筋なし（横筋は 1 本のみあり）, 控え壁なし, 直交壁なし, 門柱なし, 擁壁なし, 側溝ありであった。なお, 図 7.1 中の灰色の鋼材は, 塀やその補強ではない, 全く関係のないフェンスである。被害前の塀の状況を図 7.2 に示す。控え壁がなく, 鉄筋の間隔も大きいため, 地震による転倒モーメントに対する耐力が小さかったことから, 傾斜したものと考えられる。



(a) 全景（被災後）

(b) 4.9° の傾斜

図 7.1 茨木市1の補強ブロック塀の被害状況

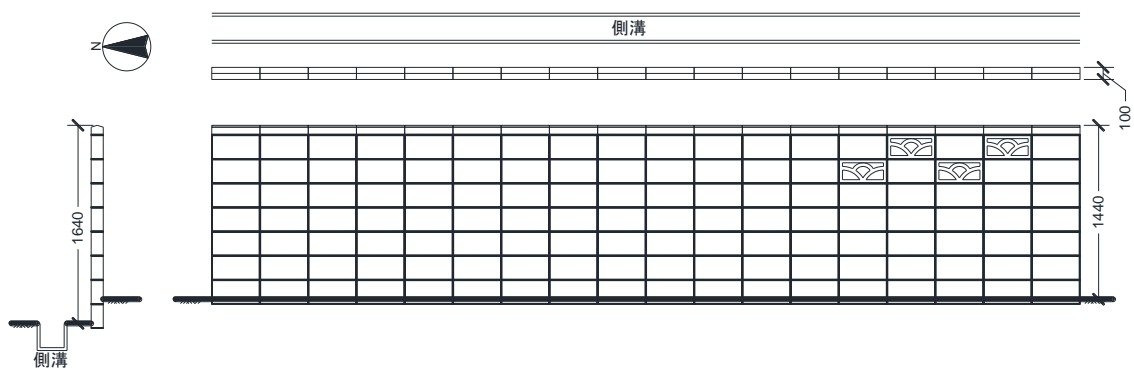


図 7.2 茨木市1の補強ブロック塀の被害前の状況

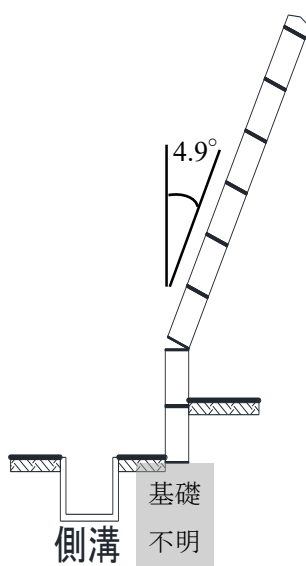


図 7.3 茨木市1の補強ブロック塀の被害状況

(2) 茨木市 2 (I2)

応急危険度判定により、傾斜が確認され危険と判定された事例である。東西方向のタイプ A の補強ブロック塀であるが、**図 7.4 (b)**のように損傷を受けたとされる既設塀は既に撤去され新しい塀が設置されていることを確認した。そのため、被害を受けた塀の詳細は不明であるが、側溝はないことが図から分かる。また、同じ敷地内において同じ方向にある古い塀 (**図 7.4 (a)**) が 1 カ所あり、撤去前の塀も 8 段であったと考えられる。



(a) 全景 1 (被災後)



(b) 全景 2 (被災後・修復された塀)

図 7.4 茨木市 2 の補強ブロック塀の被害状況

(3) 茨木市 3 (I3)

東西方向に 7 段のタイプ A の補強ブロック塀である。応急危険度判定では、コンクリートブロック塀に亀裂、傾斜あり、道路側に転倒する危険があると判定された事例である。塀の高さ 160cm、塀の厚さ 10cm、基礎は不明、かさ木ブロックあり、縦筋の間隔 120cm、壁頂横筋なし、直交壁片側あり、控え壁なし、門柱なし、側溝なしであった。被害は**図 7.5**、**図 7.7**に示すようにタテ目地×1箇所にて亀裂があり、傾斜（計測角度 1.1° ）があった。被害前の塀の状況を**図 7.6**に示す。直交壁がない方は、塀下部から一様に傾斜が見られたが、直交壁がある方の傾斜は計測角度 0.3° であり、比較的小さいことから、直交壁によって被害が軽減されたと考えられる。



(a) 全景



(b) 応急危険度判定結果 (直交壁側)

図 7.5 茨木市 3 の補強ブロック塀の被害状況

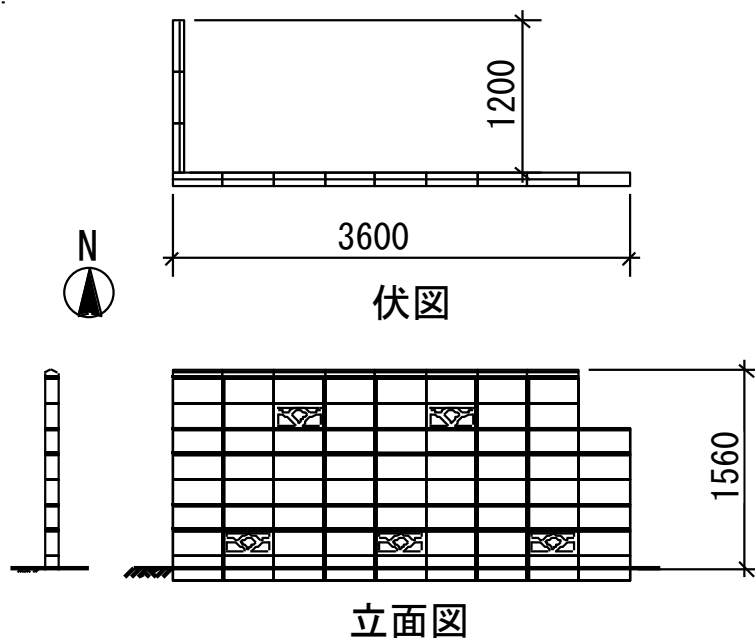


図 7.6 茨木市 3 の補強ブロック塀の被害前の状況

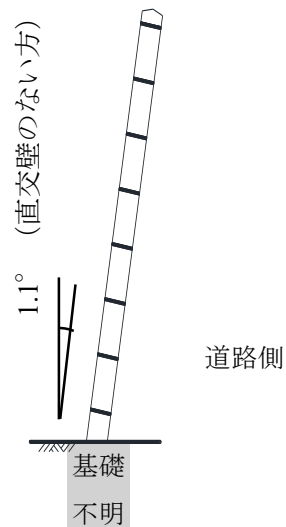


図 7.7 茨木市 3 の東西方向の補強ブロック塀の被害状況

(4) 茨木市 4 (I4)

東西方向に 9 段のタイプ A の補強ブロック塀である。応急危険度判定では補強ブロック塀に亀裂・ぐらつきがあると判定されたものである。調査時には 9 段のうち、上 4 段分のブロックが全長に渡り脱落していた (図 7.8, 図 7.10)。上 4 段は鉄筋が見られたが、下 5 段分は配筋されていなかったことから、上段部が増積みされた可能性がある。また控え壁 (コンクリートブロック 5 段, 間隔 4.0m) と塀はボルトで緊結されていた (図 7.8(b))。塀の厚さ 10cm, 芋目地, 基礎は不明, 直交壁片側あり, 門柱なし, 擁壁なし, 側溝ありであった。被害前の塀の状況を図 7.9 に示す。鉄筋のない下 5 段と鉄筋のある上 4 段の切り替え部分で被害が起こっており, この切り替え部分で塀における壁体の一体性が損なわれていたことが被害要因と考えられる。



(a) 全景



(b) ボルトで緊結された控え壁

図 7.8 茨木市 4 の補強ブロック塀の被害状況

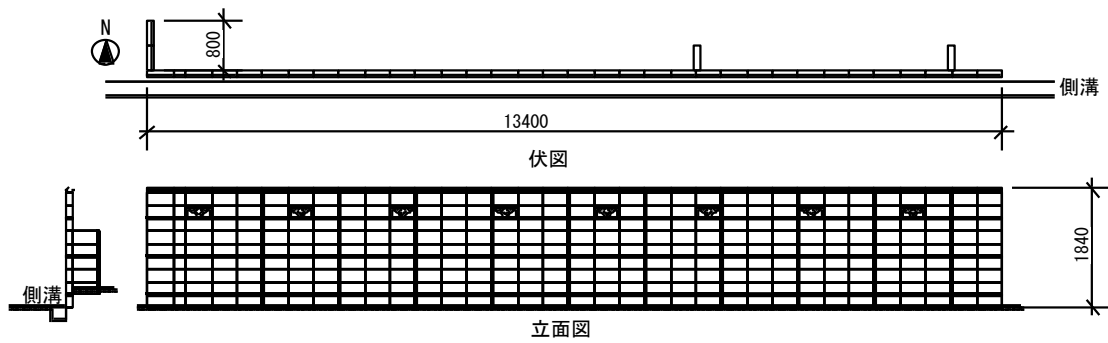


図 7.9 茨木市 4 の補強ブロック塀の被害前の状況

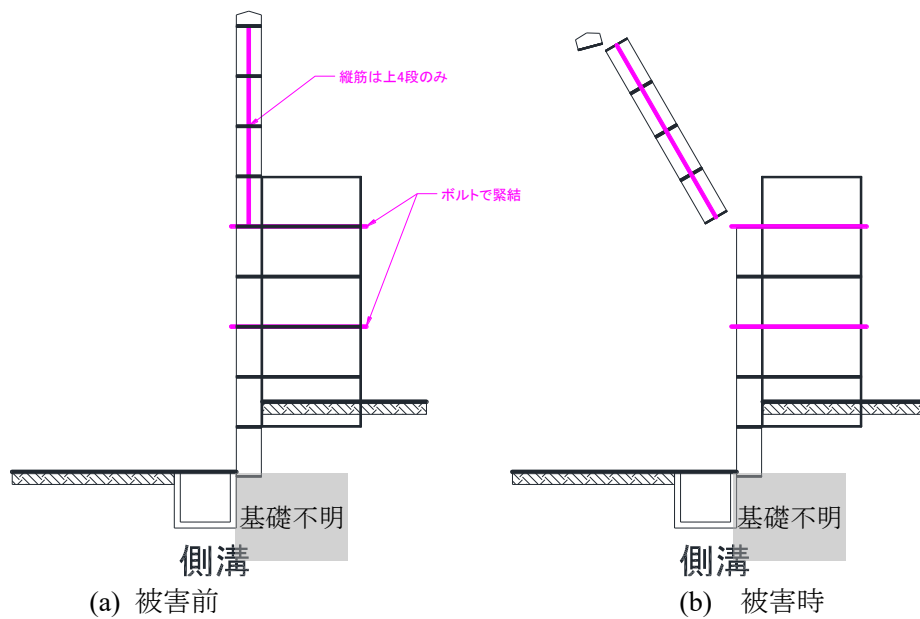


図 7.10 茨木市 4 の補強ブロック塀の被害状況

(5) 茨木市 5 (I5)

東西方向に 6 段のタイプ A の補強ブロック塀である。敷地側に傾斜（計測角度 10.3° ）が見られた（図 7.11）。基礎不明，控え壁不明，縦筋の間隔 120cm，横筋なし，道路側には側溝なし（敷地側は不明）であった。



(a) 全景

(b) 傾斜状況

図 7.11 茨木市 5 の補強ブロック塀の被害状況

(6) 茨木市 6 (I6)

南北方向および東西方向に 8 段のタイプ A，厚さ 10cm の補強ブロック塀があったことが google ストリートビューおよび現地調査により確認されたものである（図 7.12(a), (b)）。応

急危険度判定時は傾斜が確認され、危険と判定されている。調査時には南北方向は撤去済であったため、被害状況が確認できなかった。

南北方向の補強ブロック塀については、基礎不明、かさ木ブロックあり、縦筋あり、控え壁なし、門柱片側あり、擁壁なし、側溝ありであることを google ストリートビューおよび現地調査により確認した。住家南側の東西方向の塀は残されており、軽微なひび割れが見られた。また、住家北側にも東西方向に塀があったと見られるが、撤去済であり、詳細は確認できなかった (図 7.12(c))。



(a) 南北方向の補強ブロック塀

(b) 住家南側 東西方向の補強ブロック塀



(c) 住家北側 東西方向の塀

図 7.12 茨木市 6 の補強ブロック塀の被害状況

(7) 茨木市 7, 8 (17, 18)

茨木市 7 の塀は、東西方向に 9 段、長さ 12m 程度、高さ 268cm (地面からの高さ 172cm, 溝の高さ 82.5cm)、厚さ 10cm のタイプ A の補強ブロック塀である。応急危険度判定によると一部倒壊が確認された事例であるが、調査時には図 7.13(a)のように多くは撤去済であったものの一部の補強ブロック塀が残っており、この状態より部分的に倒壊が起これていたと考えられる。目地は破れ目地である。基礎は RC 造で溝上 C に分類 (付図 1.1 参照のこ

と)される。かさ木ブロックの有無は不明。80cmピッチで縦筋が配置されており、端部のみ40cmで配筋されていた。横筋についても配筋されていた形跡があった。控え壁なし、片側に直交壁あり、門柱なし、側溝ありであった。

茨木市8の塀は茨木市7の塀の直交壁である。南北方向は7段、高さ146cm、厚さ10cmのタイプAの補強ブロック塀であった。応急危険度判定によると傾斜が確認された事例である。調査時の傾斜角の実測値は 1.7° であった。基礎は不明。かさ木ブロックあり。控え壁なし、片側に直交壁あり、門柱なし、擁壁なし、透かしコンクリートブロック単独、側溝なしであった。



(a)東西方向の補強ブロック塀

(b)南北方向の補強ブロック塀

図 7.13 茨木市 7, 8 の補強ブロック塀の被害状況

(8) 茨木市 9 (19)

寺社の周囲を囲むように設置された補強ブロック塀である。7段のタイプAの補強ブロック塀で、高さ150cm、厚さ10cmである。基礎は不明で、塀上部に塀瓦があった。門柱なし、擁壁なし、側溝なしである。控え壁は1箇所だけあった。寺社の所有者にヒアリングを行い、塀は昭和46年竣工という情報が得られた。南北方向の塀は山門に取付いており、地震時に山門が全壊し、それに引張られるようにして塀が転倒した(図7.14(a))。また、東西方向の塀には目地部に沿っていると思われる水平ひび割れを確認した(図7.14(b))。



(a) 南北方向の補強ブロック塀（敷地側から） (b) 東西方向の補強ブロック塀（敷地側から）

図 7.14 茨木市 9 の補強ブロック塀の被害状況

(9) 茨木市 10 (I10)

南北方向に長さ 80cm, 8 段, 高さ 166cm, 厚さ 10cm の化粧ブロックを用いたタイプ A の補強ブロック塀である。応急危険度判定により, 傾斜が確認された。図 7.15 に示すように傾斜しており, 調査時の傾斜角の実測値は 1.1° であった。基礎は不明, かさ木ブロックなし, 門柱なし, 側溝なしであった。



(a) 全景

(b) 傾斜状況

図 7.15 茨木市 10 の補強ブロック塀の被害状況

(10) 高槻市 1 (T1)

南北方向に 7 段, タイプ A の芋目地の補強ブロック塀である。応急危険度判定では倒壊と記載があったが, 現地調査では倒壊した塀は確認できず, 図 7.16 に示すように傾斜した塀のみが確認できた。基礎は不明である。かさ木ブロックなし, 門柱なし, 側溝なしである。



図 7.16 高槻市 1 の補強ブロック塀の被害状況

7.1.1.2. 基礎部での被害, その他の被害

(1) 高槻市 2 (T2)

南北方向に高さ 7 段, 厚さ 10cm の化粧ブロックを用いたタイプ A の補強ブロック塀である。応急危険度判定によると転倒が確認された事例である。石積み (擁壁) の上に鉄筋の定着等で緊結することなく設置されていた。基礎はなし, かさ木なし, 側溝なしである。

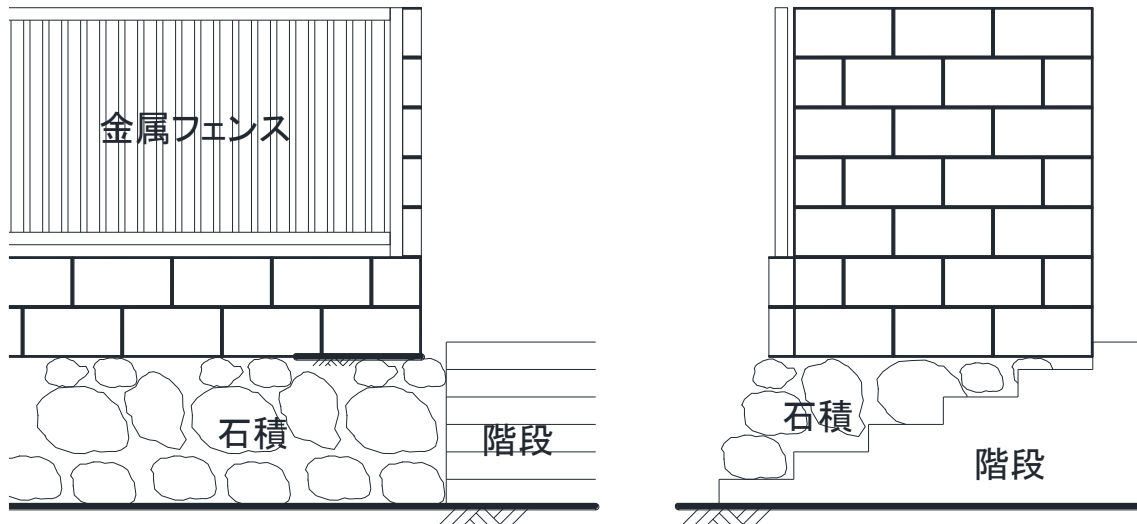
図 7.17(a) に示すように, 東西方向に設置されたタイプ B の塀の裏で, 高さ 7 段の南北方向の塀が転倒している。南北方向の塀は, その下部の石積み (擁壁) 部分が崩壊したために, 当該塀が転倒に至ったと考えられる。図 7.17(b) に示すように, 補強ブロック塀の脚部は石積み (擁壁) 部分に定着されることなく, モルタル敷の上に置いている状況であった。以上の被害調査に基づき, 被害前は図 7.18 のような状態であったと類推される。



(a) 転倒した南北方向の補強ブロック塀

(b) 補強ブロック塀の下部

図 7.17 高槻市 2 の補強ブロック塀の被害状況



(a) 南立面図

(b) 東立面図

図 7.18 高槻市 2 の補強ブロック塀の被害前の状況

(2) 茨木市 11 (I11)

茨木市 11 は、南北方向に 11 段の補強ブロックおよび金属フェンスからなる構造物である。補強コンクリートブロック造の擁壁 9 段の上に、2 段の金属フェンス付き補強ブロック塀が設置されていた。タイプ B に分類される。ブロック厚さ 10cm、芋目地（上側 6 段）と破れ目地（下側 5 段）が混在、門柱なし、側溝なしであった。この擁壁上の塀は、隣り合う 2 物件間で異なる損傷が見られた。一方は、図 7.19 (a) のように擁壁部分が宅地地盤の水平移動に伴って転倒したと思われる。なお、他方は図 7.19 (b) のように転倒を免れており、その建物所有者から、建物建設時に躯体基礎を拡張し、その躯体基礎とブロック造擁壁を結ぶようにアンカー（図 7.19 (b)）を設置し、ブロック造擁壁が転倒しないよう対策し

ていたとの情報が得られた。また、転倒した擁壁頂部にフェンスが取り付けられていたが、補強ブロック塀を増積みした際に金属系あと施工アンカー（図7.19(c)）を用いて定着を確保しようとしたものと推測される。図7.20に両構造物の被害前の状況を示す。躯体基礎とブロック造擁壁を結ぶようにアンカーを設置していたことで転倒を免れたことが分かる。



(a) 転倒した構造物

(b) 隣地の転倒を免れた構造物

(c) 金属系あと施工アンカー

図7.19 茨木市11の被害状況

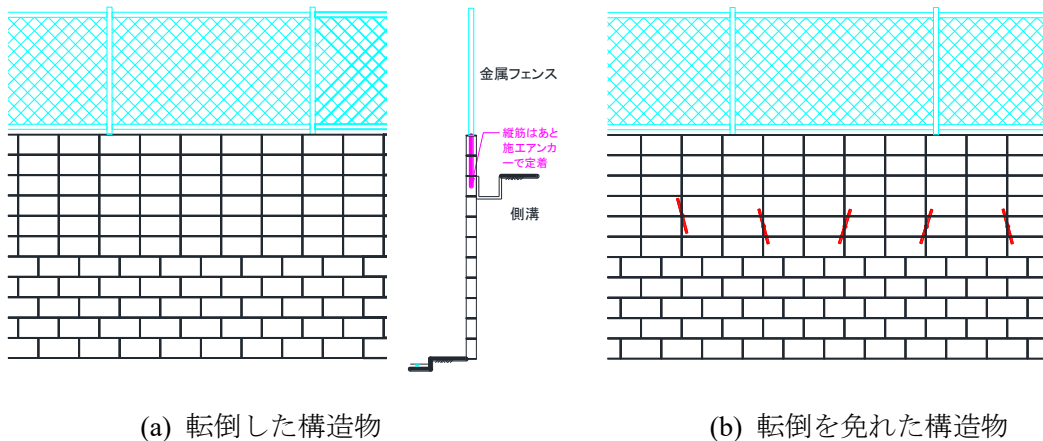


図 7.20 茨木市 11 の被害前の状況

7.2. 簡易調査の結果

図 6.1 に示した調査範囲において、141 件の塀についての簡易調査を実施した。調査の結果を表 7.2 に示す。ここでは、塀のブロック段数をタイプと方角ごとに調査した塀の数を示している。塀のタイプは図 6.2 に示す補強ブロック塀（タイプ A）、金属フェンス付き補強ブロック塀（タイプ B）の 2 タイプである。

この範囲における補強ブロック塀の段数の分布状況を図 7.23 に示す。2 段の補強ブロック塀が最も多く、1 段や 9・10 段の補強ブロック塀は少なかった。なお、全ての塀が無被害であった。

表 7.2 簡易調査結果

ブロック 段数	タイプA： 補強ブロック塀		タイプB： 金属フェンス付き 補強ブロック塀		合計
	南北方向	東西方向	南北方向	東西方向	
1	0	0	2	1	3
2	8	2	11	7	28
3	3	2	7	5	17
4	9	5	2	1	17
5	9	5	4	1	19
6	8	8	0	0	16
7	4	12	6	2	24
8	6	3	1	2	12
9	1	2	0	0	3
10	0	1	0	1	2
合計	48	40	33	20	141

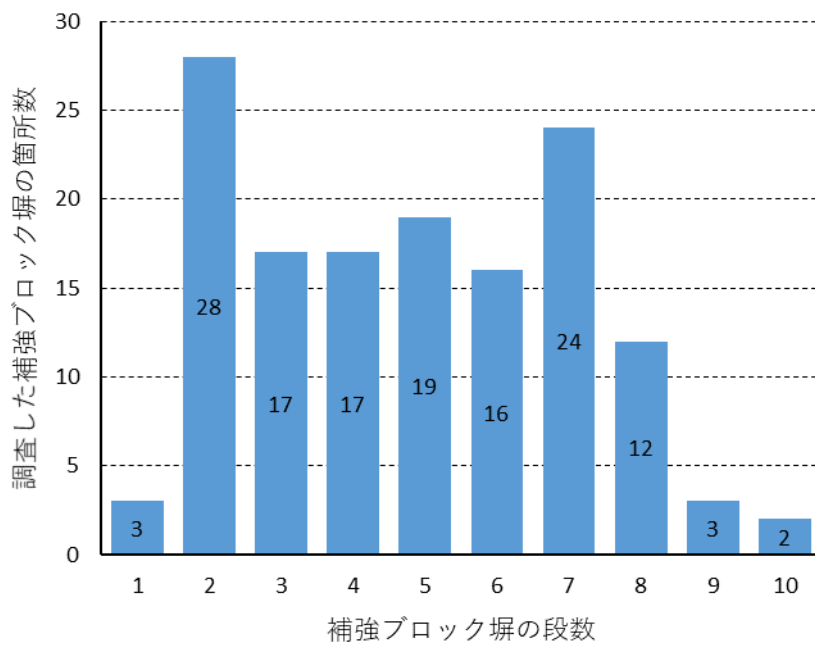


図 7.23 段数の分布状況

7.3. 現行の建築基準法と被害との関係

ブロック塀および擁壁の建築基準法施行令上の規定、関連条文を以下に示す。

<政令第62条の6>

コンクリートブロックは、その目地塗面の全部にモルタルが行きわたるように組積し、鉄筋を入れた空洞部及び縦目地に接する空洞部は、モルタル又はコンクリートで埋めなければならない。

- 2 補強コンクリートブロック造の耐力壁、門又はへの縦筋は、コンクリートブロックの空洞部内で継いではならない。ただし、溶接接合その他これと同等以上の強度を有する接合方法による場合においては、この限りでない。

<政令第62条の8>

補強コンクリートブロック造の塀は、次の各号（高さ1.2m以下の塀にあつては、第五号及び第七号を除く。）に定めるところによらなければならない。ただし、国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。

- 一 高さは、2.2メートル以下とすること。
- 二 壁の厚さは、15センチメートル（高さ2メートル以下の塀にあつては、10センチメートル）以上とすること。
- 三 壁頂及び基礎には横に、壁の端部及び隅角部には縦に、それぞれ径9ミリメートル以上の鉄筋を配置すること。
- 四 壁内には、径9ミリメートル以上の鉄筋を縦横に80センチメートル以下の間隔で配置すること。
- 五 長さ3.4メートル以下ごとに、径9ミリメートル以上の鉄筋を配置した控え壁で基礎の部分において壁面から高さの5分の1以上突出したものを設けること。
- 六 第三号及び第四号の規定により配置する鉄筋の末端は、かぎ状に折り曲げて、縦筋にあつては壁頂及び基礎の横筋に、横筋にあつてはこれらの縦筋に、それぞれかぎ掛けして定着すること。ただし、縦筋をその径の40倍以上基礎に定着させる場合にあつては、縦筋の末端は、基礎の横筋にかぎ掛けしないことができる。
- 七 基礎の丈は、35センチメートル以上とし、根入れの深さは30センチメートル以上とすること。

今回の調査において詳細調査を行った、地震によって転倒または傾斜などの被害が見られたものおよび撤去済みの住宅の補強ブロック塀13箇所の一覧を表7.3に示す。4箇所の塀が転倒し、7箇所の塀が傾斜していた。また、2箇所は撤去済みであった。転倒した塀は7段以上であり、傾斜していた塀は6段～8段であった。被害のあった11箇所の塀は、東西方向の塀が4箇所、南北方向の塀が7箇所であり、南北方向の塀の方がやや被害が多いものの、明確な差は確認できなかった。これは、地震の東西方向と南北方向の最大地動加速度の違いがそれほど大きいものではないことも理由の一つと考えられる。

表7.3には、13箇所の塀について、現行基準の仕様規定（政令62の8）との違いをまとめた結果を示している。赤色の箇所は仕様規定を満たしていない項目を示している。傾斜が見られた7箇所の塀のうち、十分に調査出来なかったT1の塀を除く6箇所の塀については、仕様規定の6項目において不適合が認められた。特に大きな傾斜のあった「I1」の塀や「I5」の塀は、鉄筋の間隔が大きい状況であった。また、転倒が見られた4箇所の塀は何らかの不適合となる項目が認められた。仕様規定に不適合の塀が多数あることが分かる。

「I4」の塀では、増積みした上4段は配筋されていたものの、下5段のブロックに定着されておらず、また下5段には縦筋がなかったため、塀の一体性が保てず転倒に至ったものと

考えられる。「T2」の塀では、石積み（擁壁）の上に乗った基礎がない塀であるが、この石積み（擁壁）が地震により移動したことで塀が転倒に至ったものと考えられる。「I7」の塀では、長さ12m程度で9段の補強ブロック塀であるが、控え壁が設置されている痕跡がなかった。

表 7.3 被害が確認された塀に対する現行基準（政令）との不適合状況一覧

ID	市	塀種類	段数	方向	応急危険度判定における記載	令第62条の8						
						一 高さ	二 壁厚	三 鉄筋	四 鉄筋間隔	五 控え壁	六 定着	七 基礎
I4	茨木市	A	9	東西	亀裂・ぐらつき	未調査	100mm	縦筋なし	縦筋なし	間隔4.0m	未定着	未調査
T2	高槻市	A	7	南北	転倒	未調査	100mm	未調査	未調査	控え壁なし	未定着	基礎なし
I7	茨木市	A	9	東西	転倒	2680mm	100mm	未調査	未調査	控え壁なし	未調査	RC基礎
I11	茨木市	B	11	南北	転倒	未調査	100mm	未調査	未調査	未調査	未調査	基礎なし
I5	茨木市	A	6	東西	傾斜(10.3°)	未調査	100mm	未調査	縦筋@120cm 横筋無し	未調査	未調査	未調査
I1	茨木市	A	8	南北	傾斜(4.9°)	1640mm	100mm	壁頂横筋なし	縦筋@120cm	控え壁なし	未調査	未調査
I3	茨木市	A	7	東西	傾斜(1.1°)	1560mm	100mm	壁頂横筋なし	縦筋@120cm	控え壁なし	未調査	未調査
T1	高槻市	A	7	南北	傾斜(不明)	未調査	未調査	未調査	未調査	未調査	未調査	未調査
I8	茨木市	A	7	南北	傾斜(1.7°)	1460mm	100mm	未調査	未調査	控え壁なし	未調査	未調査
I9	茨木市	A	7	南北	傾斜(不明)	1500mm	100mm	未調査	未調査	控え壁あり 間隔不明	未調査	未調査
I10	茨木市	A	8	南北	傾斜(1.1°)	1660mm	100mm	未調査	未調査	控え壁なし	未調査	未調査
I2	茨木市	A	8	東西	撤去済	未調査	未調査	未調査	未調査	未調査	未調査	未調査
I6	茨木市	A	8	南北	撤去済	未調査	100mm	未調査	未調査	控え壁なし	未調査	未調査

7.4. 既往の地震被害事例と今回の調査結果との関係

7.4.1. 1978年宮城県沖地震における被害事例

1978年6月に発生した宮城県沖地震においては、補強ブロック塀・石塀・門柱の倒壊による死者が18名となり³⁾、本地震における死者数の半数を超えたと報告されている⁴⁾。また、建設省建築研究所の建築研究報告⁵⁾や宮城県土木部の「1978年宮城県沖地震ブロック塀被害の記録」⁶⁾においても、この地震の被害調査報告がまとめられ、補強ブロック塀、石塀の被害が報告されている。これらの報告によると、倒壊した補強ブロック塀は当時（1981年の改正前）の建築基準法施行令第62条の8に示された基準を満足していないものであったとされている。

被害の事例を図7.24に示す。控え壁がなく、ブロックから縦筋が抜け出ている例である。

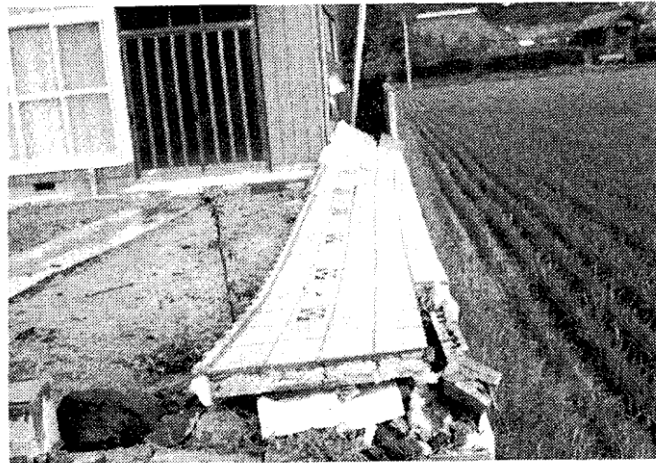


図 7.24 控え壁がなく，ブロックから縦筋が抜け出ている被害例⁵⁾

7.4.2. 1995 年兵庫県南部地震における被害事例

1995 年 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震においても，多くのブロック塀が倒壊した⁷⁾
⁸⁾。

文献⁸⁾では，基礎のない壁体脚部より転倒または傾斜した塀が多かったと報告されている。この原因として，①壁体の縦筋を十分に定着できない基礎なしの塀やブロック埋込基礎の塀が多いこと，②RC 造基礎を有する塀であっても，縦筋の定着が不備な塀が少なくないことが挙げられている。また，RC 造基礎を有する塀で基礎部から転倒した塀は図 7.25 のように根入れの極めて浅い基礎であったと報告されている。縦筋と十分な根入れ深さのある RC 造基礎とが一体となっていないことが，補強ブロック塀の転倒や傾斜の主な原因であると述べている。



図 7.25 根入れ深さの浅い RC 造基礎ごと転倒した例⁸⁾ (大分大学・菊池教授提供)

7.4.3. 2016年熊本地震における被害事例

2016年の熊本地震においても、前震ならびに本震により、各地で補強ブロック塀の倒壊が見られた⁹⁾。

熊本地震における調査において控え壁がある塀は19%しか存在しなかったと報告されている。また、控え壁があっても空洞ブロックを用いたものであったり、壁本体との間に配筋がなかったり、控え壁に基礎がないなどのものが多かったとされている。

控え壁付きの塀の転倒事例を図7.26に示す。塀本体の高さは1.2m、長さは14m、ブロックの厚さは10cmで、基礎はブロック埋込みであったとされている。控え壁と塀本体が横筋でつながれていないため、塀本体の転倒を防止する効果が十分ではなかったと考察されている。



図 7.26 控え壁付き補強ブロック塀の転倒例⁹⁾

7.4.4. 過去の被害事例に対する今回の被害事例の特徴

過去の地震被害事例と同様に、今回の2018年大阪府北部の地震の被害事例においても、建築基準法施行令に示された仕様規定を満足していない事例に被害が多いことが分かった。その原因は主として、①基礎がない、②控え壁がない、③定着がないことが挙げられる。

8. まとめ

大阪府北部地震を経験した補強ブロック塀を対象に、大阪府高槻市および茨木市において調査を行った。得られた知見を以下に示す。

- 大阪府高槻市および茨木市において塀の調査を行った結果、4箇所の塀が転倒し、7箇所の補強ブロック塀が傾斜していた。また、転倒が見られた4箇所の補強ブロック塀は全ての事例において現行の建築基準法施行令における仕様規定の項目との違いを確認したところ、なんらかの不適合の項目が認められ、特に①基礎なし、②控え壁なし、③定着なし、などが転倒の主要因と考えられる。特に大きな傾斜のあった事例は、基礎がなく、鉄筋の間隔も広がった。また、現行基準上必要である控え壁がないものもあった。
- 補強ブロック塀の段数と被害状況を検討した結果、転倒した塀は7段以上の塀であることがわかった。また、傾斜していた補強ブロック塀は6段～8段のブロック塀であった。
- 補強ブロック塀の向きに関して、被害のあった11箇所の塀は、東西方向の塀が4箇所、南北方向の塀が7箇所であり、南北方向の塀の方がやや被害が多いものの、明確な差は確認できなかった。
- 既往の地震被害事例と同様に、今回の大阪府北部の地震においても、現行の建築基準法施行令に示された仕様規定を満足していない事例の被害が多いことが分かった。
- 石積み（擁壁）の上に設けられている補強ブロック塀での被害が見られた。通常、石積み（擁壁）上の補強ブロック塀には基礎を設けることが難しく、また縦筋の定着も不十分となる場合が多いため、転倒被害が多くなると考えられる。

参考文献

- 1) 気象庁 HP(https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/1806180758_osakafu-hokubu/index.html), 閲覧年月日: 2018年11月9日
- 2) 日本建築学会: 既存コンクリートブロック塀の耐震診断指針(案)同解説, 2014.3
- 3) 科学技術庁国立防災科学技術センター: 1978年宮城県沖地震による災害現地調査報告, 1978.10
- 4) 日本建築学会: 1978年宮城県沖地震災害調査報告, pp.675-688, 1980.2
- 5) 建設省建築研究所: 「1978年宮城県沖地震」の被害調査報告書, 建築研究報告No.86, 1979.2
- 6) 宮城県土木部: 1978年宮城県沖地震ブロック塀被害の記録, 1980.3
- 7) 日本建築学会: 阪神・淡路大震災調査報告 建築編-2 プレストレストコンクリート造建築物 鉄骨鉄筋コンクリート造建築物 壁式構造・組積造, pp.613-621, 1998.5
- 8) 吉村浩二, 菊池健児, 梶村知幸: コンクリートブロック塀の耐震安全性に関する研究—地震被害調査および既存塀の構造実態・補強方法に関する調査—, 日本建築学会構

造系論文集, 第525号, pp.133-140, 1999.11

9) 日本建築学会 : 2016年熊本地震災害調査報告, pp.263-272, 2018.6

謝辞

本調査は, 大阪府, 茨木市, および大分大学・黒木正幸教授のご協力を得て実施しました。また過去の被害事例に関する写真を大分大学菊池教授にご提供いただきました。図 4.1 に示した強震記録では気象庁のデータを引用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

付録1 補強コンクリートブロック塀 調査表

コンクリートブロック塀等調査表

調査日：平成 年 月 日 調査担当者 在宅・不在・拒否・訪問済

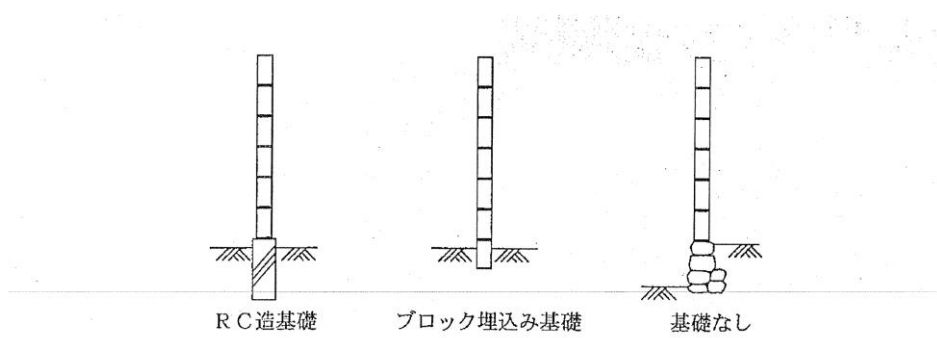
(通しNo.)	(ゼンリン 地図No.)	(道路番号)	—	<input type="checkbox"/> 0.右 <input type="checkbox"/> 1.左
(所在地)		(所有者氏名)		

【塀データ】

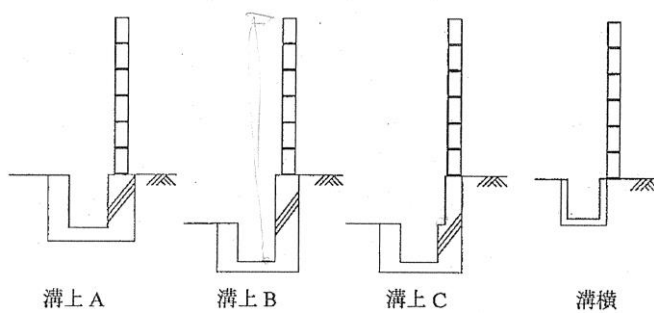
(塀の種類)	<input type="checkbox"/> 0.コンクリートブロック塀 <input type="checkbox"/> 1.RC塀 <input type="checkbox"/> 2.れんが(焼成・コンクリート) <input type="checkbox"/> 3.金属製フェンス <input type="checkbox"/> 4.板塀 <input type="checkbox"/> 5.生垣 <input type="checkbox"/> 6.小規模CB <input type="checkbox"/> 7.石垣 <input type="checkbox"/> 8.その他()	(直交壁)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.片側有 <input type="checkbox"/> 2.両側有 <input type="checkbox"/> 9.不明 長さ： cm <input type="checkbox"/> 0.同時施工 <input type="checkbox"/> 1.非同時施工 <input type="checkbox"/> 9.不明 状態(<input type="checkbox"/> 0.良, <input type="checkbox"/> 1.不良, <input type="checkbox"/> 9.不明)
(塀の方向)	<input type="checkbox"/> 0.南北 <input type="checkbox"/> 1.東西 (竣工年) 昭和・平成 年 ()年前 <input type="checkbox"/> 不明	(門柱)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.片側有 <input type="checkbox"/> 2.両側有 <input type="checkbox"/> 9.不明 幅 ×奥行 ×高さ cm
(塀の長さ)	cm (個)	(擁壁)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明, 高さ: cm
(塀の全長)	cm (個)	(仕上げ)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.片面 <input type="checkbox"/> 2.両面
(塀の高さ)	cm, 段(ブロックの段数) 土高： cm(土に接する高さ) 溝高： cm	(増し積み)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明 高さ： cm(段)
(塀の厚さ)	<input type="checkbox"/> 0.10 <input type="checkbox"/> 1.12 <input type="checkbox"/> 2.15 <input type="checkbox"/> 3.19 <input type="checkbox"/> 9.不明 仕上共厚： cm	(透かしCB)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.単独 <input type="checkbox"/> 2.連続 <input type="checkbox"/> 9.不明
(ブロック種類)	<input type="checkbox"/> 0.普通 <input type="checkbox"/> 1.化粧 <input type="checkbox"/> 9.不明 化粧：高さ cm, 長さ cm	(金属フェンス)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.組込 <input type="checkbox"/> 2.連続, フェンス高さ: cm フェンス下CB高さ: cm
(目地)	<input type="checkbox"/> 0.芋 <input type="checkbox"/> 1.破れ <input type="checkbox"/> 9.不明	(かさ木)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明
(縦筋)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明 間隔： cm (本) 立上： <input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 2.不足 <input type="checkbox"/> 9.不明 定着： <input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明	(基礎種類)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.RC <input type="checkbox"/> 2.ブロック埋込 <input type="checkbox"/> 9.不明
(横筋)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明 間隔： cm (本)	(基礎位置)	<input type="checkbox"/> 0.溝上A <input type="checkbox"/> 1.溝上B <input type="checkbox"/> 2.溝上C <input type="checkbox"/> 3.溝横 <input type="checkbox"/> 4.その他()
(壁頂横筋)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明	(基礎高さ)	高さ： cm
(控壁)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.RC <input type="checkbox"/> 2.CB <input type="checkbox"/> 3.種類不明 <input type="checkbox"/> 9.不明 厚さ： cm 高さ： cm, 奥行き： cm 間隔： cm (個) 配筋： <input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 <input type="checkbox"/> 9.不明	(傾斜)	(<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.道路 <input type="checkbox"/> 2.敷地 <input type="checkbox"/> 9.不明) 角度： /1000
		(亀裂)	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> ブロック <input type="checkbox"/> 目地 <input type="checkbox"/> 控壁 <input type="checkbox"/> 直交壁 (隙間) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> ブロック <input type="checkbox"/> 目地 <input type="checkbox"/> 控壁 <input type="checkbox"/> 直交壁 (cm) (劣化等) ()
		(改築・改修等)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.改築 <input type="checkbox"/> 2.改修 <input type="checkbox"/> 3.除去 <input type="checkbox"/> 9.不明 (改築・改修年) 昭和・平成 年 ()年前 <input type="checkbox"/> 不明
		(前塀の種類)	<input type="checkbox"/> 0.コンクリートブロック塀 <input type="checkbox"/> 1.RC塀 <input type="checkbox"/> 2.れんが(焼成・コンクリート) <input type="checkbox"/> 3.金属製フェンス <input type="checkbox"/> 4.板塀 <input type="checkbox"/> 5.生垣 <input type="checkbox"/> 6.その他()

【その他】

平面形状	備考
追加調査項目 (縦目地)	<input type="checkbox"/> 0.有 <input type="checkbox"/> 1.突付け <input type="checkbox"/> 9.不明
(透かしCB位置 (かさ木動き)	<input type="checkbox"/> 0.最上段 <input type="checkbox"/> 1.中間部 <input type="checkbox"/> 2.最下段 <input type="checkbox"/> 9.無 <input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有
(かさ木欠落)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 長さ： cm
(ぐらつき (劣化) (ひび割れ)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.小 <input type="checkbox"/> 2.大 () <input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.目地部 <input type="checkbox"/> 2.ブロック面 <input type="checkbox"/> 9.不明
(ブロック面破損)	<input type="checkbox"/> 0.無 <input type="checkbox"/> 1.有 ()個 <input type="checkbox"/> 9.不明



(a) 基礎の種類



(b) 基礎の位置

付図 1.1 基礎の種類と位置について