

コンクリートブロック塀に関する地震被害想定の実態

Seismic Damage Estimation of the Concrete Masonry Garden Wall

川上 勝弥・島村 知行*

Katsuya KAWAKAMI and Tomoyuki SHIMAMURA*

1. はじめに

コンクリートブロック塀(以下、ブロック塀と記す)は、過去の比較的規模の大きい地震動により倒壊し、人的被害を伴う不幸な状況も報告されている。また、ブロック塀は、我が国の国土事情を反映して、私たちの身の回りに不可欠な構造物として膨大なストックを示している。そして、ブロック塀には、経年に伴う劣化や設計規準を遵守しない劣悪な性能を有するものがあるなどの理由で、地震動のみならず平常時における不慮の外力の作用により倒壊する危険性を有するものがあると指摘されている。

一方、地震の多発国である我が国では、防災行政の整備と推進を目的として立法化されている災害対策基本法のもと、地震被害を最小限に抑制する方策のひとつとして、地方自治体が地域防災計画を策定している。地域防災計画は、その地域における地震被害想定の結果を根拠に、効果的な防災対策を検討するものである。一般に、地震被害想定とは、その地域において地震が発生したときの揺れの大きさ、建物の倒壊数や人的被害の状況等を予測するもので、過去の地震による被害と最新の知見をもとに推計されるものである。従って、地震被害想定は、建築物の耐震性や地域防災を指標するもののひとつと考えられる。特に、ブロック塀に関しては、現存件数や地震被害に関する統計的データが不足しており、公的な統計に準ずる性格をもつものと評価できる。

本研究は、都道府県におけるブロック塀に関する地震被害想定の実態を調査し、ブロック塀の耐震性並びに地震動によるブロック塀の地震被害想定について考察するものである。

2. 調査方法

本研究におけるアンケート調査は、「地震被害想定に関するアンケート」と題する調査票を、47都道府県の知事宛に郵送により配布・回収した。なお、本調査の実施時期は、1998年11月である。

主な調査項目は、表-1に示す通りで、地震被害想定全般に関すること、並びにブロック塀に関する地震被害想定についてである。

3. 調査結果および考察

3.1 アンケートの回収状況

アンケートは、図-1に示す通りで、76.6%に相当する36件の都道府県から返答があった。ただし、岐阜県からは、調査票が返送されていないため、有効回答数は35件の74.5%である。なお、岐阜県は、地震被害想定の詳細を送付しており、解析の対象として取り扱うこととする。

また、アンケートに対する回答者の所属部署は、消防防災課、消防防災安全課など防災業務に関連のところであり、信頼性の高い回答と思われる。

表-1 地震被害想定に関するアンケート調査項目

回答の対象	アンケート項目
都道府県	・被害想定実施の有無
	・被害想定を行う団体
	・想定地震について
	・被害想定見直しの有無
	・建物・ブロック塀の被害想定内容
	・ブロック塀倒壊による人的被害想定内容
	・ブロック塀のガイドラインの有無

* 小山工業高等専門学校専攻科・建築学専攻2年生(2000年度)

3.2 地震被害想定の実施状況

地震被害想定を行っている都道府県は、図-2に示す通りである。地震被害想定は、新潟県を除く97.1%で行われている。新潟県が県単位で地震被害想定を実施していない理由は、「基本的に防災は市町村がその主体であることから、県は指導・援助を行うのみで、県としては今のところ計画がない。」ということであり、市町村単位で地震被害想定が行われていることを示している。従って、地震被害想定は、全国で行われていると解釈することができる。1995年の兵庫県南部地震以前に地震被害想定を行っていた都道府県は、21都道府県(44.7%)であったことと比較すると、我が国の近代都市の直下を始めて襲った兵庫県南部地震は、

未成熟であった防災対策に警鐘を鳴らすものであったと思われる。

また、地震被害想定を行った時期は、図-3に示す通りである。兵庫県南部地震が発生した1995年以降に発表されたものが非常に多く、本調査は比較的最新の知見による結果と思われる。ここで、アンケートの回答数より地震被害想定の数が多いのは、地震被害想定は対象地域において発生が予想される比較的規模の大きな地震を想定するため、地域防災の観点から複数の想定地震を対象にしている都道府県があるためである。

さらに、地震被害想定の見直しの必要性については、図-4に示す通りである。見直しの必要ありが32.4%である。その理由は、図-5に示す通り

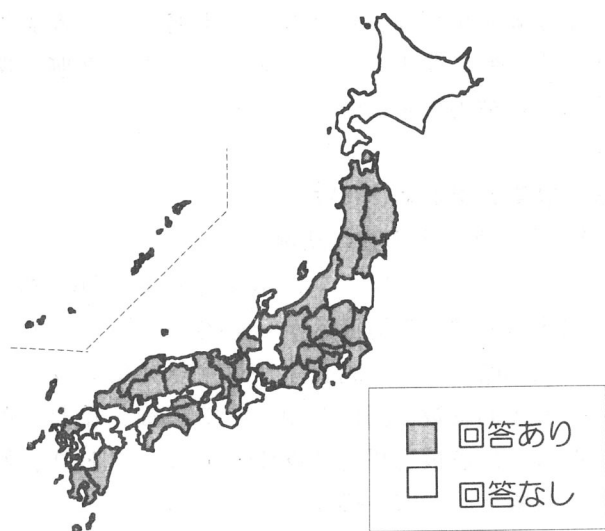


図-1 アンケートの回収状況

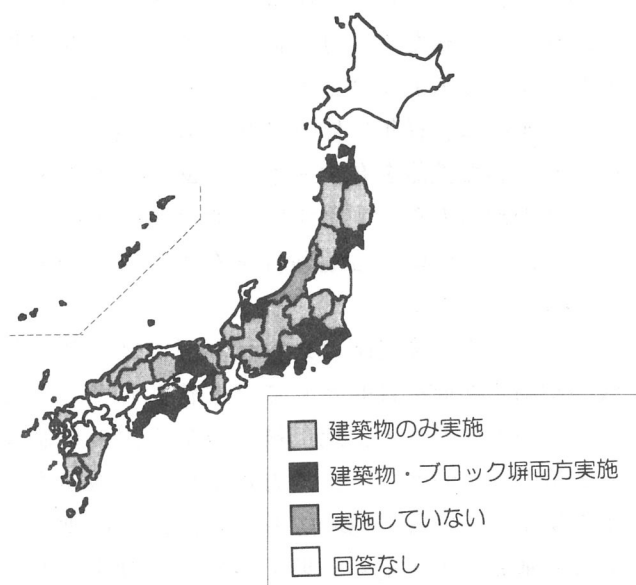


図-2 地震被害想定の実施状況

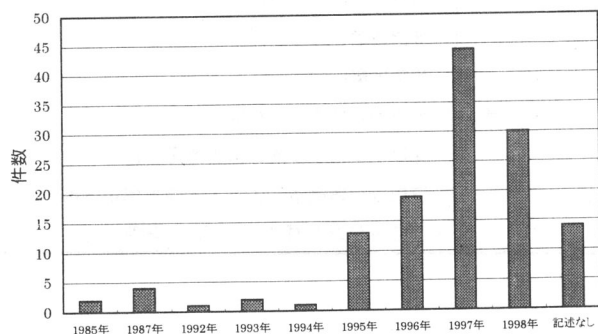


図-3 地震被害想定を発表年

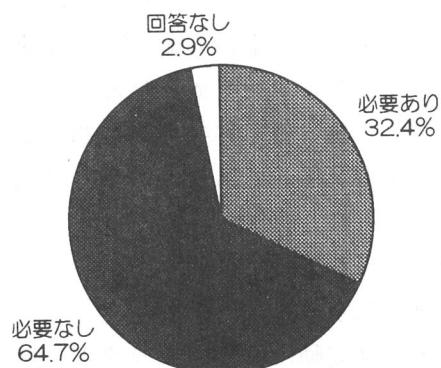
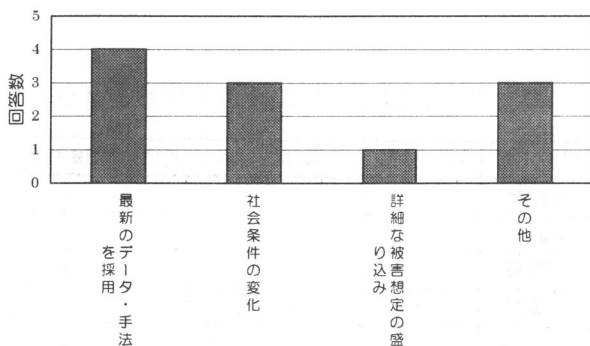


図-4 地震被害想定の見直しの必要性

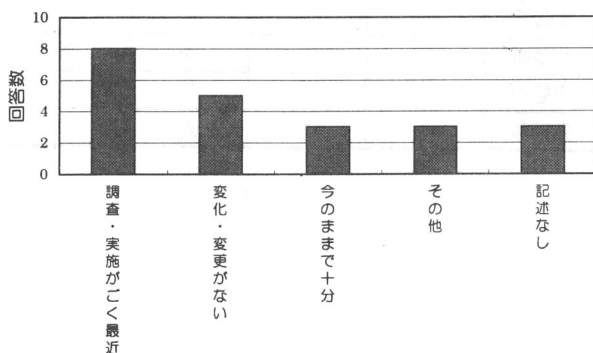
で、最新のデータの採用、社会状況の変化等である。見直しの必要な理由は、図－6に示す通りで、今のままで十分と考えているところは少なく、多くは最近の実施であり変化がないというところであり、将来的には検討の余地が伺えるような回答と思われる。この様に、最新の知見を盛り込んだ地震被害想定の実施の必要性を示唆するもので、市民生活の安全確保と迅速な災害復旧等を念頭においた、防災効率の向上に期待する姿勢が推察される。

調査票に記載された被害想定地震の発生時刻は、図－7の示す通りで、冬季の夕方に集中している。この時刻は、一般家庭において最も火を多く使う時間帯で、火災が発生しやすいこと。この季節は、乾燥した時期でありすでに日が暮れて暗く、通勤者の多くが帰宅途中であるなど、防災上最も危険性の高い状況を想定するものである。一方、東京都では、想定地震の発生時刻を冬季の夕方と深夜2時に想定し、その差異を検討している。深夜は木造屋内人口が多く、耐震性能の低い木造建物の倒壊等による死者数が多くなり、全体の死者数が増大する傾向を示している¹⁾。

この様に、地震被害想定は、想定条件より差異



図－5 地震被害想定の見直しの必要理由



図－6 地震被害想定の見直しの必要ない理由

が生じるため、想定条件の設定と想定結果の活用には、的確な判断が必要とされる。なお、調査票に添付されてきた地震被害想定に関する報告書を概観すると、複数の地震被害想定を実施しているところが多いとあり、多角的な見地から検討していることが推察される。

3.3 ブロック塀に関する地震被害想定

1) 地震被害想定の実施状況

ブロック塀に関する地震被害想定の実態は、表－2に示す通りである。ブロック塀に関する地震被害想定は、12都府県で実施され、倒壊件数だけでなく人的被害まで検討しているのは6都府県である。ブロック塀に関する地震被害想定を実施している都府県の分布は、図－2に示す通りで、宮城県、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県および兵庫県等である。これらの地域は、過去にブロック塀の倒壊等による被害を受けたところ、あるいは大規模の地震が発生するおそれの特に大きいところとして、地震防災に関する対策を強化する必要があると指定されている地域である。

2) 地震被害想定手法

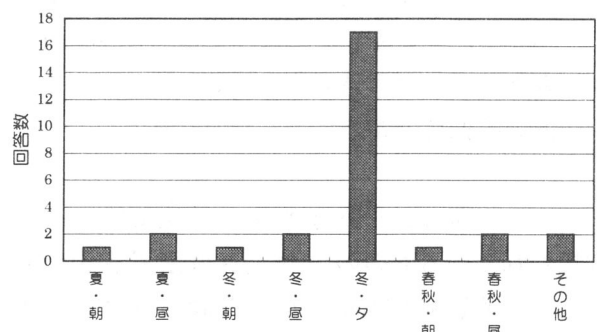
ブロック塀に関する地震被害想定の手法は、表－3に示す通りで、いくつかの根拠に集約することができる。各項目で用いられている想定を推計根拠を概説すると、以下のように示される。

a. 現存件数

ブロック塀の現存件数は、実態調査をもとに次のように推計されている。

$$\textcircled{1} Y = 0.30 \times X$$

国立市、清瀬市、昭島市、東村山市および八王子市における実態調査から求められた回帰式で、「多摩地区における地震被害の想定



図－7 地震被害想定地震発生時刻

表－２ ブロック塀の地震被害想定概要

都道府県	発表年月	想定地震名	想定規模	想定時刻	想定震度	現存数	倒壊数	死亡者数	負傷者数
青森県	平成9年3月	十勝沖地震(太平洋側海溝型)	M8.2		6弱	226,704	15,663	—	—
	平成9年3月	青森県西方沖(日本海側海溝型)	M7.3		6弱		718	—	—
	平成9年3月	津軽山地西縁断層帯(内陸型)	M7.2		7		1,238	—	—
宮城県	平成9年3月	金華山沖南部	M7.4	夏8～10時	7	130,868	11,105	—	—
	平成9年3月	長町一利府断層帯	M7.2	冬16～20時	7		23,225	—	—
埼玉県	平成10年3月	東京一埼玉都県境下地震	M7.2	冬の夕方	6強	587,522	28,429	25	—
	平成10年3月	南関東地震	M7.9	冬の夕方	6弱		—	—	—
	平成10年3月	綾瀬川断層による地震	M7.4	冬の夕方	7		—	—	—
	平成10年3月	西埼玉地震	M6.9	冬の夕方	6強		—	—	—
千葉県	平成8年	(海溝型地震)元禄地震	M8.2	冬の夕刻(午後5～6時)	6	605,000	160,000	—	—
	平成8年	(直下型地震)東京湾北縁断層地震	M7.2	冬の夕刻(午後5～6時)	6		134,000	—	—
東京都	平成9年8月	東京区部直下	M7.2	冬の平日 午後6時	6強	552,195	39,228	227	—
	平成9年8月	多摩直下地震	M7.2	冬の平日 午後6時	6強		26,763	135	—
神奈川県	平成3年～4年	神奈川県西部地震	M7.0	冬季 平日 午後5時	6強以上	54,686	6,105	—	—
	昭和57年～60年度	相模トラフ	M7.9	冬季 平日 午後5時	7	600,873	140,874	—	—
	昭和57年～60年度	駿河トラフ	M8.0	冬季 平日 午後5時	7	600,873	87,177	—	—
	平成10年3月	呉羽山断層	M6.5	春季 午前6時	7	197,893	17,852	2	0
富山県	平成7年	跡津川断層	M7.1	春季 午前6時	7		9,898	0	0
静岡県		東海地震断層	M8.0	春又は秋の昼食時	5～7	239,567	16,902	104	3,027
大阪府	平成9年3月	上町断層系	M6.6～7.3	冬の夕刻 平日午後6時	4～7	—	—	861	4,307
	平成9年3月	生駒断層系	M6.5～7.2	冬の夕刻 平日午後6時	4～7	—	—	321	1,606
	平成9年3月	有馬高槻構造線	M6.9～7.6	冬の夕刻 平日午後6時	3～7	—	—	132	661
	平成9年3月	中央構造線	M7.2～7.8	冬の夕刻 平日午後6時	3～6強	—	—	6	30
	平成9年3月	南海トラフ	M8.4	冬の夕刻 平日午後6時	4～6弱	—	—	12	61
兵庫県	平成10年7月	有馬高槻構造線～六甲断層帯地震	M7.7			—	—	276	1,433
徳島県	平成9年3月	安政南海地震	M8.4	冬の夕食時	4～6弱	102,632	6,735	—	—
	平成9年3月	中央構造線系活断層の東側半分程度	M7.7	冬の夕食時	5(強)～7		35,148	—	—
	平成9年3月	中央構造線系活断層の西側半分程度	M7.7	冬の夕食時	5(弱)～7		26,633	—	—
高知県	平成5年3月	南海トラフ(33.0N 135.6E)	M8.0	冬の夕方	4～6	77,679	7,267	—	—

に関する報告書(1985年)」によるものである。この方法は、宮城県や東京都など、多くの都府県で用いられている。ここに、Yはブロック塀の現存件数、Xは木造棟数を示している。

② $Y = 0.148 \times K$

神奈川県が調査した、木造、鉄骨および軽量鉄骨造の戸建て住宅に対するブロック塀の設置割合によるもので、神奈川県と兵庫県で用いられている。ここに、Yはブロック塀の現存件数、Kは戸建て住宅棟数を示している。

③ 静岡県独自の調査によるものである。

ブロック塀は、建築基準法では建築物として取り扱われているものの、固定資産家屋課税台帳のような公的資料が無く、正確な設置件数の把握に苦慮しているのが現状である。地震被害想定において、ブロック塀の件数は、実態調査による比率

表－３ ブロック塀の地震被害想定手法

都道府県	現存件数	倒壊件数	死亡者数	負傷者数
青森県	①	①	③	④
宮城県	①	①	③	④
埼玉県	①	①	①	④
千葉県	推定	①	⑤	④
東京都	①	①	①	④
神奈川県	②	①	③	④
富山県	①	①	②	④
静岡県	③	①	③	①
大阪府	①	①	④	③
兵庫県	②	①	④	②
徳島県	②	①	⑤	④
高知県	①	①	⑤	④

をもとに推計しているが、地域の実態を正確に推計する資料の整備が望まれる。

b. 倒壊件数

1978年の宮城県沖地震では、14,825件のブロック塀が倒壊し、その多さが建築基準法改正の契機となったのは周知の通りである。ブロック塀の倒壊件数の推定は、数多くのブロック塀が倒壊した宮城県沖地震（1978年）の被害調査をもとに推計されている。

$$\textcircled{1} Y = -12.6 + 0.07 \times X$$

望月他により提案された、宮城県沖地震（1978年）における推定地表加速度と倒壊率との関係を示す回帰式の上限值を示すもので、「多摩地区における地震被害の想定に関する報告書（1985年）」によるものである。この式によると、180（gal）以下の地表加速度では、ブロック塀は倒壊しないことになる。この方法は、ブロック塀に関する地震被害想定を行っている全てのところで用いられている。ここに、Yはブロック塀の倒壊件数、Xは地表加速度（gal）を示している。

兵庫県南部地震（1995年）では、1,480件のブロック塀が倒壊したと報告されている。宮城県沖地震（1978）と兵庫県南部地震（1995年）とを単純に比較することはできないが、木造建物の倒壊状況から推察すると、後者における倒壊数が少ない傾向にあるように思われる。ブロック塀に関する基準の改定や地盤の状況等の差異によるものかは判断できないが、ブロック塀の現状における構造的特徴を反映した推定式の確立が望まれる。

c. 死者数

ブロック塀における地震被害想定は、死者数は、地震動によるブロック塀の倒壊で多くの犠牲者を出した、宮城県沖地震（1978年）の被害調査結果を根拠としている。なお、人口密度による補正を行うのは、通行人や家人が被災することを考慮するためである。

$$\textcircled{1} \text{死者数} = 0.00116 \times (\text{ブロック塀等被害件数}) \\ \times (\text{想定地域の6時の屋外人口密度}) \\ \div (\text{1978年の仙台市の屋外人口密度})$$

宮城県沖地震（1978年）における仙台市の被害調査をもとに推計し、人口密度を補正するもので、東京都や埼玉県で用いられている。

ここに、仙台市における1978年の屋外人口密度は、1689人/㎤である。

$$\textcircled{2} \text{死者数} = (B \div 1140) + (S \div 512.5)$$

宮城県沖地震（1978年）における仙台市の被害調査をもとに推計されるもので、富山県で用いられている。ここに、Bはブロック塀、Sは石塀の倒壊件数を示している。

$$\textcircled{3} \text{死者数} = 0.003 \times B$$

四戸および田代による宮城県沖地震（1978年）における仙台市と泉市（現在は、仙台市泉区）のブロック塀等に関する被害調査をもとに推計されるもので、宮城県、神奈川県および静岡県等で用いられている。なお、敷地側に倒壊した場合も考慮して、想定件数の1.5倍としている。ここに、Bはブロック塀の倒壊件数を示している。

$$\textcircled{4} \text{死者数} = \text{被災対象箇所数} \times \text{倒壊・落下被害率} \\ \times \text{死亡率} \times \text{人口密度補正係数}$$

東京都のサンプル調査および宮城県沖地震（1978年）の事例を用いて推定するもので、人口密度による補正を加えるものである。実数を調査したデータのない、大阪府において用いられている。

⑤ ブロック塀のみの算定なし

死者数の想定は、地震被害の調査データが蓄積されている宮城県沖地震（1978年）の調査結果が用いられている。しかし、その算定根拠は、各都府県の事情を反映して、異なったものが用いられている。また、兵庫県南部地震（1995年）におけるブロック塀の倒壊等による犠牲者は、全死亡者の1.4%という調査結果も公表されている²⁾。

d. 負傷者数

$$\textcircled{1} \text{負傷者数} = 0.043 \times (\text{ゆれによる全負傷者数})$$

宮城県沖地震（1978年）の負傷者の内、ブロック塀等の倒壊による負傷者は、全負傷者の4.3%であったことを推計根拠とするもので、静岡県において、用いられている。

$$\textcircled{2} \text{建物被害による人的被害想定は死者比率から推定}$$

$$\textcircled{3} \text{道路・鉄道災害などを参考に、死者数の5倍と仮定}$$

④ ブロック塀のみの算定なし

3.4 地震被害想定結果の考察

表-2に示すブロック塀の地震被害想定結果を概観すると、徳島県では34.2%という高い倒壊率を示し、大阪府では861人の死者が出ると想定している。ブロック塀の地震被害想定が多くは、宮城県沖地震（1978年）の被害調査結果を推計根拠としているため、これらの被害想定結果は最大値に近似するものと考えられる。宮城県沖地震（1978年）は、ブロック塀の倒壊による危険性を如実に露呈したのは事実であるが、その後は建築基準法の改正や日本建築学会のブロック塀設計規準の改定等により、ブロック塀の耐震性能は向上している。さらに、菊池他は、兵庫県南部地震において激震を受けた神戸市灘区におけるブロック塀および建物の被害について調査した結果、ブロック塀の倒壊率は25%、建物の全壊率は33%であったと報告している³⁾。

地震被害想定は、想定地震の条件や地盤特性等により大きく変動し、被害想定結果の数値により議論するものではないが、その地域の状況を反映したものでなければならない。従って、今後の課題は、ブロック塀に関する地震被害想定を推計根拠となる地域資料の整備や、ブロック塀の的確な性能評価などの資料を蓄積することである。

そして、さらに重要なことは、より高い耐震性能を有するブロック塀を構築するための方策を検討することである。

4. まとめ

ブロック塀に関する地震被害想定について、都道府県における実施状況をアンケートにより調査し、考察した。その結果をまとめると、以下のよう示される。

1) 地震被害想定は、兵庫県南部地震(1995年)以降全国規模で実施され、その内の25%の都府県でブロック塀も対象とされている。

2) ブロック塀の地震被害想定における推計根拠の多くは、宮城県沖地震（1978年）の被害調査に基づくものである。

3) ブロック塀に関する地震被害想定は、徳島県では倒壊率34.2%、大阪府では死者数861人と想定している。より高い耐震性能を有するブロック塀の構築に向けた、検討が必要である。

4) 宮城県沖地震（1978年）と兵庫県南部地震

（1995年）とを比較すると、地震動によるブロック塀の被害に差異が認められ、地震被害想定基礎データとしての扱いを検討する必要がある。

アンケートには「地震被害想定は、地域防災計画策定の基礎データとするためのもので、地震被害想定を行うことに意義があるような風潮がある。各自治体では、地震被害想定を基礎に、防災対策をいかに講じるべきかを認識すべきである。」というコメントがあった。また、富山県の調査報告書には「災害は忘れないうちに、しかも必ずやってくる」と記されている。本研究が、安心して暮らせる街づくりに対する、ささやかな提言となることを期待する。

本研究の遂行にあたり、ご協力を賜りました関係自治体の皆様に、心よりお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 東京都防災会議事務局；東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書（1997-9）、pp.205、東京都
- 2) 藤江 徹他3名；阪神・淡路大震災における人的被害に関する研究・その4 死亡状況からみた人的被害について、日本建築学会大会学術講演梗概集、F-1（1996-9）、1165～1166
- 3) 菊池健児他3名；1995年兵庫県南部地震によるコンクリートブロック塀の被害－神戸市東灘区における調査結果－、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2（1995-8）、1009～1010

「受理年月日 2000年9月29日」