



2015年ネパール・ゴルカ地震におけるバクタプル市の伝統的煉瓦造建築物群の被災分布に関する調査研究

向井, 洋一
山本, 直彦
増井, 正哉
宮内, 杏里

(Citation)

神戸大学都市安全研究センター研究報告, 20:236-245

(Issue Date)

2016-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81011525>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81011525>



2015年ネパール・ゴルカ地震における バクタプル市の伝統的煉瓦造建築物群の 被災分布に関する調査研究

Field survey for the damage distribution of traditional masonry buildings
in Bhaktapur caused by the 2015 Gorkha earthquake in Nepal

向井 洋一¹⁾

Yoichi Mukai

山本 直彦²⁾

Naohiko Yamamoto

増井 正哉³⁾

Masaya Masui

宮内 杏里⁴⁾

Anri Miyauchi

概要：本論は、ネパールのカトマンズ盆地の東端に位置する、伝統的な煉瓦造建築物が数多く現存するバクタプル市の旧市街において、2015年ネパール・ゴルカ地震により甚大な被害を受けた煉瓦造建築物の被害分布の状況に関して現地調査を実施した報告である¹⁾。調査対象地区は、バクタプル市の旧市街地域の東縁部で、丘陵地にあるダッターヤ (Dattatreya) 広場を中心としたエリアであり、南側を流れるハヌマンテ (Hanumante) 川の谷間に至る街区である。この地区では、密集して建設されていた伝統的な煉瓦造建築物群が街区ごと滅失するような甚大な被害を生じた集中被災エリアが広域的にわたって存在している。震災約半年後の2015年10月に現地を訪問し、3日間で約2000棟の建築物の被災状況を外観観測により分類し、被害分布としてマッピングした。この調査研究の結果、バクタプル市旧市街の中心部を東西に抜けるメインストリート東端のサーヤマディ (Suryamadhi) 広場付近から南西方向へ向かって、谷筋に沿う帯状の甚大被害の集中エリアが生じていることが確認され、地盤や地形の状態と被害分布との相関を見出すことが出来た。一方、倒壊を免れた煉瓦造建築物の被害の損傷状況を併せて観察した結果、当該地域特有の構法の特徴に起因すると考えられる典型的な損傷パターンとともに、残存建物に生じている建物全体の耐震性に重大な影響を及ぼすような問題点を確認した。

キーワード：ネパール・ゴルカ地震、バクタプル市、煉瓦造建築物、地震被害調査、被災分布

1. はじめに

2015年4月25日に発生したネパール・カトマンズの北西約80km、深さ15kmを震源とするMw7.8のネパール・ゴルカ地震では、カトマンズ盆地を中心に多くの煉瓦造建築物に甚大な被害を生じた。ネパール政府の災害リスク低減ポータルサイト：Nepal Disaster Risk Reduction Portal (<http://drrportal.gov.np/>) に

より、2016年3月現在、ネパール・ゴルカ地震の地震被害として公表されているデータによれば、ネパール全域では、死者・不明者8959名、負傷者22302名の人的被害を引き起こし、約78万棟の建物が全壊、約30万棟の建物に部分的損傷を生じたと報告されている。本調査研究では、首都カトマンズの東約12kmに位置する旧都であり、ユネスコ登録の世界文化遺産「カトマンズ盆地」の中で、バクタプル王宮広場から東に向かう旧街道を中心に旧市街全体が世界遺産として登録されているバクタプル市で建物被害調査を行った。今回の地震により、バクタプル市では、死者・不明者333名、負傷者2101名の人的被害とともに、28513棟の建物が全壊、9105棟の建物に部分的損傷を受けたと報告されている。今回、震災から約半年後の2015年10月1日より3日間の期間で、バクタプル市の旧市街の東南エリアを中心に、伝統的煉瓦造建築物のそれぞれの損傷度を評価し、被害建物の分布状況をマッピングした。

調査に先立ち、バクタプル市旧市街のメインストリートに沿って建物被害の状況と被災建物の分布状況を概観した結果、比較的多くの建物が集中的に倒壊・甚大損傷を受けているエリアが、特定の地区に偏在していることが確認された。この予備的な観察に基づき、ダッタレヤ (Dattatreya) 広場を中心としたバクタプル市の旧市街の東端部のエリアを震災調査対象と決めて、このエリアの煉瓦造建築物の悉皆調査を行った。本調査では、調査期間が限定されていたため、建物の外観のみにより簡易的に建物の被害状態を「全体崩壊」、「部分崩壊」、「全層残存」の3段階の分類により地図上にマーキングしていくこととした。調査エリアをできるだけ広範囲とすることで、地理的な条件と、建物被害の集中度との関連性を見出すことを調査の主目的の一つとしている。なお、並行して、倒壊を免れた建物の損傷状態を観察することにより、建物の構法の特徴と発生した損傷パターンとの関係についても検証している。

2. 調査地域の概要

図1にバクタプル市の旧市街周辺の地図を示す。図中の赤太線で囲ったエリア内が今回の調査地区である。バクタプル市旧市街の東縁のエリアであり、グランドカンダル (Ground Kundal) 通りを東端として、旧市街のメインストリートに位置するダッタトレヤ (Dattatreya) 広場のやや西方までの東西約400m、メインストリートを中心として南北にそれぞれ約200mずつの範囲にあたる。図2に図1と同じ範囲のバクタプル市の旧市街周辺の地質分布地図を示す²⁾。図中の赤太線で囲った調査地区は、北側を流れるカサン (Kasan) 川と南側を流れるハヌマンテ (Hanumante) 川の流域に挟まれた丘陵地にあたる。このエリアの地質構成としては、表層土の下にシルト系粘土、泥炭、軟弱な粘土質の層があるとされており、重量の大きな建築物の建設に際しては、杭支持とするか、べた基礎とするなど基礎の工法に配慮することが推奨されている。調査地区のうち、メインストリートよりも南側で、ハヌマンテ川の流域までのエリア (Area-II) の地盤は、メインストリートより北側、ナガルコット (Nagarkot) 通りまでのエリア (Area-I) よりも軟弱である。こうした理由により、Area-II では液状化リスクが高いとされる一方、Area-I の液状化リスクはそれほど高くはない。さらに、Area-II の南縁は、ハヌマンテ川の流域に沿った傾斜面となっており、河川の氾濫や地滑りの危険性についても指摘されている。

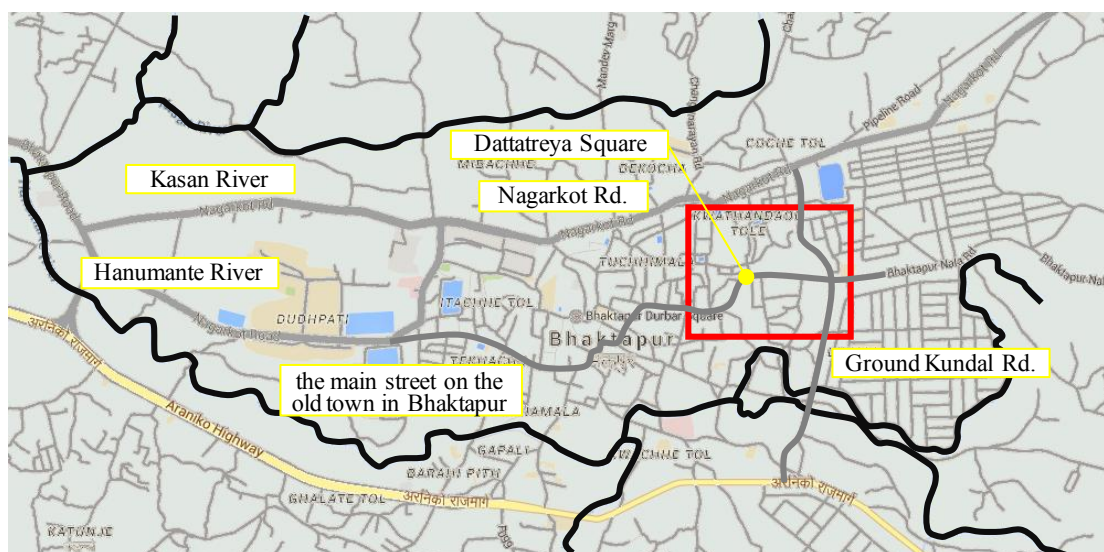


図1 バクタプル市旧市街周辺地図と調査対象地区
(図中の背景の地図は、Google Map のウェブサイトからの転載)

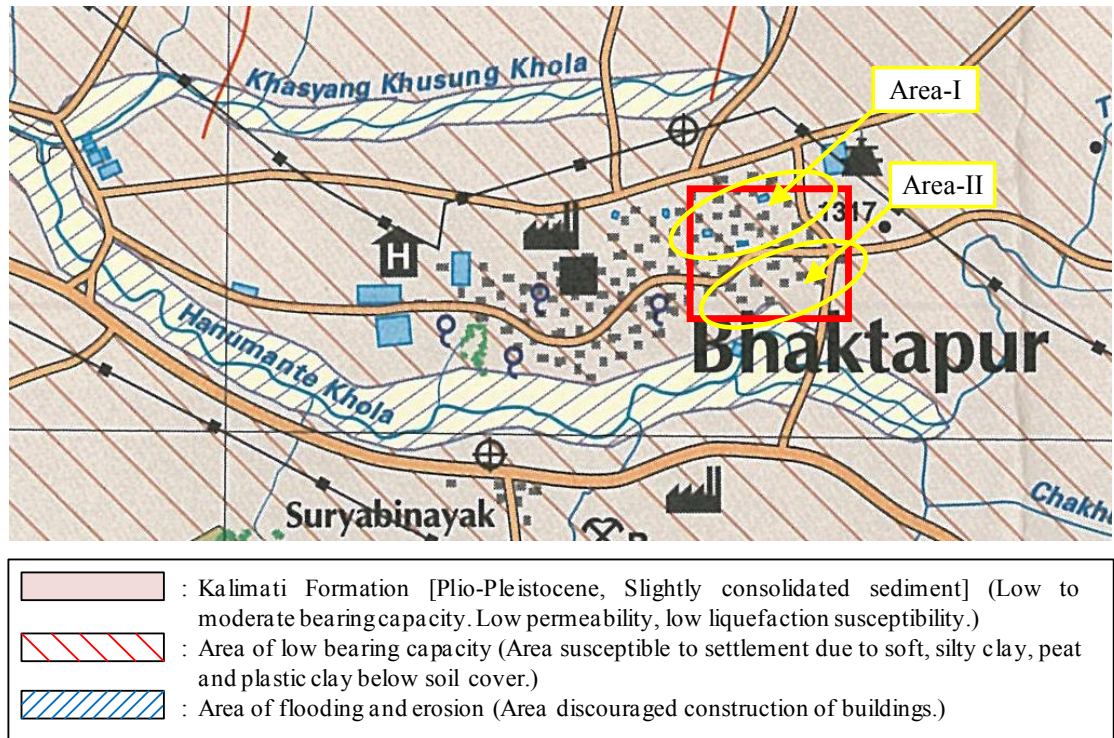


図2 バクタプル市旧市街周辺エリアの地質状態図
 (“Engineering and Environmental Geological Map of the Kathmandu Valley”²⁾からの転載)

図1および図2に示した、今回の調査対象地区としたバクタプル市の旧市街の東縁のエリアは、今回の地震により、バクタプル市の中でも特に煉瓦造建築物の甚大被害が集中的に発生したエリアである。図3の写真は、このエリアの中でも特に建物被害が甚大であった街区の被災後の様子である。地震から半年後の様子であるが、地震によって隣接する建物群が一齐に全壊・倒壊したために、建物の瓦礫が撤去され、数ブロックにわたる空き地状態となっている。調査対象地区では、多くの建物が隣接する建物と密着して建設されており、地震時には、ある建物の倒壊の発生がトリガとなって、隣接する建物の倒壊が連鎖的に生じていった可能性も考えられる。



(a) 甚大被害の集中エリア 1



(b) 甚大被害の集中エリア 2

図3 甚大な建物被害集中的に発生して建物群が街区ごと滅失したエリア

3. 煉瓦造建築物の被災状況と被災度区分


本観察調査を実施するにあたって、調査対象地区の煉瓦造建築物の損傷状態を表1A～表1Dに示す4つの区分に分類することとした。これら4つの被災度区分はそれぞれ以下のような建物の状態である。

カテゴリ A: 全体崩壊。建物の主要な構造部分が破壊され、全体的な崩壊・倒壊状態にある。(表1A)

- カテゴリ B： 部分崩壊。建物の上層（4 階以上の層）の主要な構造部分が破壊され、上層が崩壊状態にある。（表 1B）
- カテゴリ C： 全層残存。屋根や層の崩壊を生じない損傷状態にとどまる。中破・小破・軽微な被害や無被害を含む。（表 1C）
- カテゴリ D： 全層残存。主要な構造部分に鉄筋コンクリート補強がなされていると思われる建物（以下、「骨組補強・煉瓦造」建築物と区分する）。損傷状態は概ね、小破・軽微な被害や無被害にとどまる。（表 1D）

なお、これらの分類を EMS-98 (European Macroseismic Scale) ³⁾ に示された、組石造建築物の応急被害度判定に用いられる損傷グレードに対応させた場合、カテゴリ A= Grade 5、カテゴリ B=Grade 4、カテゴリ C=Grade 1-3（以上カテゴリ A～C は伝統的構法による無補強煉瓦造建築物の中での被害分類）、カテゴリ D =Grade 1-2（骨組補強・煉瓦造建築物とみられる建物の被害分類）である。なお、骨組補強・煉瓦造建築物か無補強かの判断は、建物の外観からの観察のみによるものであるため、外観の被害状態が少ない無補強煉瓦造建築物が、カテゴリ D に分類されてしまっている可能性がある。また、鉄筋コンクリートで補強された骨組部分については、床、梁、柱、の全て、あるいはこれらのいずれかのみの場合があるが、カテゴリ D の建物にはこれらをすべて含んでいる。

表 1 A カテゴリ A と判断した建物の損傷状態

カテゴリ A の損傷状態	対応する EMS-98 の被害分類
<p>建物の 3 階以上が崩壊し、残存する部分が 2 層以下の状態。 （全層が完全に崩壊に至った状態を含む。）</p> 	<p>Grade 5: Destruction * (very heavy structural damage) Total or near total collapse.</p> 


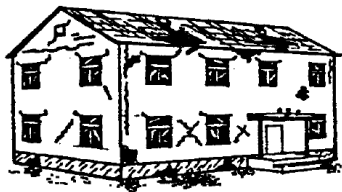

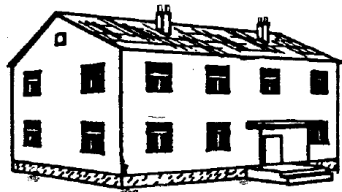
(* EMS-98 ³⁾からの引用・転載)

表 1 B カテゴリ B と判断した建物の損傷状態

カテゴリ B の損傷状態	対応する EMS-98 の被害分類
<p>4 階以上の階、または屋根が崩壊しているが、建物の 3 層目までが残存している状態。</p> 	<p>Grade 4: Very heavy damage * (heavy structural damage, very heavy non-structural damage) Serious failure of walls; partial structural failure of roofs and floors.</p> 


(* EMS-98 ³⁾からの引用・転載)

表 1 C カテゴリ C と判断した建物の損傷状態

カテゴリ C の損傷状態	対応する EMS-98 の被害分類
<p>建物の全層が残存しており、屋根の破壊も見られない状態。（構造的な損傷については、大破・中破・小破・軽微損傷・無損傷の状態すべて含む。）</p> 	<p>Grade 3: Substantial to heavy damage * (moderate structural damage, heavy non-structural damage) Large and extensive cracks in most walls. Roof tiles detach. Chimneys fracture at the roof line; failure of individual non-structural elements (partitions, gable walls).</p>  <p>Grade 2: Moderate damage * (slight structural damage, moderate non-structural damage) Cracks in many walls. Fall of fairly large pieces of plaster. Partial collapse of chimneys.</p>  <p>Grade 1: Negligible to slight damage * (no structural damage, slight non-structural damage) Cracks in many walls. Fall of fairly large pieces of plaster. Partial collapse of chimneys.</p> 

(* EMS-98³⁾からの引用・転載)

表 1 D カテゴリ D と判断した建物の損傷状態

カテゴリ D の損傷状態	対応する EMS-98 の被害分類
<p>比較的新しい骨組補強・煉瓦造建築物で、外観上目立った損傷は見られないもの。（構造的な損傷については、小破・軽微損傷・無損傷の状態を含む。）</p> 	<p>Grade 2: Moderate damage * (slight structural damage, moderate non-structural damage) Cracks in many walls. Fall of fairly large pieces of plaster. Partial collapse of chimneys.</p> <p>Grade 1: Negligible to slight damage * (no structural damage, slight non-structural damage) Cracks in many walls. Fall of fairly large pieces of plaster. Partial collapse of chimneys.</p>

(* EMS-98³⁾からの引用)

4. 煉瓦造建築物の被災分布

調査対象区域のそれぞれの建物の損傷状況を外観から判定し、地図上に個々の建物の損傷状態に応じた色分けを行った。カテゴリ A の建物については赤色、カテゴリ B の建物については橙色、カテゴリ C の建物については緑色、カテゴリ D の建物については、青色に着色した。図 4 がその結果得られた調査地区の煉瓦造建築物の被災状況分布図である。ただし、本調査による個々の建物の損傷状況の分類方法は、まず対象建物が無補強煉瓦造建築物か骨組補強・煉瓦造建築物（部分的でも鉄筋コンクリート補強されている建物）かの相違を判断したのちに、カテゴリ A～D の 4 段階に区分する簡易な判定法ではあるが、実際の現地調査では、大半が建物の正面ファサードの外観からの目視判定であり、建物の近くまでアクセスできないケースもあったため、本報で示した判定結果と実際の状態との間には若干の相違が生じている可能性はある。例えば、壁の亀裂や壁の座屈、残留変形、あるいは建物後面側での損傷などについては、十分な確認はできていない。また、本調査では 2 階建て以上の建物に限定した被害状況を調べており、平屋建ての建物は被害分布調査の対象外とした。

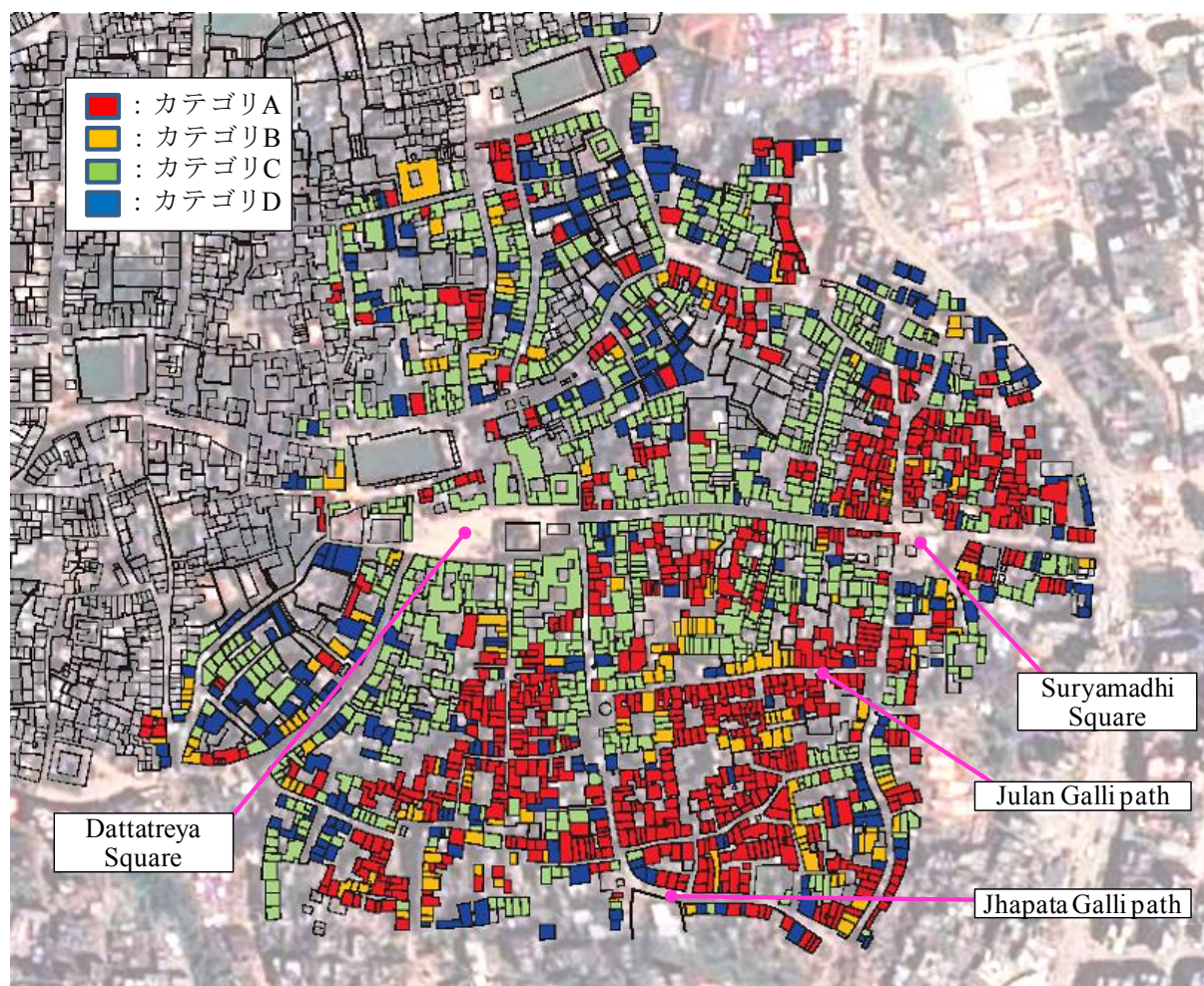


図 4 調査地区の煉瓦造建築物の被災分布

表 2 調査地区の煉瓦造建築物の損傷区分ごとの建物棟数

カテゴリ	図 4 上の色分類	建物棟数	対全数比
A	赤	772	39.0 %
B	橙	171	8.6 %
C	緑	745	37.7 %
D	青	290	14.7 %
合計	-	1978	100%

図4に見られるように、調査地区の東端の街区より南縁の街区にかけて甚大な損傷を受けた建物の分布が集中的にみられる。これらのエリアは、図中に示すXからX'に連なる帯状の被災分布を形成している。表2に本研究で用いた被害状態区分のカテゴリごとに、調査建物棟数を集計した結果を示す。損傷状況を観察した全調査棟数は、1978棟である。無補強煉瓦造建築物については、甚大な被害を生じた（カテゴリAとBに分類される）建物は、この調査地区内の全調査建物数のおおよそ半数に達する。残りの半分は、骨組補強・煉瓦造建築物を含めて、少なくとも外観上は、建物の屋根や層の破壊には至っていない、中程度以下の損傷レベルであったと考えられる。なお、カテゴリDに分類した骨組補強・煉瓦造建築物を除いた、伝統的構法による無補強煉瓦造建築物の中での建物の残存率（カテゴリCのカテゴリAとBの和に対する比率）は約44.1%であった。

5. 調査地域の建物被害状況に対する考察

本調査研究では、バクタプル市旧市街の東端部の南寄りエリアを中心に、多層の煉瓦造建築物の被害分布を確認するために、建物外観からの観測による悉皆調査を実施した。その結果は、図4ならびに表2に示したとおりである。この結果を見れば、明らかに調査地区の東北寄りからメインストリートの南側を経て、南西に続く帯状に広がる、建物に甚大被害が集中した領域の存在が確認される。図2に示すように、この領域は南側のハヌマンテ側流域に沿う傾斜地に並行した、地盤状態がやや軟弱なエリア（図2中のArea-II）との重なりがみられ、本調査対象地区においては、建物の被害分布と地盤条件との相関性が示唆される。ただし、バクタプル市の旧市街の多くの建物は、築百年を超える伝統的構法による無補強煉瓦造建築物であり、今回の地震の前に発生した大地震である、1934年のビハール・ネパール地震においても、当該地域の多くの建物が相当の被害を受けていたと考えられる。その際に倒壊した建物については、すでに建て替えがなされたと考えられるが、今回の調査でカテゴリBやCとして分類したような無補強煉瓦造建築物の損傷状況であった場合、根本的な構造補修や補強を行わずに、表面的あるいは部分的な補修のみによる再使用がなされていた可能性が高い。従って、今回の地震被害についても、残存した建物における損傷状況を今後慎重に分析した上で、構造的な問題点を抽出し、有効な補修・補強法提案に結び付くような災害後調査研究の継続が重要であると考えられる。なお、以下に、今回の調査研究で多くの被災建築物に共通して見られた、いくつかの典型的な損傷パターンについて示し、その問題点について考察する。

（1）鉛直荷重を支持する耐力壁の面外座屈

崩壊を免れ建物の全体ないし一部が残存した無補強煉瓦造の建築物でも、耐力壁に甚大被害を受けたケースが多数見られた。図5に示すように、耐力壁の面外への孕みだしは典型的な損傷であると考えられる。多くの伝統的構法の煉瓦造建築物では、耐力壁が内部壁と外部壁に分離されており、それらの空隙は、破碎煉瓦を心材とし、粘土・砂を練り混ぜた繋ぎ材として充填された状態の2層壁として構築されている。鉛直力の支持を内外のそれぞれの壁に分担させられるため、表面側の壁が風化作用により劣化してきた際に、表面の煉瓦を積み直す工法が可能となる、という意味においては、メンテナンス上合理的な構法であると考えられる。実際、表面側の壁の一部を新しい煉瓦に交換して積み直した建物は各所にみられた。また、外気の影響を受けて劣化しやすい外側壁に焼成煉瓦を用い、内部壁は日干し煉瓦を用いて施工される事例も多くみられる。



(a) 耐力壁の損傷例 1

(b) 耐力壁の損傷例 2

(c) 耐力壁の損傷例 3

図5 典型的な損傷事例：残存する建物で見られた耐力壁の面外座屈

一方で、内外いずれか片側の壁面が面外に大きく座屈してしまっているケースが多くみられた。地震による水平荷重作用による損傷か、経年劣化による長期荷重の影響による損傷か、その要因については、建物ごとに異なる可能性があり正確には判断できない。いずれにせよ、内側壁か外側壁のいずれかが鉛直荷重をかうじて支持できていれば、建物が即時に層崩壊しないと考えられるので、建て戻し等が行われずに、座屈を起こした箇所をそのまま積みなおして修復される場合が多いと考えられる。特に図 5(a)に示すように、建物全体が前方に傾斜するような大きな残留変形を生じているような建物も多くみられたが、こうした建物が前回の地震以降もそのまま残存し、その状態で利用されているケースも少なくない。このように、面外座屈を生じた耐力壁の適切な補手法とともに、残留変形を生じた建物の建て戻しを可能とする工法を検討していくことが重要な課題であると考えられる。

(2) 妻壁の損傷

調査地区の大半の建物は、通りに面したファサードを横に連ねた 3~5 階建ての町屋型の建物群が密接して建設されている。さらに、数棟程度のブロックごとに、奥行き方向に向かって住戸が隣接して建設され、中庭を共有する形で、ロの字のコートハウス型の住戸群が形成されていていっている。こうした住戸群の派生過程に依存して、建物のファサード方向となる桁行き方向の耐力壁は、壁面に開口を有するが、隣接住戸の桁行壁と一体的に連続して構築されている一方、専ら住戸間の境界壁として構築される妻壁は、開口部はあまり設けられないが、隣接住戸の間で独立して建つ一枚壁として構築されている。これら、桁行き方向の壁と妻面方向の壁の構造的な特性は非常に異なっている。このことは、図 6 に見られる損傷事例にも密接に関連していると考えられる。図 6(a)や(b)の損傷個所をみると、妻面の壁と桁行壁とは、一体的に構築されていないことがわかる。実際、財産分与で親から子が住宅を引き継ぐ場合、当該地区では、建物の高さ方向の各部分の属性がそれぞれ均等となるように建物を分割するため、建物の奥行き方向に新たな妻壁が住戸境界として構築されることが多い。このような事情により、妻壁は桁行壁とは構造的に一体化されないものと考えられる。

床面の構成をみると、一般に向い合う妻壁の間に断面の大きな梁が掛けられ、それと直交するように根太材が正面（中央）、背面の桁行壁を繋ぐように短いピッチで配置され、床が施工されている。そのため、水平荷重の作用によりねじれの作用が生じた際には、前後の桁行壁同士は根太材により頭部を連結された状態を保つことが出来るが、妻壁は頭部フリーの独立壁状態となり、面外にねじれる作用を受け、先行して崩壊するものと考えられる。このように、桁行壁は面内方向には耐力壁としての性能を維持しつつ、階上の床面により面外作用に対しても比較的安定的に挙動できる一方、妻壁は早期に不安定状態になりやすく桁行壁よりも早く崩壊し、また耐力壁としての性能も十分に果たせないものと考えられる。幸い、今回の地震では桁行壁までは崩壊せず、建物全体が残存したケースも多くみられたが、妻壁の崩壊は、建物奥行き方向の耐力壁の喪失を意味するので、当然ながら、余震の作用や、今後のより規模の大きな地震動の作用に対して、建物の耐震性が著しく低下した状態にあることに留意することが重要である。

なお、隅角部の住戸の場合は、妻壁のみならず、桁行壁の安定性も悪くなるため、耐力壁の崩壊のリスクがより高くなるものと考えられる。従って、住戸群がロの字のコートハウス型の形状を構成していても、隅角部の住戸より順次連鎖的に崩壊が進んでいき住戸群の大半を滅失するような被害に結び付いた可能性も考えられる。こうした視点によれば、妻壁の崩壊を防止するような対策を早期に検討し実施することが重要な課題であると考えられる。



(a) 妻壁の損傷例 1

(b) 妻壁の損傷例 2

(c) 妻壁の損傷例 3

図 6 典型的な損傷事例：残存する建物で見られた妻壁の剥離崩落

6. まとめ

本報では、ネパールバクタプル市旧市街の東縁エリアにおいて、2015年ネパール・ゴルカ地震による煉瓦造建築物の被害状況に関する調査を行った結果とその考察を示した。調査地区の外観からの観察による悉皆調査を行い、それぞれの建物の損傷状態について被害カテゴリ別に分類した結果を地図上に着色表示していくことにより、甚大な建物被害が集中的に生じたエリアが、調査地区の東縁から南西区域にかけての、南側傾斜面に沿った帯状の分布を示すことが明らかになった。また、この建物被害が集中するエリアは、調査地区内では、南側を流れるハヌマンテ側の流域に沿ったエリアであり、地盤状態も北側の被害が相対的に少なかったエリアよりも軟弱であることがわかっている。以上の結果により、今回の調査地区においては、建物被害状況の違いが生じた原因の一つとして、建物の建設地の地盤状態の相違による可能性が示唆される。

さらに、残存する建物の損傷状況の観察により、耐力壁の損傷状況には典型的な被害パターンがみられることが確認された。一つは、2層壁として耐力壁を構築することによる面外への孕みだし座屈、他方は、妻壁の脆弱性による早期の破壊である。いずれも、当該地域の伝統的な住生活習慣と、それに密接に関連した建築物の伝統的な構法に起因するものであるので、こうした被害パターンをより詳細に検証し、適切な補修・補強法を開発し、早急に導入していくことが重要であると考えられる。

謝辞：本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究（B）海外学術調査（課題番号 15H05225，研究代表：山本直彦）、ならびに公益財団法人・大林財団の平成 26 年度研究助成（No. 17，代表：増井正哉）によるものである。現地での悉皆調査においては、バクタプル市在住の Sunil Jangam 氏に調査に同行いただき、被災建物の位置を地図上へ同定する作業にご協力いただいた。ここに記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) Yoichi Mukai , Naohiko Yamamoto , Masaya Masui And Anri Miyauchi, "Observation of Damaged Buildings and the Distribution on the South East Area of the Old Town in Bhaktapur", Proc. on International Conference on Earthquake Engineering and Post Disaster Reconstruction Planning (ICEE-PDRP 2016), Bhaktapur, 2016, pp. (Paper No. 1155) 1-8.
- 2) Department of Mines and Geology Lainchaur of Nepal, "Engineering and Environmental Geological Map of the Kathmandu Valley, Scale 1:50000".
- 3) European Seismological Commission, "European Macroseismic Scale 1998 : EMS-98", pp. 14-15, 1998.

筆者：1) 向井洋一、神戸大学大学院工学研究科建築学専攻、准教授
2) 山本直彦、奈良女子大学生活環境学部、准教授
3) 増井正哉、京都大学大学院人間・環境学研究科、教授
4) 宮内杏里、奈良女子大学大学院人間文化研究科、大学院生

FIELD SURVEY FOR THE DAMAGE DISTRIBUTION OF TRADITIONAL MASONRY BUILDINGS IN BHAKTAPUR CAUSED BY THE 2015 GORKHA EARTHQUAKE IN NEPAL

Yoichi Mukai ¹⁾
Naohiko Yamamoto ²⁾
Masaya Masui ³⁾
Anri Miyauchi ⁴⁾

Abstract

Lots of masonry buildings without reinforcement frames in Bhaktapur city in Nepal were destroyed during the 2015 Gorkha earthquake in Nepal. Most of those masonry buildings had been built with the traditional construction way. We focus on localization for distribution of buildings which had been severely subjected structural damages to, because most of buildings severely damaged were likely to concentrate in regionally limited area of the old town in Bhaktapur city. We selected the south east area of the old town in Bhaktapur to carry out a field observation and to investigate typical damage patterns of each building seeing in and around this area.

We could get information of damage states of about 2000 masonry buildings in this area for 3 days field survey from 1 to 3 Oct., 2015. After that, we made a map of the distribution of the damaged buildings. We used the classification scale for the damage states by the 3 categories only from the outlook condition of the masonry buildings in this area. At the same time, we had been checking out their constructed structural types whether they had a reinforced concrete (RC) frames or not.

Through this observational study, we could reach to one of the possibilities that concentration of the damage severity on masonry buildings must depend sensitively on the ground condition surrounding those buildings. Moreover, it is pointed that observations of the surviving buildings must be very significant to get clues to estimate current structural properties and anti-seismic capability of buildings after the earthquake. We hope this research result must lead us to propose effective and feasible way to reconstruct, repair or reinforce the structural properties on masonry buildings with the traditional style in Nepal.

©2016 Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, All rights reserved.