



2015年4月ネパール地震被害

第1次調査報告

—地震の概要と建物被害情報収集—

—

2015/7/11

第8回名大—防災科学研究交流会

国立研究開発法人
防災科学技術研究所
社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット
大角 恒雄



出張期間： 平成27年5月26日(火)— 6月2日(火)、8日間

(大角のみ6月5日まで、10日間)

調査人員： 井上 公 団長, UAV被害マッピング
大角恒雄 建物被害情報収集
今井 弘 組積造住宅被害
伊勢 正 災害リスク情報利活用

相手機関： NSET(National Society for Earthquake Technology)

	井上 団長・UAV	大角 建物被害	今井 組積造住宅	伊勢 災害リスク情報
5/26 火	羽田発 0:20 Bangkok経由、Kathmandu着 12:25, JICA事務所訪問、 Kathmandu市内 NSET調査計画協議 トリブバン大学			
5/27 水	NSET, KVDA	Bhaktapur, Thimi, Lalitpur		日本人会、電力社
5/28 木	NSET	Sankhu		避難所 日本大使館
5/29 金	NRRC,保健省 Kathmandu中心部 北東部山地Dolakha郡Charikot市			
5/30 土	Sanku	Kirtipur, Khokana Sankhu	Sankhu	市内(日本人他)
5/31 日	北中部山地Nuwakot郡、Rasuwa郡			カトマンズ市役所
6/1 月	NSET, KVDA	報告書作成, NSET		市内(僧侶他)
6/2 火	日本大使館報告会(JICA調査団、土木学会、地すべり学会、防災科研合同) カトマンズ発 NSET カトマンズ発13:30/バンコク経由			
6/3 水	06:55帰国	NSET		06:55帰国
6/4 木	NSET, 出国			
6/5 金	06:55帰国			

調査ルート



建物被害情報収集



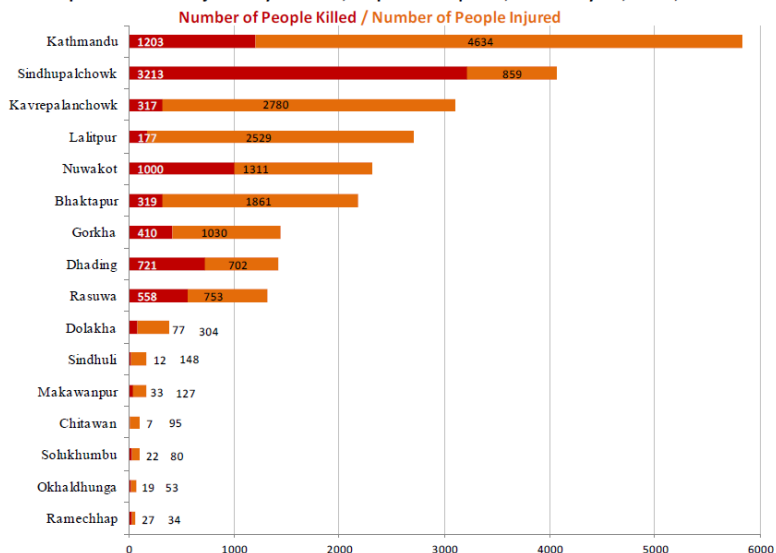
概要

本調査は、防災科学技術研究所の開発する、災害発生時の被害推定システムの一部である、衛星画像による広域被害推定手法の検証のための地域別被害統計情報の収集状況の把握及び今後のデータ入手方法の確認を第一の目的とした。次に衛星情報に対するグラウンドトゥールズ取得のための特定の区域における詳細被害調査の予備調査を実施する。同時に、被害推定に必要な、建物分布・時間帯別人口分布等の、ネパールに固有の事項の把握、その他一般的な被害情報の把握、被害構造物と被害が軽減された構造物の差異を把握した。

調査項目

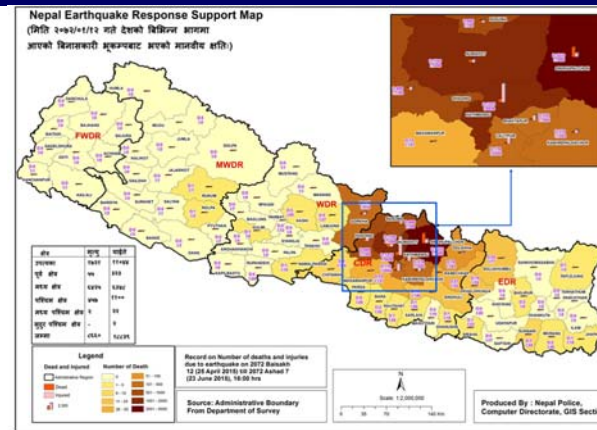
- 関係機関の被害統計情報の現状把握と今後のデータ入手方法の把握、国勢調査データ及び発災後の地域別死傷者数等の時系列把握等
- グラウンドトゥールズとしての特定の区域を選んだ詳細被害調査のための調査地域・調査項目の選定およびサンプルとしての実地調査。被災前後比較写真の撮影。

People Killed and Injured by District, Nepal Earthquake, As of May 13, 2015, 10:00 AM



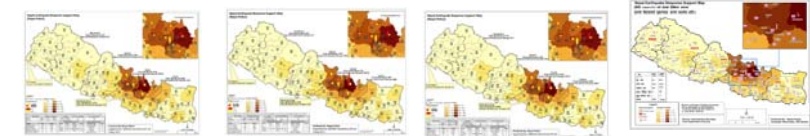
NSET RELEASES Situation Maps People killed and injured by district
http://www.nset.org.np/nset2012/images/download/Map_Final/people_killed_injured.pdf

死者数分布



22 June:
 Death 8,660
 Injured 18,839

Aftershock
 Death 172
 Injured 3,470



4 May: Death, Injured 6 May 7 May: 1 June:
 7,366, 14,371 7,736, 15,908 7,802, 15,920 8,532, 19,038

Ramche



Ramcheの地すべり。

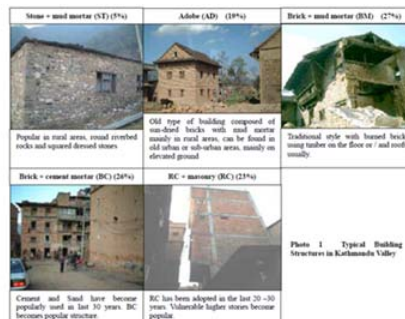
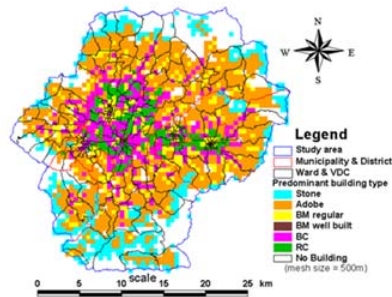


厚い崖錐が堆積している。



地すべりに巻き込まれた住宅。

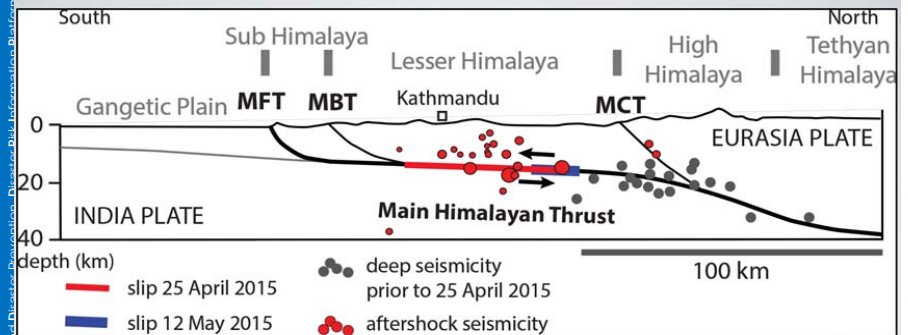
Kathmanduにおける建物種別の分布



JICA2002

犠牲者の多くがKathmandu北東のSindhupal Chok地区に集中要因
 1) 郊外・農村部は石造りの家が多く存在し、倒壊により多くの被害が生じ、重い石書構造の倒壊は多くの人命を奪った。
 2) 旧市街の被害はRC枠組の存在しないレンガ+セメント・モルタルの住宅。

Tectonic Context - Cross-Section



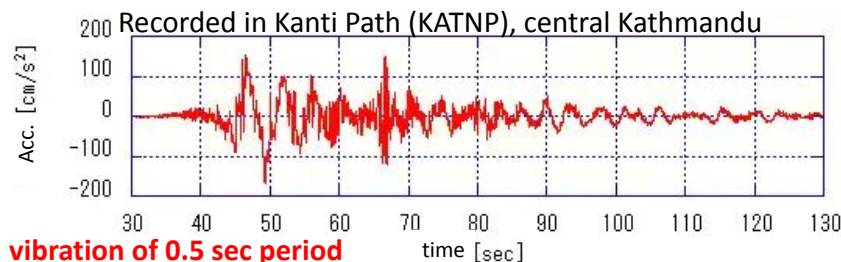
Generalized cross section showing the approximate locations of slip during the 25 April and 12 May 2015 ruptures on the Main Himalayan Thrust, and approximate aftershock locations of both events.

MFT = Main Frontal Thrust, MBT = Main Boundary Thrust, MCT = Main Central Thrust.

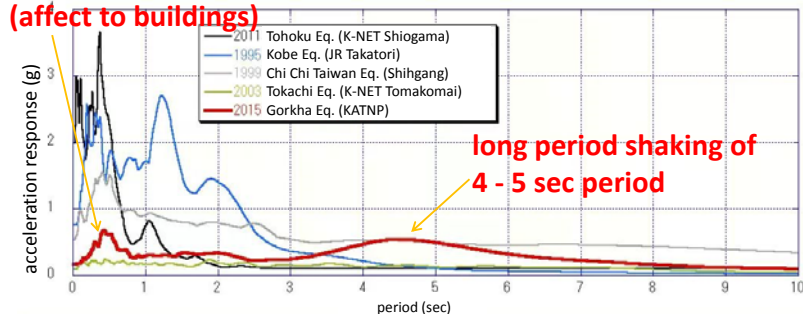
Cross section generalized after Lave and Avouac, 2001 and Kumar et al., 2006.

USGS: The April-May 2015 Nepal Earthquake Sequence

Strong Motion Record

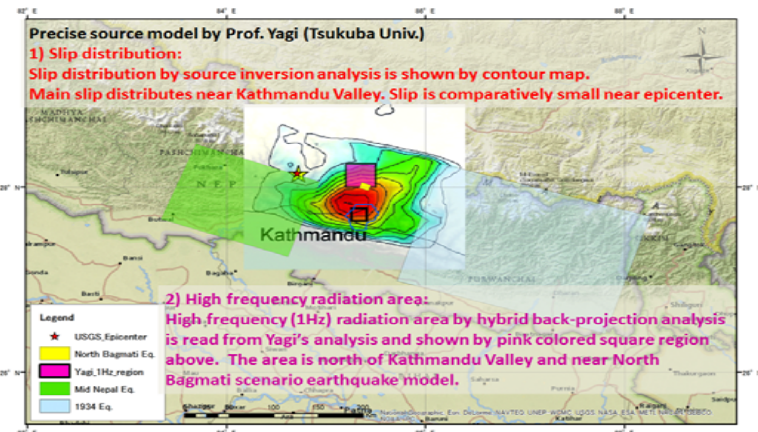


vibration of 0.5 sec period
(affect to buildings)



long period shaking of 4 - 5 sec period

2015年4月25日Nepal (Gorkha)地震



JICA(2002)及び八木・奥脇(2015)による

すべり量分布(震源過程インバージョンの結果)及び高周波(1 Hz)の波源解析(Hybrid Back-projectionの結果)の最大刻発生時刻分布とJICA2002の想定地震また、八木により、高周波成分放射領域が示されている。ネパールの建物の被害に関係する周期成分は、おもに1秒を中心とした高周波成分に関係していると思われる。

Bhaktapur: 被災前後比較写真の撮影:



■ Bhaktapur 2015, 2001, 1934after, 1934before



Bhaktapurマツラ王室が居住していた 55の窓を持つ王宮はトリパン大学Maskey教授とドイツ国際協力公社(GIZ)の耐震補強がなされ、1934年の地震のような被害は免れた。

Bhaktapur再建されていない寺院

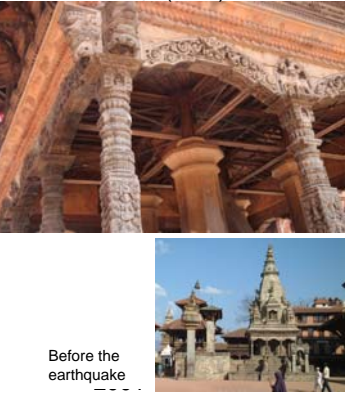


ネパール歴(現在が2072年)1990B.S.(Bikram Sambat)(1934A.D.)で崩壊した再建されていない寺院

Bhaktapurの鉄骨で補強された寺院



GTZIによる鉄骨で補強された Chasin Mandapa(前殿)



Before the earthquake

After the earthquake

Lalitpur: 被災前後比較写真の撮影:

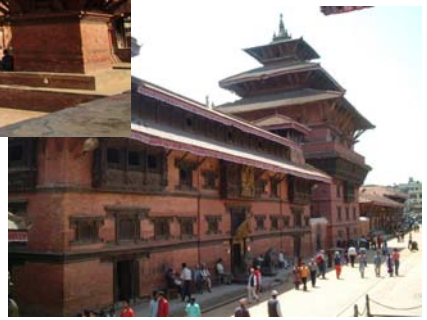


■ Lalitpur 2015, 2001



2015

Patan宮殿では住友財団が2013年にカトマンズ盆地保存トラスト(以下KVPT)に援助。

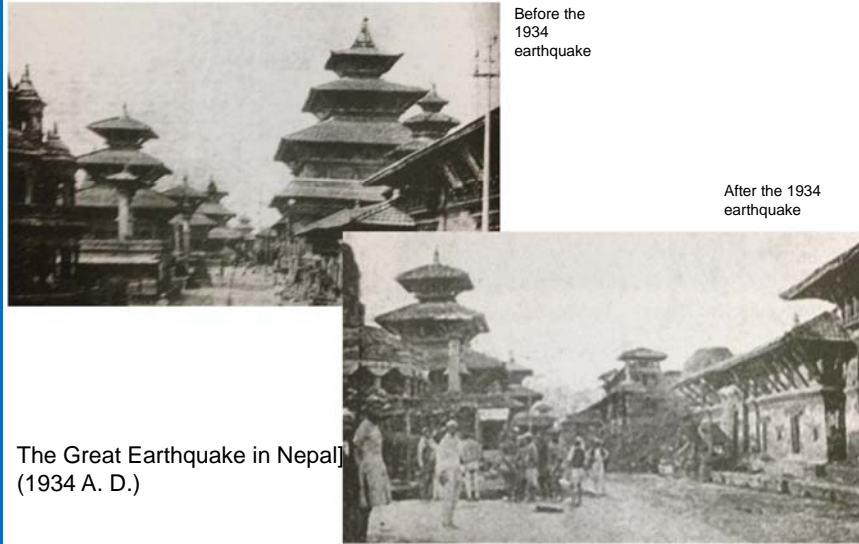


2001

Lalitpur: 1934年地震 被災前後比較写真の撮影:



Lalitpur



Before the 1934 earthquake

After the 1934 earthquake

The Great Earthquake in Nepal (1934 A. D.)

Kasthamandap Temple



a

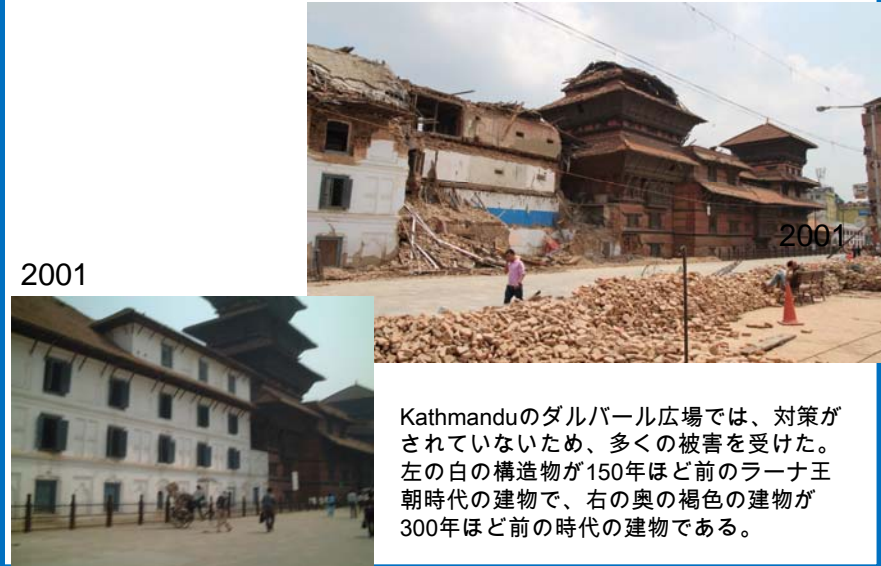
b

Bhaktapur



Darubaru Square 2015, 2001

2015



2001

2001

Kathmanduのダルバール広場では、対策がされていないため、多くの被害を受けた。左の白の構造物が150年ほど前のラーナ王朝時代の建物で、右の奥の褐色の建物が300年ほど前の時代の建物である。

Gongabu, Kthmandu



a

b

c

Kathmanduのリングロード内は、RC枠組を有する住宅が多く存在し、リングロード北西部Gongabuおよび南西部Sitapatlaの傾いた建物は川沿いの特に川が分岐する地点の軟弱地盤領域に被害が点在する。
Inside of the Ring Road in Kathmandu, the masonry with RC frame buildings were tilted. At Gongabu, northwest of Ring Road, and at Sitapatla, southwest of Ring Road, the building damages caused by soft ground area on the river branches.

West side of Swayambhu, Kthmandu

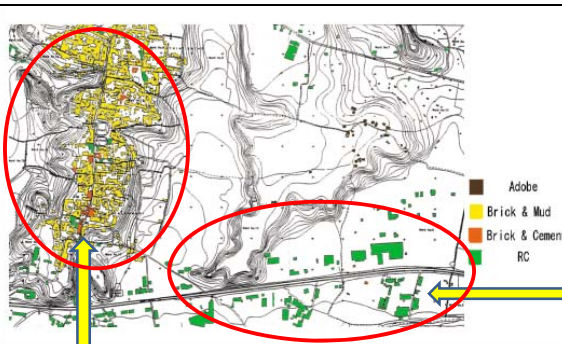


Swayambhu の近くのKathmanduのリングロード西側は、RC枠組を有する住宅が傾いていた。レンガの開口部は、隣接する建物が衝突したと思われる。

West side of the Ring Road in Kathmandu, the



Madhyapur Thimi



JICA 2002

a

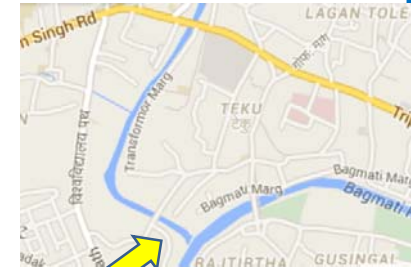


b

a: Sano Thimiでは、新しい建物が主体で、被害は軽減されている。

b: Thimiは小高い丘に位置する旧市街のOld Thimiでは、1934年で崩壊した住宅が築70年にもなり、多くの被害を受けた。

Bagumathi



Bagmatil川とTransformer川
の分岐点に位置する地点での倒壊した建物が、隣の建物を破壊した。

Sankhu



RCの建物は健全で構造形態の違いが顕著の現れた。Sankuの被害は甚大で、特にRC枠組の存在しないレンガ+セメント・モルタルの住宅が多くの被害を受けていた。

Sankhu



隅角部にRC枠組を持たない構造は、隅角部からクラックが生じる(a)。被害を受けた建物の外壁構造は、外側は降雨に耐える焼いたレンガのセメントモルタル目地でその内側は、日干レンガの構造(b)。

伝統的な四角に建物を囲む構造 (Bahal)



Building with Central Courtyard

Table 3 microtremor resort at Nakabaha(Nagbaha), Lalitpu

Measurements points	Response Amplitude	Predominant Frequency
1(North)	3.5	3.5Hz
2(East)	3.5	3.8, 6.5Hz
3(South)	2.3	2.0, 2.7, 3.2Hz
4(West)	3.5	3.5Hz

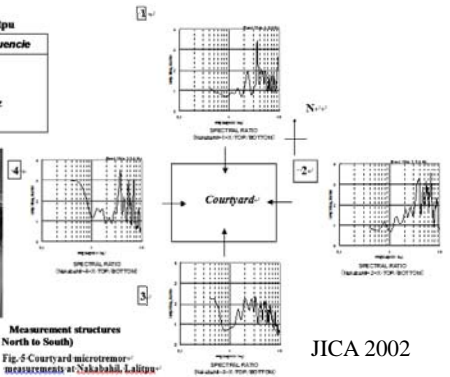


Fig.3 Measurement structure (From South to North)



Fig.4 Measurement structures (From North to South)

Fig.5 Courtyard microtremor measurements at Nakabaha, Lalitpu



JICA 2002

伝統的な四角に建物を囲む構造 (Bahal) は、耐震性に優れているが、建物の建て替えによってその構造が保たれていない箇所は、被害を受けた。

Bahal 構造の損失 (Bungamati)



レンガ造りの伝統工法は、想像していたものよりも強く、1934年の地震においても強震域で40%以上の伝統的レンガ造が残ったと言われている。

考察



- RCの建物は健全で構造形態の違いが顕著の現れた。
- 建物の損傷形態は大きく2つに別類される。一つは、川沿いの特に川の分岐点では、RC建物が傾いていた。もう一つは、丘に位置する旧市街のレンガ+セメントモルタルの住宅は、加速度によると思われる損傷であった。
- 旧王宮の歴史的建物は、対策を施したものと未対策では大きな差異が得られた。
- Kathmandu市内の被害は軽微で、Kathmandu北部、東部地域の被害は甚大。
- 旧市街の被害は甚大で、特にRC枠組の存在しないレンガ+セメント・モルタルの住宅が多く被害を受けていた。
- 郊外・農村部は石造りの家に多くの被害が生じ、重い石書構造の倒壊は多くの人命を奪った。
- グラウンドトゥースとしての特定の区域候補としては、Sanku, Thimi, Khokana等が考えられる。