

2015年ネパール（ゴルカ）地震 被害調査報告

田中 努¹・藤原 康正²・井上 雅志³
濱野 雅裕⁴・石田 泰則⁵・菅 恵里奈⁶

¹フェロー会員 (株)エイト日本技術開発 災害リスク研究センター (〒164-8601 東京都中野区本町5-33-11)
E-mail:tanaka-tsu@ej-hds.co.jp

²正会員 (株)エイト日本技術開発 災害リスク研究センター (〒532-0034 大阪府大阪市淀川区野中北1-12-39)
E-mail:fujiwara-ya@ej-hds.co.jp

³正会員 (株)エイト日本技術開発 災害リスク研究センター (〒164-8601 東京都中野区本町5-33-11)
E-mail:inoue-ma@ej-hds.co.jp

⁴正会員 (株)エイト日本技術開発 防災保全事業部 (〒532-0034 大阪府大阪市淀川区野中北1-12-39号)
E-mail:hamano-ma@ej-hds.co.jp

⁵正会員 (株)エイト日本技術開発 防災保全事業部 (〒700-8617 岡山県岡山市北区津島京町3-1-21)
E-mail:ishida-ya@ej-hds.co.jp

⁶非会員 (株)エイト日本技術開発 国際事業本部 (〒164-8601 東京都中野区本町5-33-11)
E-mail:kan-e@ej-hds.co.jp

筆者らは土木学会調査団（本隊）の1班として、2015年4月に発生したネパール地震の被害調査を行った。土砂災害と給水施設・発電施設の被害を中心に、道路・建物の被害も調査した。土砂災害はカトマンズ盆地の北部地域に顕著であるが、南部でも地震前から地すべりの兆候が見られた箇所の大規模崩壊や表層崩壊が見られた。ネパールの道路は構造物が少なく、無処理の切土法面や自然斜面が多いため、6～9月のモンスーンによる被害が懸念された。給水施設は盆地内に10箇所あったがいずれも大きな被害はなく、高台にある施設で敷地境界の斜面崩壊の影響を受けたものがあつた。また発電施設では、ロックフィルダムの沈下に伴う軽微な亀裂や、昨年の土石流で損傷していた取水堰の門柱基部の曲げ破壊や開水路の大きな亀裂と沈下などが見られた。

Key Words : Kathmandu, Earthquake damage, Landslide, Rock-fill dam, intake facilities

1. 調査概要

本隊による被害調査は、日本地震工学会・土木学会・地盤工学会の共同派遣で行われ、筆者ら6名は土木学会調査団（団長：横浜国大長井教授）を構成する1班として参加した。

現地での調査は、5月25日の午後から30日の昼まで実施し、行程と調査地点の具体は表-1.1および図-1.1の通りである。学会の先遣隊の報告¹⁾⁵⁾やJICA案件のための事前調査⁶⁾と現地でのトリブバン大学准教授Ranjan Kumar Dahal氏とJICA専門家の水橋雄太郎氏のご協力により、効率的で有意義な調査ができた。

2. 地震の大きな特徴

地震および地震動の詳細は他の論文に譲り、ここでは、大きな特徴だけに触れることとする。

ネパールの北部にあるヒマラヤ山脈は、インドプレートとユーラシアプレートが衝突し、インドプレートが潜り込む際に、間にあつたテーチス海堆積物が圧縮されて盛り上がったものと言われ、2015年4月25日のネパール地震は、図-2.1のようにそのプレート境界⁷⁾で発生したマグニチュード7.8～7.9の大地震であつた⁸⁾。カトマンズのUSGS地震観測点では、図-2.2の記録⁹⁾が得られ、最大加速度は0.2gに達しておらず、水平動に非常に長い周期の卓越が見られる。調査拠点にしたカトマンズ市は、震源

表-1.1 調査行程

日程および調査・訪問先	
5/24(日)	羽田に集合, 深夜便にて出国
5/25(月)	バンコク乗継ぎ, カトマンズに午後着／市内被害視察／トリバン大学准教授 Ranjan Kumar Dahal 氏とミーティング
5/26(火)	NEA 水橋氏 (JICA 専門家) 同行で, ファーピング地区の地すべり被害調査(谷埋め盛土の道路と水道幹線)／Sisneri 南東部 Bagmati 川沿いの地すべり被害調査／クレカニダムの被害調査
5/27(水)	【地すべりチーム】 トリスリ川上流で3か所の地すべりを調査／トリスリ～ベトラワディ間の河岸段丘上の村で多くの建物被害を確認／中国国境に向かってドゥンチェまで行って戻る。 【インフラチーム】 KB 道路の被害, バンスバリ浄水場の地すべり被害, ホライズン(高層建物)の被害, バラジューの建物被害を調査
5/28(木)	NEA 水橋氏 (JICA 専門家) 同行で, シンドウパルチョウクのバラビセ調査／激甚被害地の建物被害状況の他, 途中のスンコシダム, 地すべり被害を調査
5/29(金)	【地すべりチーム】 バンスバリ浄水場敷地内の斜面崩壊調査／ファーピング地区の地すべり調査 2 【インフラチーム】 バクタプールの建物被害調査／KB 道路被害の調査(2 回目)／液化化箇所(Bagdol～Basnetgaon) 【共通】 国土交通省復興支援調査団の運上氏とミーティング
5/30(土)	AIT コンサルティングの Dr.Naveed 氏と情報交換／カトマンズ発, バンコク乗継ぎ
5/31(日)	早朝羽田着

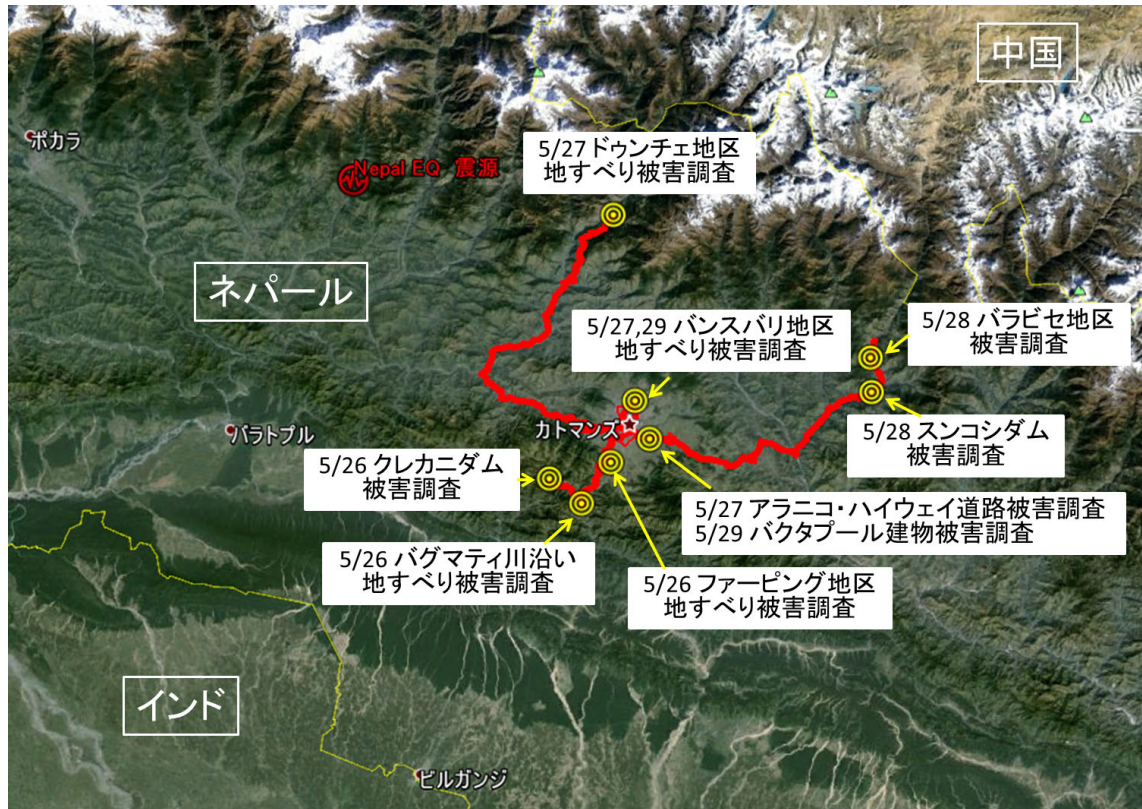


図-1.1 調査地点

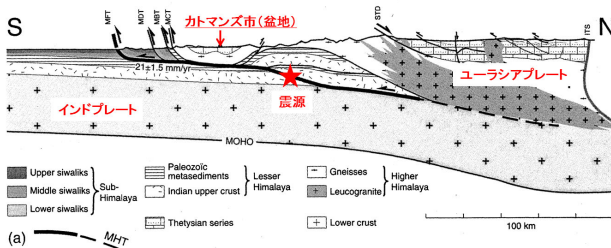


図-2.1 震源断層の位置⁷⁾

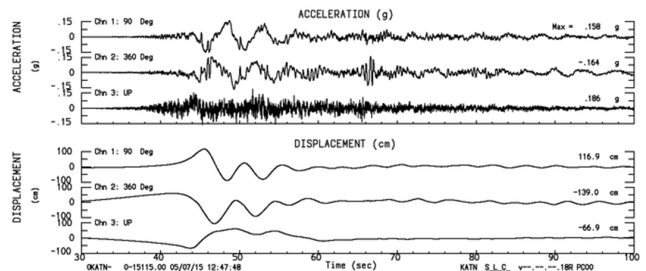


図-2.2 加速度波形 (USGSによるカトマンズ観測点)⁹⁾

断層の真上にあった割りには被害が少なかったが、この最大加速度が小さかったことと長い固有周期を持つ超高層のビルやタワーが無かったことが幸いし、水平耐力の小さい石積・れんが積の建物に被害が集中したようである。なお、周辺の斜面は急峻なため、至る所で大小の落石や地すべりが発生した。6～9月の雨季には日本の約2倍の雨が降り、土砂災害の発生が懸念された。

3. 道路法面・斜面の被害

(1) ファーピング-クルカニ道路

震源から離れたカトマンズ盆地南側については、これまで地震被害の情報は少ないが、筆者らは事前の衛星画像判読により、地震により発生した可能性がある斜面崩壊地形をいくつか把握した。この地震による崩壊可能性箇所を確認すべく、ファーピング-クルカニ道路およびその支線の状況を調査した。

a) 地形および地質状況

ファーピング-クルカニ道路は、カトマンズ盆地より南南西に延びる道路である。道路周辺斜面は、カトマンズ盆地内では30度以下の比較的緩斜面が広がり丘陵状の地形を呈している。一方、調査区間南部の山岳部では30～45度程度の急斜面が広がっている。

地質としてはカリガンダキ変成岩類の分布域¹⁰⁾であるが、調査区間南部では花崗岩類の貫入岩が確認できた。

b) 被災状況

カトマンズ盆地南縁のファーピング-クルカニ道路の支線にあるファーピング地区において写真-3.1に示す顕著な地すべりが発生し、道路が完全に崩落するとともに、道路に埋設されていた水道の送水管が破断した。聞き取り調査によると、地震発生前から亀裂などの変状があった箇所が地震動により拡大し、その後3日程度かけて大きく変動したとのことであった。現地調査の結果では、地すべり規模は幅45m、斜面長170m、推定移動土塊量約20,000m³、水平移動量は約27mであった。基盤岩は軟質化した泥質片岩であり、その上位を崩積土および段丘堆積物が被覆していた。主な移動土塊はこの崩積土、段丘堆積物である。被災原因としては、現地に多量の湧水が認められたことから、風化した泥質片岩を不透水層とし、その上位の崖錐堆積物および段丘堆積物中に地震動による過剰間隙水圧が発生したためと想定される。この過剰間隙水圧の発生により地すべり活動が活発化するとともに、すべり面強度の低下が生じ、徐々に崩落したものと考えられる。今後のモンスーン季の降雨により地すべり活動が活発化する可能性が考えられる。

この他の被災としては、道路切土法面の表層崩壊や、



写真-3.1 カトマンズ盆地南縁に発生した地すべり

斜面部の微小な凸型部から発生した大規模な落石が見られたが、調査区間で確認できた被災箇所数は3箇所程度であり、少ないものであった。

(2) パサン-ラミュ・ハイウェイ

a) 地形および地質状況

パサン-ラミュ・ハイウェイは、本震の震央とカトマンズ盆地のほぼ中央を南北に通過する道路である。調査区間のうちラレポウア付近までの南側は河岸段丘面上を通過しほぼ平坦である。このため、道路被害は認められなかったが、河岸段丘の縁部では幅30m程度の表層崩壊が多く発生していた。

一方、ラレポウアより北側では傾斜40度程度の急斜面が広がっている。ラレポウアからカリカズサン区間は急峻な尾根部を九十九折で標高を上げていき、カリカズサン付近からダウンチェ付近では、概ね山頂から河床までの間の中腹部を通過している。河床と道路の比高差は数百mに達する。この山岳部ではカリガンダキ変成岩類および高ヒマラヤ変成岩類が分布¹⁰⁾している。ラレポウアから山岳部に至る九十九折区間では非常に風化し土砂化した花崗閃緑岩が一部にみられた。

b) 被災状況

ラレポウアからカリカズサン区間の花崗閃緑岩分布区間で、写真-3.2に示す尾根先端のやや深いすべり崩壊が発生していた。崩壊規模は幅60m、斜面長50m、推定移動土塊量16,000m³程度であった。移動形態としては、尾根部にほぼ直線状の亀裂が多数発生しており、滑落崖の傾斜もほぼ垂直であることから、トップリング的な変位がやや卓越していた。被災原因としては、移動土塊がほぼ乾燥していること、湧水も認められなかったことから、地震動が直接作用して崩壊に至ったものと考えられる。また、この被災区間では、周辺に古い滑落崖が見られることから、過去にも崩壊が発生し、落ち残っていた土塊が地震動により不安定化したものと考えられる。

なお、この他の道路被害としては道路切土法面の表層

崩壊や斜面部の微小な凸型部から発生した大規模な落石が多数見られた。

道路切土法面の表層崩壊は幅30m程度のものが多く、発生箇所としては写真-3.3に示すように尾根側部のものが多く見られた。

一方、落石は写真-3.4に示すような斜面上の微小な凸型部や遷急線付近を発生源としているものが多く見られた。

(3) アラニコ・ハイウェイ

a) 地形および地質状況

アラニコ・ハイウェイは2015年5月12日に発生した最大余震とカトマンズ盆地間を東西に通過する道路である。比較的河床付近を通過しておりパサン-ラミュ・ハイウェイと異なり河床との比高差は100m程度までの区間が多い。道路脇の斜面傾斜は30～40度以上と急峻である。

地質的には、やや低変成のカリガンダキ変成岩類が主体を占めるが、ところどころで変成度の高い高ヒマラヤ変成岩類も認められた。

アラニコ・ハイウェイ沿いには多くの地すべり地形が見られる他、この地すべり活動により生じたと考えられる大規模でほぼ垂直に近い露岩地帯が道路上部に広がっている特徴がある。

b) 被災状況

アラニコ・ハイウェイでは、落石、表層崩壊、地すべりなど変動形態の異なる多くの道路被害が認められた。

落石は最も多く見られた被害形態である。落石の規模は様々であるが、大きいものは写真-3.5に示すような径4m程度に達するものも認められた。落石の多くは、道路上部斜面の地すべりにより形成されたと考えられる急峻な岩盤露頭から供給されたものと考えられる。

表層崩壊は、落石について多く発生している。発生箇所としては、無処理の道路切土法面に多く、幅30m程度のものが主体であった。表層崩壊ではグーグルマップ等の確認により本震により発生し最大余震により拡大したものも確認された。崩壊規模としては幅30m程度のものが多いが、写真-3.6に示すパラピセ付近のものでは幅100m程度に達するものも認められた。崩壊土塊としては、スンコシからパラピセ区間では段丘堆積物が主体であり、これより北側の高標高部にあたるパラピセからチャクウ区間では段丘堆積物が分布せず岩盤を主な崩壊土塊としていた。表層崩壊の発生原因としては、土塊の湿潤化や湧水が見られないことから、地震動により直接的に崩壊したものと考えられる。

地すべりは、主にパラピセからチャクウ付近で認められた。写真-3.7に示す代表的な地すべり変状は道路路面での幅が150m程度であり、明瞭な段差を形成している。



写真-3.2 尾根先端に発生したやや深い崩壊



写真-3.3 表層崩壊の一例



写真-3.4 落石の一例

発生原因は不明確であるが、元来の地すべり地が地震動により再滑動したものと考えられる。

(4) 被災発生箇所の特徴

ネパールでは急峻な山腹に切土を主体とした道路を建設している。特に近年、車両の大型化の影響もあり、切土規模が大きくなっている。また、この切土法面は無処理法面であり、法面整形も十分になされていないため、落石や表層崩壊が発生しやすい状態にある。

このような道路事情にもより、落石は道路法面や上部斜面の微小な凸型部や露岩部から発生していた。

表層崩壊については主に無処理の切土法面で発生している。特に尾根地形部の側部や段丘堆積物分布域で多く

認められた。

やや深いすべりについては、発生箇所自体は少ないが、尾根先端を切るような形で発生しており、トッピング的な変動形態を示しているものも見られた。

これらの落石や表層崩壊、やや深い崩壊については、地下水の影響が認められないものが多く、主に地震動を直接的な発生原因としているものと考えられる。カトマンズ盆地内で観測された長周期の地震動とは、異なる地震動特性が影響している可能性も考えられる。

地すべりについては、河床との比高の大きなパサンラミュ・ハイウェイの道路沿いではほとんど確認できず、相対的に河床との比高の小さいファールピング・クルカニ道路の支線やアラニコ・ハイウェイに見られた。いずれも地すべり末端は河川に達していると考えられることから、河床侵食により現時点で地すべりが形成されている斜面が地震動そのものや地震動による過剰間隙水圧の発生により再滑動したものと考えられる。

(5) 道路被災の今後の対応について

このように今回の本震やその余震により調査区間では多くの道路被害が発生していることが確認できた。ネパールでは6月から9月にかけて雨季を迎えているため、地震動により緩んだ斜面や変動した斜面が降雨によりさらに滑動を活性化させる可能性が高い。特に表層崩壊や落石など移動速度の速い現象では、今後の復旧・復興への支障となることも予想される。

現状での対応は崩落土砂の撤去、段差の埋戻し程度であり、抜本的な対策は実施されていない。また地形的にも抜本的な対策の実施は困難である。このような現状を踏まえ、二次被害を防ぐためには道路管理者等による継続的な監視体制の構築や通行者への啓発活動が重要になると考えられる。

4. 水道及び発電施設の被害

(1) 水道施設

カトマンズ盆地内には10箇所の給水システムが存在し、これらはカトマンズ盆地水道公社KUKL (Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited) が経営している。カトマンズ盆地内に関しては、今回の地震で施設そのものが大きな被害を受けたものは報告されていないが、3章で示したようにファールピング地区での斜面災害の影響で送水管が破断したものや、写真4.1に示すようにバンスバリ浄水場がある高台の敷地境界で斜面崩壊が発生し、応急対策が必要となったものがあつた。

(2) 発電施設

ネパールは電力の9割を水力発電に依存していること



写真-3.5 落石の一例



写真-3.6 表層崩壊の一例



写真-3.7 地すべりによる路面変状



写真4.1 バンスバリ浄水場沈澱池

から、国内に発電用ダムが各地に建設されている。ここでは2箇所の調査結果を報告する。

a) クレカニダム

クレカニダムは 1982 年に建設されたロックフィルダム（堤高 114m，堤頂長 406m，有効貯水量 7300 万 m^3 ）である。

図4.1 に示すように，主な被害は堤体クレスト部にクラックが長さ約 100m にわたって生じたもので，写真4.2 に示すように，このクラックの上流側が最大約 10cm 沈下しており，上流側法肩部分がすべり変形したものと見られる．ただし被害は軽微であり，クラックもグラウト充填により補修済のため，直ちに安全上問題となる状況ではないと考えられる．

一方，写真4.3 に示すようにダム湖周囲の法面がダム湖のスロッシングにより洗掘されており，全体で 100 箇所以上同様の被害を受けたとのことである．スロッシングは周期 10 秒程度の非常にゆったりとしたものだったようである．

その他，ダムを守衛するネパール軍の宿舎等に一部被害が見られた．

b) スンコシダム

スンコシダムは，写真4.4 に示すように 1971 年に中国政府の援助により建設された取水堰形式の発電用ダムである．このダムは，図4.2 に示すように昨年 8 月，直上流の大規模地すべりで形成された天然ダムの決壊による



写真4.3 ダム湖法面の洗掘状況



写真4.4 スンコシダム全景

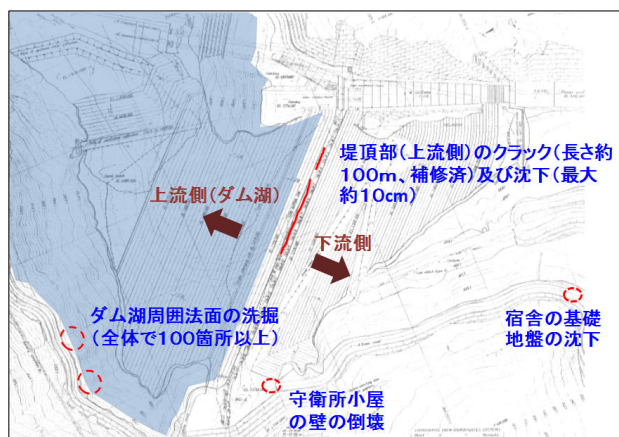


図4.1 クレカニダムにおける被害概要¹⁾



写真4.2 クレスト左岸上流側の沈下



図4.2 スンコシダムにおける被害概要

土石流で被災し，復旧工事に着手しようとした矢先に今回の地震に見舞われ，被害が拡大した．

主な被害は，写真4.5に示すようにRC造の門柱基部に曲げ破壊が生じ，柱上の操作台床版も下流側に10～15cm程度移動した．ただし，操作台の移動は今年の土石流によるものかも知れない．また，写真4.6に示すように取水ゲートから発電所に通水する開水路の底版に大きな亀裂と沈下が見られた．この水路は無筋である．



写真-4.5 門柱基部の曲げ破壊



図-5.1 KB道路の被害概要



写真-4.6 開水路底版の亀裂



写真-5.1 道路横断方向の段差（上り車線，終点側）

5. 道路の被害

カトマンズ市内からバクタプールに向かうアラニコ・ハイウェイは、KB 道路もしくは Japan road と呼ばれ、JICA 支援により 3 年前に建設された 4 車線の幹線道路である。被害はトリブバン国際空港の東方 1km 付近で生じ、路面に発生した顕著な亀裂や段差等により、通行障害が発生した。

主な被害は図-5.1 に示すように旧河道部を横断する谷埋め盛土の前後で生じており、その範囲は延長約 300m に及ぶ。段差は道路横断方向や縦断方向に最大で 1.0 ~ 1.5m 程度生じており、調査時点では、写真-5.1、写真-5.2 のようにすりつけによる応急復旧がなされていた。また、道路周辺の地盤にも図-5.2 のように多くの地点で亀裂や段差が生じており、谷埋め盛土の問題というよりは、地盤そのものが局部的に変形したように見られる。

なお、近隣住民によると、写真-5.3、写真-5.4 のような大きな亀裂や段差は地震の直後に生じたとのことであり、また、この付近には Black Soil という軟弱層が存在しているという情報を得た。



写真-5.2 道路縦断方向の段差（下り車線，終点側）



図-5.2 道路周辺の被害概要



写真-5.3 道路南側の住宅地における地盤の段差



写真-6.1 倒壊して瓦礫と化した柱・梁構造の建物



写真-5.4 道路北側の材木工場における地盤の亀裂・段差



写真-6.2 粉々になった倒壊建物

6. 建物の被害

ネパールの建築物は、組積造（masonry：れんが積、石積）が大半を占め、粗悪なれんがが建築のため次の「三重苦で被害が拡大した（東京大学目黒教授談¹²⁾）」と言われる。

瞬時に壊れるため、逃げ出す余裕がない。

倒壊すると細かいがれきに埋もれ、生存に必要な空間がなくなってしまう。

ほこりを大量に吸い込むと呼吸もできなくなる。

一方で、RC柱・梁構造の建物は、ほとんど倒壊していない。以下に、4つの地区での典型的な被害を示す。

(1) カトマンズ市内

市内はRC柱・梁構造の建物が多く、総じて被害が少ない。RC柱・梁構造は崩れにくく、写真-6.1の奥の建物群のように大きな損傷は見られないが、柱・梁の架構内の壁に詰めたれんがが崩れ落ちると写真の手前のように瓦礫の山になるようである。れんがが抜けると層間変位が大きくなり、ハンチのない細い柱・梁では抵抗できず、建物が倒壊すると推測される。写真手前のように鉄筋だけになってしまっている部分が長く、異形鉄筋の節が小さいこともあり、コンクリートとの付着力が小さいと思われる。

(2) バクタプール

この地区の建物は、柱も壁と同様のれんが積みで、戸・窓の枠と床が木造の組積造が多い。れんがが古いのか強度が低いのか、れんがが崩れると写真-6.2のように粉々になってしまう。倒壊しなかった建物も、れんがの目地に隙間が空いていたり面外にはらみ出している。

(3) バラピセ

この地区では、れんが積建物の被害より、石積建物の被害が多く見られた。崩れた石には目地材の付着が少なく、れんが積みと同程度以下の目地のせん断強度と思われる。したがって、単位体積重量が大きい石積建物の方が、先に壊れたのであろう。崩れると写真-6.3の左のようにバラバラになる。倒壊を免れた石積建物の柱・壁も目地材が少ないことが分かる。

(4) パークビューホライゾン

カトマンズ市内の高台に、17階建ての高級マンション「パークビューホライゾン」がある。前掲の図-2.2の長周期成分の影響が気になったが、日本建築学会の「建築物の耐震設計資料」に示される階層数を元にした固有周期の推定式（谷口式 $T = 0.07 \sim 0.09 N$ ）では1.4秒程度であり、共振は起きなかったようである。



写真-6.3 倒壊を免れた建物も石積の建物



写真-6.4 高層マンションのひびわれ

どの階も、写真-6.4のように、柱・梁と壁・窓枠の間、および壁内に下層ほど大きなクロスのせん断ひびわれが入っていた。このような高層ビルでも、壁はれんが積みであった。

(5) れんがは瓦礫にあらず

崩壊した寺院のれんがが木材と分別されて積まれており、個人所有と思われる崩れたれんがも、写真-6.5のように、1つ1つ丁寧に運び出して、積み上げられていた。れんがを積み直して再構築するのが慣習のようである。



写真-6.5 崩れた建物のれんがの整理

7. おわりに

ネパールの首都カトマンズは、M7.8～7.9の地震を約80kmの近さで受けたが、加速度が大きくならなかったことが幸いし、大被害は、耐震設計をしていない組積造の建物と、周辺の無処理の切土法面と自然斜面に集中していた。

加速度が大きくならなかった理由については、プレート境界の固結具合や面圧によりそうであるが、地震学の研究に期待したい。

組積造の建物は、目地材のセメントも少なく、慣性力でれんがや積石がずれ落ちると上階や屋根を支える力を失い、瞬時に瓦礫の山と化し、多くの人命を奪った。耐震補強法は自明であるが、ネパール国民の経済力では日本と同じ仕様は適用できない。これはわが国においても、過疎化した村のインフラ施設に大都市と同じ耐震性能を要求して費用を負担するのが望ましいのかという問題に通じると思う。その国や地域の経済力や風土・文化に基づく価値基準に応じて復旧を含めて考える耐震性能を合理的に設定できる考え方の開発が望まれる。

なお、震災後に世界銀行等が主催したPDNA (Post Disaster Needs Assessment = 災害後ニーズアセスメント) では、今回の地震からの復興に必要な費用を約67億ドル (約8,200億円) と試算した¹³⁾。これには、第3回国連防災世界会議において採択された「仙台防災枠組2015-2030」に基づき、「Build Back Better」すなわち被災地を単に被災前の状態に戻すのではなく、より強靱な状態への復興を実現するというコンセプトが反映され、そのための費用も計上されている。

今回の地震を契機として、ネパールがより災害に強い国になるよう、日本の知見と経験を活かした支援を続けていくことが求められるであろう。

謝辞：今回の被害調査に際して、JICA専門家の水橋雄太郎氏とトリブバン大学のRanjan准教授に、多大なご協力をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 三宅弘恵：2015 年ネパール・Gorkha 地震テクトニクス・震源・地震動について、ネパール地震地震被害調査結果速報会、2015。
- 2) 清野純史：ネパールの構造物事情について、ネパール地震地震被害調査結果速報会、2015。
- 3) Okamura, M., Mori, S., Bhandary, N.P., Narayan, S., Deepak, Sweata, Umesh, Hazarika H., and Fukuoka, H.: Nepal Gorkha Earthquake, 2015, ネパール地震地震被害調査結果速報会、2015。
- 4) Kiyota T., Katagiri, T., Pokhrel R.M., Chiaro, G., Goda, K., and Sharma, K.: Preliminary damage survey report on 2015 Nepal Gorkha Earthquake, ネパール地震地震被害調査

結果速報会，2015.

- 5) 目黒公郎，沼田宗純，藤生慎，R. グラゲン：2015 年ネパール・グルカ地震被害調査速報（目黒グループ），ネパール地震被害調査結果速報会，2015.
- 6) 国際協力機構：ネパール国カトマンズ盆地における地震災害リスクアセスメントプロジェクト詳細計画調査結果報告書，2014.
- 7) J. Lavelle and J. P. Avouac，Fluvial incision and tectonic uplift across the Himalayas of central Nepal，JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH，VOL.106，NO.B11，pp. 26,561-26,591，2001 年 11 月に加筆.
- 8) R. K. ダハル，長谷川修一：ネパール・ヒマラヤ，カリガンダキ川トレッキング・ルート応用地質学，日本応用地質学会中国四国支部平成 19 年度研究発表会発表論文集，pp.67-72, 2007.
- 9) Center for Engineering Strong Motion Data (CESMD)から引用.
- 10) 酒井治孝：日本地質学会 HP<<http://www.geosociety.jp/hazard/content0087.html>>
- 11) JICA 専門家，水橋雄太郎氏提供資料に加筆
- 12) 産経ニュース：粗悪れんが 被害集中/発生から 1 カ月/震度 5，瞬時に倒壊，2015.5.24，<<http://www.sankei.com/world/news/150524/world1505240017-n1.html>>
- 13) International Conference on Nepal's Reconstruction 2015: Post Disaster Needs Assessment, 2015.

(2015. 9. 11 投稿)

REPORT ON FIELD SURVEYS FOLLOWING 2015 NEPAL EARTHQUAKE

Tsutomu TANAKA, Yasumasa FUJIWARA, Masashi INOUE,
Masahiro HAMANO, Tasunori ISHIDA and Erina KAN

Author's group conducted field survey after the 2015 Nepal earthquake as one of the JSCE survey groups. Our group investigated mainly the damage of landslide, water-related facilities and power generating facilities as well as that of road and building. This paper summarizes our findings through the field survey as follows. Firstly, the damage of landslide was occurred mainly on the northern part of Kathmandu Valley, while some damage of large-scale landslide and shallow landslide were found on the southern part of the valley. Secondly, in the aspect of road, since road structures were not developed sufficiently and there are many untreated cut-fill slopes and natural slopes, the damage at road is suspected to increase in monsoon season. Thirdly, ten water-related facilities in Kathmandu Valley were not damaged, but one of them is affected by the landslide at the site boundary. Finally, in the aspect of power generating facilities, one of rock-fill dam had minor crack damage due to small subsidence, while another dam got flexural failure at the bottom of intake weir and subsidence and big crack at the open channel.