

ネパール地震関連  
国際緊急共同研究・調査支援プログラム (J-RAPID)  
終了報告書 概要

1. 研究課題名：「カトマンズ盆地における地盤液状化の実態解明と液状化強度特性および揺れやすさ分布の調査」
2. 研究期間：2015年7月～2016年6月
3. 主な参加研究者名：  
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	岡村未対	教授	愛媛大学大学院	全体取りまとめ
共同研究者	東畑郁生	客員教授	関東学院大学	液状化調査
共同研究者	ネトラ バンダリ	准教授	愛媛大学社会協創学部	揺れやすさ調査
共同研究者	ナラヤン マラシニ	D3学生	愛媛大学大学院	液状化調査, 液状化試験
研究期間中の全参加研究者数			4名	

ネパール側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Surya Narayan Shrestha	Deputy Executive Director	National Society for Earthquake Technology- Nepal (NSET)	ネパール側 取りまとめ
共同研究者	Sujan Raj Adhikari	Geologist	National Society for Earthquake Technology- Nepal (NSET)	原位置調査
共同研究者	Indra Prasad Acharya	Lecturer	Tribhuvan University, Institute of Engineering, Pulchowk Campus, Dept. of Civil Engineer- ing	液状化調 査, 室内試 験
共同研究者	Dinesh Pathak	Director	Tribhuvan University Central Department of Geology, Himalayan Geo-disaster Research Center	現地微動測 定
研究期間中の全参加研究者数			4名	

4. 研究調査の目的

2015年 Nepal 地震では、カトマンズ盆地内での最大加速度は 200gal 程度以下と想定値よりかなり小さかったにも関わらず、複数の地点で地盤の液状化が確認されている。本研究では、今回の地震による液状化分布を明らかにし、原位置調査と室内試験による現地の土の液状化強度特性を解明し、また地盤の増幅特性を考慮することにより液状化予測法を高

度化することを目的とした。

本研究では、踏査による液状化発生地点の発見と確認、標準貫入試験及と PS 検層による地盤調査、サンプリング試料の室内試験を行い、現行液状化判定法のカトマンズの地盤に対する適用性を検証し、必要に応じて修正する。また、カトマンズ盆地全域における地盤の微動測定を行い、地震動の増幅特性分布を明らかにする。

本研究で明らかにされる液状化強度特性と揺れやすさ分布は、カトマンズ盆地における地震防災計画での液状化リスクおよび揺れの増幅による被害想定を格段に高めることが期待される。

液状化の正確な事例記録は、液状化判定法構築のための重要なデータである。カトマンズ盆地の地形的な特徴として、河川沿いの低平地は比較的狭く段丘が発達しているため、河岸から離れると大規模な噴砂痕はほとんど無い。従って、河岸から離れた地点での痕跡も特定し、カトマンズ盆地全体の液状化発生状況を把握するためには、早期の現地調査を実施することが必要である。現地調査は、液状化に関する広範な情報を得るためには現地の研究者の協力は重要である。また、物理的試験を実施する際の現場の選定や調整にも現地研究者の協力は不可欠である。

## 5. 研究調査の成果

### 5-1 研究調査の成果、被災地復興や今後の防災・減災への貢献

2015 年 Nepal 地震では、カトマンズ盆地内での最大加速度は 150~200gal 程度で、繰返し回数小さな地震動あったにもかかわらず、河川沿いの低平地の複数地点において地盤の液状化が発生したことを申請者らは地震直後に行った緊急調査において確認している。UN や JICA が行ったカトマンズ盆地の地震リスク評価における想定地震加速度は約 300gal と今回よりも大幅に大きなものであり、想定規模の地震発生時には大規模な液状化とそれによる被害が発生することを今回の液状化事例は裏付けることになった。

本調査・研究では、今回の地震によりカトマンズ盆地内で液状化した地点を網羅的に調査し、正確な液状化記録を作成するとともに、カトマンズ盆地堆積土の液状化強度特性を調べ、さらに地震動の増幅特性を考慮し、高度化したカトマンズ盆地の液状化予測を行った。

本研究では、はじめに踏査による液状化発生地点の発見と確認を行う。現地の口コミ情報や SNS による情報収集等による液状化した可能性の高い地点を抽出し、現地踏査と住民への聞き取り調査により精度の高い液状化発生図を作成した。

カトマンズ盆地の地盤は、雲母などの鉱物を多く含む湖成堆積物で形成されており、このような地盤での液状化の発生実態および液状化強度特性の調査・研究はほとんど行われていないので、本研究では標準貫入試験及と PS 検層による地盤調査、サンプリング試料の液状化試験を含む物理・力学特性試験を行い、粒子強度が小さく破砕性に富むカトマンズの堆積土の液状化強度特性を明らかにすると共に、N 値や P 波速度による液状化判定法を確立した。

地震の被害分布やこれまで行われた表面波探査結果のよると、地震動の増幅特性が盆地内でも場所によってかなり異なる。そこで、カトマンズ盆地全体の 100 地点以上において微動測定を行い、地盤の固有周期分布を明らかにした。

以上の調査研究結果を基に、カトマンズ盆地の液状化判定法を構築した。

### 5-2 国際連携の成果

ボーリングや標準貫入試験及び採取した土質試料の室内試験は地盤物性を調べる基本的な調査法であり、液状化の判定のみならず構造物基礎の設計のために必須の設計定数を与えるものである。本研究ではネパールの地盤調査会社 2 社による原位置調査を行ったとこ

る、使用する調査機材および調査技術レベルの低さから、日本の実務では考えられないような結果が得られることがままあった。

- ・本研究のネパール側代表者の所属する NSET ではこの問題の重要性を認識し、愛媛大学と共同で NSET の職員 1 名を渡日させ、地盤調査会社で 1 週間の研修を実施した。

- ・NSET ではボーリングおよび標準貫入試験機と PS 検層機器の購入を決めた。これにあわせて NSET の職員およびネパールの技術者を対象とした地盤調査及び土質試験の研修を行う計画を立て、2017 年から実施する予定である。

- ・愛媛大学と NSET は NSET の職員を愛媛大学大学院の修士課程で受け入れ教育する学術交流協定を締結した（調印式は本年 10 月、カトマンズにて実施）。このスキームを用いて、NSET およびネパール技術者の人材育成を支援する仕組みが整い、2017 年度から愛媛大学で学生を受け入れる。

6. 本研究調査に関連したワークショップ等の開催、主な口頭発表・論文発表・その他成果物（例：提言書、マニュアル、プログラム、特許）、受賞等

発表/ 論文/ 成果 物等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主催したワークショップ、セミナーなど：名称、開催日</li> <li>・口頭発表：発表者名、タイトル、会議名</li> <li>・論文：著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年</li> <li>・その他成果物（例：提言書、マニュアル、プログラム、特許）、メディア</li> </ul>
論文	Okamura, M., Bhandary, N.P., Mori, S., Narayan, M. and Hazarika, H., Report on a reconnaissance survey of damage in Kathmandu caused by the 2015 Gorkha Nepal Earthquake, Soils and Foundations, Vol.55, No.5, pp. 1015-1029
口頭 発表	岡村未対, 「2015ネパール大地震による液状化被害」, 地盤工学会四国支部技術研究発表会, 徳島市, 11月3日