



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Construction of 3-D Velocity Structure Model of the Kathmandu Basin, Nepal, based on Geological Information and Earthquake Ground Motion Records [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Bijukchhen, Subeg Man
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13350号
Issue Date	2018-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71839
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Subeg_Man_Bijukchhen_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士(工学)	氏名	Subeg Man Bijukchhen
審査担当者	主査 准教授 高井 伸雄		
	副査 教授 岡崎 太一郎		
	副査 教授 飯場 正紀		

学位論文題名

Construction of 3-D Velocity Structure Model of the Kathmandu Basin, Nepal, based on Geological Information and Earthquake Ground Motion Records
(地質情報および地震観測記録に基づくネパール・カトマンズ盆地の3次元速度構造モデルの構築)

将来起こりうる大地震に対して、ある地点・地域の地震動を適切に評価することは、防災政策立案・各種構造物の設計等にとって重要である。近年では地震動予測手法が高度化され、構造物の耐震設計や地震防災行政において予測地震動が活用されている。大都市が位置する堆積盆地における高精度な地震動予測では3次元の速度構造モデルが必須である。これらモデルは観測された地震記録によって検証されるべきであるが、既往研究による初期モデル等の十分な情報が存在しない地域においては、地質学研究の成果に基づき地震基盤構造等の巨視的な3次元地下構造モデルの推定から開始し、地震観測記録等を用いて観測点直下の1次元速度構造を推定し、両者から3次元速度構造モデルの構築がなされなければならない。

造山活動が活発なアルプス・ヒマラヤ造山帯の一部をなすヒマラヤ山脈地域は、2つのプレートの沈み込み・衝突により多くの地震が発生している。その地域に約900 kmに沿って位置するネパール連邦民主共和国は、数多くのプレート間およびプレート内地震により被害を受けてきた。特に世界遺産に指定されている首都カトマンズ一帯は湖成堆積盆地上に立地しており、近地の地震に留まらず、遠地の地震においても甚大な被害を受けてきている。本論文は、カトマンズ盆地を対象として地質情報と地震観測記録を基に3次元速度構造モデルを構築し、2015年ネパール・ゴルカ地震の余震記録を用いてモデルの検証を実施しており、全6章で構成されている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、関連する既往研究をカトマンズ盆地を含むヒマラヤ山脈地域のテクトニックな背景を含めて俯瞰し、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、カトマンズ盆地のテクトニクスと地質に関して、1次元、3次元速度構造モデルの構築へ向けて既往研究を整理し、堆積層の特徴を述べ、3次元地震動シミュレーションに耐えうる速度構造モデルの必要性が示されている。

第3章では、カトマンズ盆地の地震動特性がゴルカ地震の被害状況と共に述べられている。盆地の地震応答に関して、岩盤観測点を含む4つの固定観測点とゴルカ地震本震後に臨時に設置された4観測点の地震記録を基に、堆積盆地上の地震動の空間的变化が示され、本震時の固定観測点近傍の定量的な被害状況と地震動強さが既存の建物被害関数等から議論されている。

第4章では、地震観測点直下の1次元速度構造の推定がなされている。ボーリングデータ、地質図、地質断面図を参照し、3次元モデリングを目的として、各観測点直下の層序を固定して層厚の推

定がなされている。中規模地震の記録を多く有する 4 固定観測点では、岩盤観測点と堆積上の観測点の地震記録の S 波部分を比較し、1 次元地震波重複反射理論を用いて各観測点直下の速度構造を推定している。得られた速度構造を基に、地震動の水平上下スペクトル比による推定可能性を示した上で、4 臨時観測点に関しては水平上下スペクトル比により速度構造を推定し、計 8 観測点直下の 1 次元速度構造モデルから堆積物の厚さが約 150 ~ 450 m であることを指摘している。

第 5 章では、観測点直下の 1 次元速度構造モデルを盆地全体の 3 次元へと拡張している。拡張方法は地質図、重力探査データ、地質断面図およびボーリングデータを基に、6 層で仮定した 1 次元モデルの各層上面をクリギング法により 100x100 m 格子に補間している。構築された 3 次元速度構造モデルでは、谷中央の最深部で 600 m 以上の深さの堆積層が推定されている。本モデルを用いて、ゴルカ地震の最大余震 (M_w 7.3) の 3 次元有限差分法による地震動シミュレーションを実施することでモデルの検証をしている。計算波形と観測波形の比較を通し、岩盤観測点と堆積上の観測点での地震動の違いが再現され、さらには、観測記録が存在しない地域においては盆地形状の影響により、強い地表地震動が現れる地域がみられ、過去の被害地震時の高震度分布地域との対応を指摘している。

第 6 章では、構築したカトマンズ盆地の 3 次元速度構造モデルの特徴を整理し、データの少ない盆地における地質情報と地震観測記録を基にしたモデルの構築手法に関しての本研究全体の総括と、モデルの地震防災への適用可能性と地震動予測のさらなる精度向上への課題に関して言及している。

これを要するに、本論文は既往データが僅少なカトマンズ盆地において、地質情報と地震観測記録を用いて地震動予測に資する 3 次元速度構造モデルを構築し、実記録での検証を実施した。ここに得られた知見は、堆積盆地の地震動予測の高度化、それに基づき作成される設計用入力地震動・地震動分布図の普及により、地震工学および耐震工学に対して貢献するところ大なるものがある。よって、著者は北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。