コンクリートブロック塀等の調査に基づく仙台市内指定避難所 周辺道路の状態評価

CHARACTERIZATION OF THE DEFECTIVE MASONRY WALL EXISTED STREETS THAT EXTENDED AROUND THE REFUSE AREAS IN SENDAI-CITY

最知正芳 — * 1

キーワード：
コンクリートブロック塀, 地震災害, 避難路, 避難所

Keywords:
Earthquake, Evacuation route, Masonry wall

Masayoshi SAICHI — * 1

Refuse areas designated by Sendai-city were established in terms of the safety concept with evaluating the situation of existing masonry walls. A methodology associated with the binominal distribution was presented as a parametric model. The safety ranking for existing masonry walls established by the residential section of city office was devoted for the statistical analysis. The result of the inspection indicated a feature that the distributed pattern of the suspicious refuse areas could be related with the urbanization.

1. はじめに

規模の大きな地震の発生の際には、ブロック塀（補強コンクリートブロック造の塀）や石塀、門柱などの外構施設が転倒、あるいは脱落し（以後、それらを総称して「倒壊」と表記）、人的な被害を引き起こす場合がある。最近では2005年3月の福岡県西方沖地震（M7.0）において、死亡者（1名：転倒ブロック塀による）が出ている。

1978年6月の宮城県沖地震（M7.4）では、被災による死亡者28名のうち、16名が外構施設の倒壊によるものであった（ブロック塀9名、石塀5名、門柱2名）ことから、地震時の外構施設の倒壊について、その危険性が広く知られるようになった¹⁾。

行政機関としての仙台市は、1978年宮城県沖地震の被災を一つの教訓として、同地震の直後より、ブロック塀や石塀など、組積造の塀（以後、「ブロック塀等」と表記）の実態調査をたびたび実施し²⁾、特に1996年からの8年間は、市内にある指定避難所の周辺を主な対象として、調査を継続的に行なった³⁾。この調査（以後、時に「仙台市調査」と表記）は「各種台帳の作成と築造状態の所有者への通知」という目的に合わせて、担当部局（仙台市都市整備局）の吏員による計画・立案を経て実施されたものであった。同調査を通して蓄積された計画、実施、評価をはじめとする様々な技術的情報は、一つのシステムとして確立され、さらにモデルケースとなって、他の行政機関（県や市町村）へも伝わっている。その後、行政機関のネットワークを介した広がりによって、他県においても、同様のやり方による調査が行なわれる例が出てきている。

実態調査の実施から、その結果に基づいた行政指導へとつながる一連の流れは、すでに実績のあるシステムとなっており、調査方法

の妥当性についても、一定の評価はできるものと考えられている⁴⁾。実際、仙台市では同調査の結果をもとに、危険と思われるブロック塀等の所有者を対象として、改修や撤去に向けた行政指導を実施しており、その際に調査結果が活用されている。ただし、その利用としては、所有者個人に対する行政指導の技術的な根拠としての、言わば、個別的な利用に留まっており、例えば、地域のような一定の広がりをもった領域を対象として、ブロック塀等の倒壊危険性や道路の安全性を評価するような活用の仕方はされていない。

今般、仙台市の協力により、調査データの一部（個人情報に関わる部分を除いたもの）の提供を受けると共に、同調査の関連資料を分析する機会を得た。そこで、同調査で得られたデータの更なる活用を図る観点から、市域の中に存在している指定避難所に焦点を当て、避難所周辺の「倒壊危険性を内在するブロック塀等」の分布状況を捉えると共に、一定の広がり（避難所から半径500mの範囲）をもった領域を単位として、ブロック塀等の危険度、あるいは避難所周辺道路の状態を評価することを試みた。これにより、例えば、行政として優先的に指導を行なってゆくべき市内の地域を特定したり、当該地域に居住する住民全体に対する注意喚起につなげたりすることが可能となり、さらには、行政が進めている不良ブロック塀等の除去の促進に結びつくことが期待できる。本報ではその取り組みの概要について述べる。

2. 避難路に面して築造されたブロック塀等の調査の必要性

避難所は、地震などの災害の発生時に周辺住民が身を寄せる場となる重要な施設であり、直に活用されることになる学校などの建築物の安全性は無論のこと、避難の際のアプローチとなる避難所周辺

*1 東北工業大学建築学科 准教授・博士(工学)
(〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1)

*1 Assoc. Prof., Tohoku Institute of Technology, Department of Architecture,
Dr. Eng.

の道路の安全性も確保されている必要がある。しかしながら、現実には、多数のブロック塀等が周辺の道路に面して築造されており、それらの中には安全性が疑われるものもある。2003年宮城県北部連続地震^{5), 註1)}や2004年新潟県中越地震⁶⁾などでは、本震に匹敵するほどの強い余震が頻発し、余震でもブロック塀等が倒壊している。それらの点を考えれば、地震災害時の避難路ともなる避難所周辺の道路の安全性を確保することが急務であり、道路に面するブロック塀等の状態の確認と共に、倒壊の危険性が疑われる塀については、積極的に排除してゆくことが必要となる。ただし、ブロック塀等は個人の所有物であることから、たとえ明確に危険性が認められるものであっても、撤去の判断は所有者個人に委ねられている。また、行政機関としても、法律上留保されている強制力の行使は、現実には困難であり、時間と労力をかけながら、所有者に対して粘り強く説得を続けているのが実状である。

3. 仙台市調査の概要

仙台市調査は「指定避難路等実態調査」として、1996年から2003年までの8年間にわたって実施された。これは同市が指定した避難所（小・中・高等学校、緑地、公園、運動場など）を中心として、半径500mの区域（以後、この区域内の道路を「避難路」と表記）を設定し、この範囲に含まれる道路に面したブロック塀等について実施したものである。

この調査では調査対象となった塀について、目視による外観検査を行ない、その結果をもとに、塀の状態を良好なものから順にAからEまでのランク付けを行なうことで分類している。また、それぞれには次のように解釈が付されている。

- A1：特に問題となる点は見受けられない塀
- A2：特に問題となる点は見受けられないが、注意すべき事項がある塀
- B：注意すべき塀
- C：注意すべき塀であり、外観調査よりもより詳細な調査が望ましい塀
- D：改修等が望ましい塀
- E：危険な状態にあり、除去が望ましい塀

仙台市が調査の中で実施した外観検査のうち、ブロック塀を対象としたものは、道路側からの目視検査によって捉えることが可能な事項を主体として、大略次のように構成されている。

- 1) 塀の種類や規模の把握
- 2) 建築基準法（施行令第62条の8）規定項目の遵守状況の確認
- 3) 建築基準法規定外の事項（透かしブロックの状況など）
- 4) その他（経年劣化の状態、土圧の作用、併設の擁壁の状況など）

他方、外観検査であることから、配筋状態、末端や継手の処理状態など、壁体内部の鉄筋に関する事項については捉えることができない。

調査の現場では、検査の終了直後に、結果の概要を記したカード（外見上の問題点の有無を告知する程度の簡易なもの）を塀の所有者や占有者に交付し、収集されたデータは、その後、業務委託を受けた専門業者（一級建築士などの照査技術者）による予備的な評価、および行政側の担当技師による検討などの過程を経て、総合評価として、個々の塀にランク付けがなされるようになっていく。

総合評価は行政の担当部署において実施されており、その詳細については明らかにされていないが、前段の委託業者による技術的な評価や検討の結果について、行政的な立場から再精査しているものと思われる。

総合評価によって低ランクとなった塀の所有者に対しては、その後、程度に応じて、文書や訪問などにより、個別に改修や除去に向けた指導を行なうことになっている。従って、この外観検査は、ブロック塀等の所有者に対して行政側からの指導を行なうための基礎的資料を得るために計画・実施されたという特質を持っている。

評価の段階を経る過程での様々な判断の組み合わせが、最終的な総合評価やランク付けに結びついているため、各ランクの塀の内容を一義的に示すことはできないが、状態の悪いD・Eの各ランクの塀としては、例えば、次のようなものが挙げられる。

- ・Dランク：壁体に傾斜はないが、ひび割れや目地分かれが認められている。高さや厚みに問題はないが、控壁が不足しており、透かしブロックの関係で、既定の配筋が困難な部分もある。庭土などによる土圧はかかっていたが、調査の時点で危険性なしと判断するには到らなかった。
- ・Eランク：Dランクの内容に加えて、壁体に甚だしいひび割れが認められている。また、調査の時点で危険性なしとは判断できなかった。

仙台市より提供を受けることができたのは、243箇所の指定避難所の周辺について調査された29,517件のブロック塀等についての資料であり、各塀についてのランクに関する情報が含まれていた（以後、これらを総称して「提供データ」と表記）。また、避難所ごとのブロック塀等の調査数には、大きな相違（最小1件、最大703件）があった。これは調査区域内におけるブロック塀等の存在数の多少を反映したものである。

4. データの前処理

提供データのうち、最も重要な項目は、避難所ごとにまとめられたAからEまでのランクに属する塀の件数である。それは倒壊危険性の程度を表わすものと解釈でき、結果として、AやBに分類された塀の割合が多い避難路の危険度は低く、DやEのランクに分類され、改修や撤去などが必要な塀（以後、便宜上「不良ブロック塀等」と表記）の割合が多い避難路の危険度は高いと解釈できることになる。所有者個人に対する行政指導を行なう上では、EランクやDランクのように、倒壊危険性の程度の高いものから進めてゆくことが必要であるため、このように細分類する意義があるが、例えば、危険度の低い避難路を「良」、危険度の高い避難路を「不良」というように、二事象に集約するだけでも十分な場合がある（以後、「二事象化」と表記）。実際、2002年に仙台市調査のシステムを準用して、小学校のスクールゾーン内にあるブロック塀等の実態調査を実施した宮城県（土木部）、および県内の市町村では、その後の行政指導の際に、BランクとCランクの間を境として二事象化し、C・D・Eランクの塀を「要指導の塀」として行政指導（塀の撤去に向けた指導）を行なった実績がある。

本報では、同様に二事象化を行なった上で検討を進めるが、良・不良の二事象に分けるための境界は、宮城県などで採用した実績が

ら、B・Cランク間に置くことを基本とし、さらに独自の精査(後述)を加えて分析を進めることとした。その際の特徴値として用いる不良率は、「不良」の範疇に含まれる塀の数を当該避難路の塀の調査数で除した値として、式(1)のように表わすことができる。

$$p_i = \frac{x_i}{n_i} \quad (1)$$

p_i : 避難所ごとの不良率

x_i : 避難所ごとのブロック塀等の不良数

n_i : 避難所ごとのブロック塀等の調査数

5. 避難所ごとの避難路の状態評価

5-1 不良率による評価

不良率 p_i は避難所ごとに容易に求めることができるため、各避難所について避難路の状態を評価するにあたり、 p_i のみを特性値として用いることも考えられる。しかし、仙台市調査では、各避難所の調査数 n_i に大きな違いが出ているため、それは望ましくない。また、特定の不良率の値をもって二事象化するとすれば、その値を境界値と定める客観的な根拠が得られにくい。そのため、本報においては、パラメトリックモデルとして確率分布を用い、統計的検定の考え方を応用しながら評価を行なうこととした。

5-2 二項確率に基づく評価

ブロック塀等の不良数は、離散量のデータ(計数値)であり、本分析では不良率を基本的な特性値としていることから、確率分布としては、二項分布を採用することとなる。避難所の周囲から独立にサンプルサイズ(調査数) n のサンプルを取った時、その中に含まれる不良ブロック塀等の数 x は確率変数と見なすことができ、不良ブロック塀等が x 件含まれる確率(以後、「二項確率」と表記) P_i は、式(2)として表わすことができる。

$$P_i = {}_n C_x P^x (1-P)^{n-x} \quad (x = 0, 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

ここに、 P は全体の不良率(母不良率)、 ${}_n C_x$ は組み合わせの総数であり、式(3)となる。

$${}_n C_x = \frac{n!}{(n-x)! x!} \quad (3)$$

仮に、任意の複数の避難路におけるブロック塀等の不良率が見掛けの上で同値であったとしても、調査数が大きく異なる場合には、その値をもって、避難路の状態を同等なものとして捉えることには問題がある。しかし、上記により、不良数出現の確率を求めれば、その値の大きさより、同一不良率となった避難路間についても差別化が行なえ、より合理的に避難路の状態を評価することが可能となる。ただし、現実には、不良率が非常に高い値や低い値を示す避難路の数が多くなる場合も考えられ、結果として、二項確率の計算値が 0% (0.00) である避難路が多数現われる可能性がある。それらについて、さらに差別化を図るには、客観的尺度として、「標準測度」の利用が考えられる。

5-3 標準測度に基づく評価

標準測度 u は正規偏差とも呼ばれるもので、一般に式(4)のように

表わされる。

$$u = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (4)$$

ここに

u : 標準測度

μ : 確率変数 x の母平均

σ : 確率変数 x の母標準偏差

二項分布の場合、確率変数 x の母平均と母標準偏差の期待値は、それぞれ式(5)、(6)のように表わされるが、不良率は二項分布の確率変数をサンプル数で除したものであるため、それぞれは式(7)、(8)のようになる。従って、式(4)の μ と σ には、それぞれ、式(7)と式(8)の値を用いることになる。

$$E(x) = nP \quad (5)$$

$$D(x) = \sqrt{nP(1-P)} \quad (6)$$

$$E(p) = P \quad (7)$$

$$D(p) = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \quad (8)$$

式(4)では、分母に標準偏差が配されていることから、標準測度 u の値として通常現われる数値は、-3 から +3 であり、その範囲を超える場合は、二項確率がほぼ 0% (0.00 未満) となることがわかる。このことは、二項確率と標準測度の値を勘案すれば、任意の避難路の状態を、市域の一般的な避難路の状態との比較の上で評価できることを示唆している。

統計学において、統計的検定の手法として採用されている基本的な考え方によれば、5% (0.05) と 1% (0.01) の出現確率に有意水準を置くことが一般的とされている。それを踏襲すると、各避難路について不良数の出現確率(二項確率)を求めた場合、その値が 5% (0.05) または 1% (0.01) よりも小さな避難路は、出現確率が 5% を超えるような避難路との比較の上で、「不良ブロック塀等が非常に少ない」、若しくは「不良ブロック塀等が非常に多い」と判断できることになり、それぞれは、避難路の状態が「明確に良好」、「明確に劣悪」という解釈にもつながる。

また、例えば、不良ブロック塀等が非常に多く存在する避難路の数が多く、結果として、同様の確率の値(例えば 0%)が多数現われたような場合には、標準測度の値の大きさをもとに、避難路の状態の程度(劣悪さの程度)を推察することができる。

本報においても、同様の判断基準を準用し、統計的検定の手法を応用することを通して、避難路の状態についての考察を行なう。

6. 分析結果

6-1 二事象化

仙台市調査は 8 年間にわたって実施されたが、データには年度によって、ランクの判断基準に多少の相違が生じていた様子が認められている^{注2)}。また、一連の調査の初年度である 1996 年の調査では、システムが未確立であったため、ランクが 1997 年以降とは異なり、

図1 避難所における標準測度計算値の分布

A・B・Cの3ランクのみからなる設定となっていた。それらのことから、二事象化にあたっては、「良」・「不良」に分ける境界の位置を提供データのランク上に固定せず、提供データのランクを参考に、各年度について独自に再精査を行なった上で、境界の位置を調整することとした。具体的には、過去（1980年）に仙台市によって実施された「スクールゾーン内のブロック塀等の実態調査²⁾」から推察された母不良率の値と、2002年に宮城県によって行われた同一調査⁴⁾から推察された母不良率の値が、共に「30%程度」と得られていたことから、本報では仙台市調査における各年度のランクの占有状況を勘案の上、母不良率が30%程度の値から極端に離れることのないようなランク間の位置を、年度ごとの二事象化の境界として設定した。

また、初年度である1996年の調査の分については、当時のランク設定の定義より、Cランクの塀が「不良」に相当するものと判断した。

その結果、29,517件のブロック塀等のサンプルに対し、「不良」の範疇に属するブロック塀等は7,626件となり、全体の不良率（母不良率）は0.258（25.8%）と得られた。

6-2 二項確率

二項確率0.01の値を下回った避難路は104箇所確認された。そのうち、不良側に外れた避難路は46箇所あり、それらは「不良ブロック塀等が非常に多い」問題のある避難路と解釈できる。

6-3 標準測度

全避難路について標準測度を求め、ヒストグラムにまとめたものを図1に示す。図には標準測度±3の範囲を併せ示した。分布はほぼ左右対称の山形の形状を呈しているが、裾野の広がりが大きく、標準測度は±3の範囲を大きく超えて、±13程度までの値を示している。標準測度±3の範囲には173（71%）の避難路が含まれ、同範囲を外れた避難路は(-)側（良好側）に33（12%）、(+)側（劣悪側）に37（15%）であった。市域の指定避難所のうち、15%は避難路における不良ブロック塀等の存在状態が、他所に比べて顕著であると解釈できる。

6-4 避難路の状態評価

表1に幾つかの避難所について、避難路の状態判定を行なった結果の例を示す。これは仙台市青葉区内の避難路について、不良率、標準測度、二項確率を求め、それらの値を勘案の上、次の二つに分類・整理したものである。

- ①不良ブロック塀等が他所と比較して非常に多く存在しており、大規模な地震の発生の際には、道路に面しているブロック塀等の倒壊によって、避難民が危険に曝されたり、避難が困難になったりする可能性が高いと考えられることから、「避難路に問題あり」とされる避難所（以後、便宜上「X避難所」と表記）
 - ②不良ブロック塀等が他所と比較して非常に少なく、道路に面しているブロック塀等の倒壊による通行障害の発生や、避難民が危険に曝される可能性は少ないと考えられることから、「避難路に問題なし」とされる避難所（以後、便宜上「Y避難所」と表記）
- 同表のNo. 欄は、避難路の状態の良くないもの（X避難所）、あ

表1 避難路の状態評価結果（例）

＜青葉区 X避難所＞						
No.	避難所名	不良数	調査数	不良率	標準測度	二項確率
1	DNH 公園1	94	170	0.55	8.8	0.000
2	DN 高等学校	21	39	0.54	4.0	0.000
3	KSD 小学校	67	179	0.37	3.5	0.000
4	ARM 小学校	66	180	0.37	3.3	0.000
5	DNH 公園2	191	640	0.30	2.3	0.003
＜青葉区 Y避難所＞						
1	HRS 中学校	9	148	0.06	-5.5	0.000
2	KIG 小学校	37	297	0.12	-5.3	0.000
3	KWD 小学校	67	425	0.16	-4.7	0.000
4	KRU 小学校	7	99	0.07	-4.2	0.000
5	SNJ 中学校	13	131	0.10	-4.1	0.000

※避難所名には固有名詞に代えて略号を使用

るいは良いもの（Y避難所）の順位を表わしており、X避難所の場合、それは地震災害の発生時に、避難所へ向かうために通る避難路の危険度の順位に相当するものと解釈できる。

この順位は、実際には、二項確率と標準測度によって決まってくる値であり、同表からは、不良率の大きさの順番とは必ずしも一致していない様子が読み取れる。例えば、Y避難所のNo.1（HRS 中学校）とNo.4（KRU 小学校）の不良率は、それぞれ「0.06」、「0.07」と、ほぼ同様の値を示しているが、順位には開きがある。これは同じ不良率であっても、調査数が異なっていることによる「重みづけ」の効果が評価に組み入れられていることの表われである。

また、この順位はX避難所についてみれば、行政指導などにおける優先度に相当するもの、と解釈することもできる。

7. 地域的な検討

7-1 避難所ごとの検討

二項確率の計算値をもとに、二項確率 0.01（1%）以下の避難路を選別し、仙台市域の地図上に表示したものを図2に示す。図中の濃い●印はX避難所、薄い○印はY避難所を表わしている。円の大きさは、仙台市調査における各避難所の調査の範囲（直径 1km）を表わしている。図より次のことがわかる。

- ① X避難所は、中心市街地周辺、および北部と南部に多く認められている。
- ② Y避難所は、市街地から離れた位置に多く認められる。
- ③ Y避難所は、市街地中心から見て、X避難所の外側に位置している様子が認められる。
- ④ Y避難所には、郊外地域に散在するように分布している様子が認

図2 X避難所とY避難所の分布⁷⁾

められる。

7-2 X・Y避難所の位置的な特徴

X避難所とY避難所の位置関係には、次のように仙台市域の特徴と対応して解釈できる部分がある。

- a. X避難所が中心市街地周辺に環状に認められている点については、昭和30年代から40年代にかけて居住が始まった古い住宅地域と位置関係が符合している。
- b. 中心市街地の周辺に環状に存在するX避難所のうち、市街に近い北方に特に多く認められている地域は、昭和30年代後半から、40年代にかけて造成が行なわれた住宅団地の位置と符合している。
- c. X避難所が認められている「北部」と「南部」も、昭和30年代から40年代にかけて居住が始まった古い住宅地域である。
- d. Y避難所がX避難所の外側に位置している点については、住宅地域の開発が、昭和50年代以降に郊外へ拡大していった状況と符合する。
- e. 郊外に散在しているY避難所は、昭和50年代から平成にかけて開発された、仙台市域でも比較的新しい住宅地域に位置している。

ブロック塀は昭和30年代から普及し始め、昭和53年の宮城県沖地震で耐震性の問題が注目されるようになるまでの間に、夥しい数が築造された。直接の被害を受けた仙台市内では、その後、行政側からの働きかけもあって、ブロック塀等の新規築造の勢いが衰えたものと考えられるが、昭和30年代から50年代にかけて築造された古いブロック塀等が、改修や建替えのされないままに存在し続けている実態がある。

X避難所の分布が（ブロック塀等の築造が盛んに行なわれた）昭和30年代から50年代にかけて居住が進んだ古い住宅地の位置関係とほぼ符合すること、Y避難所の分布が（ブロック塀等の築造を抑制する方向へ進み始めた）昭和50年代以降に開発された新興住宅地の位置関係とほぼ符合することなどについては、それらの実態を反映しているものと考えられる。

7-3 結果の活用

仙台市はEランクのブロック塀等の所有者に対して、撤去に向けた指導を続けているが、その効果は必ずしも十分に上がっているとは言えない。本分析結果からは、仙台市に対して、X避難所が集中する地域を対象として、重点的に行政指導を進めるよう提案したり、本報で取り上げた標準測度の考え方をもとに、標準測度の値の大きいX避難所から優先的に対策を講じるよう提案したりすることができる。

8. まとめ

本報では、仙台市から提供を受けた、市内指定避難所周辺道路におけるブロック塀等実態調査のデータをもとに、危険性の判定を視野に入れた、避難路の状態評価について検討を試みた。その経過をまとめると以下ようになる。

- 1) 仙台市が実態調査結果をもとに付した、ブロック塀等の危険度のランクをもとに、独自に個々のブロック塀等を良・不良の2タイプに分類し、避難所ごとにブロック塀等の不良率を得た。全体の不良率は0.258（25.8%）であった。
- 2) 二項分布の性質から、不良ブロック塀等の出現確率と標準測度を求め、それらの値をもとに、「避難路に問題あり」とされる避難

所を選別した。実際には、二項確率0.01を境界値として、46箇所について該当する避難所を選定し、さらに標準測度の値から避難路としての問題の程度を評価した。

- 3) 「避難路に問題あり」とされる避難所の位置関係は、仙台市内の住宅地の開発事情と符合している様子が窺え、昭和30年代から50年代にかけて開発された古い住宅地に「避難路に問題あり」とされる避難所が多く、昭和50年代以降に開発された比較的新しい住宅地に少ない様子が認められた。
- 4) 分析の結果は、行政機関が重点的、あるいは優先的に行政指導を行なうべき地域の選定や、ブロック塀等に関する調査のための、重点地域の事前選定などに応用することができる。

謝辞

本研究は、仙台市から提供を受けた、指定避難所等実態調査のデータをもとに分析を進めたものです。仙台市都市整備局住宅宅地部住環境整備課には、資料の開示について協力を得ました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 例えば、仙台都市科学研究会（仙台市企画局内）：宮城県沖地震災害に関する諸調査の総合的分析と評価、243p、1979年
- 2) 例えば、仙台市開発局建築部建築指導課：仙台市スクールゾーン内コンクリートブロック塀等実態調査報告書、139P、1981年
- 3) 仙台市都市整備局指導部建築指導課：平成8年度指定避難路等実態調査報告書、26p、1997年。（同様の調査報告書はその後、年度ごとに2004年まで刊行）
- 4) 最知正芳：外観調査による既存コンクリートブロック塀の状態判定の有効性について、日本建築学会技術報告集、第21号、pp.21-26、2005.03.
- 5) 最知正芳：、2003年7月の宮城県北部の地震における組積造塀および門柱の倒壊原因調査、日本建築学会技術報告集、第20号、pp.7-12、2004.12.
- 6) 最知正芳：2004年新潟県中越地震において倒壊した組積造塀および門柱の特徴について、東北工業大学紀要理工学編、第26号、pp.109-121、2006.03.
- 7) 地図は国土地理院発行20万分の1地形図（仙台）に基づいて作成

注

注1) この地震は気象庁から正式な名称が付与されなかったため、「宮城県北部地震」、「宮城県北部の地震」など、様々な呼称（通称）が使われた。「宮城県北部連続地震」とは、宮城県（災害復旧対策本部事務局：2004年3月解散）が採用していた呼称である。

注2) 仙台市調査において、調査年度によって、ランクの判断基準に若干の相違が生じていた点については、行政側も認めている。これは行政のシステム上、調査にあたる業者を競争入札によって選定することになるため、年度ごとに替わる調査業者によって、ランクの判断基準に相違が生じたものと考えられている。即ち、実際に調査にあたった落札業者の間における判断基準の「ずれ」が、年度におけるランクの判断基準の相違となって表われた可能性が高い。行政側は落札業者に対して、その都度、調査実施にあたっての事前教育を行なっていたが、現実には、業者間には事前教育では埋めきれない判断基準の相違が存在したと考えられる。

[2006年10月18日原稿受理 2007年2月19日採用決定]