

氏 名	ヤン 楊	ジュン 峻
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)	
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3580 号	
学位授与の日付	平 成 13 年 3 月 23 日	
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当	
学位論文題目	EFFECTS OF PARTIAL SATURATION OF SOIL ON EARTHQUAKE GROUND MOTIONS (地盤震動に及ぼす土の不飽和度の影響)	
論文調査委員	(主 査) 教 授 佐 藤 忠 信	教 授 土 岐 憲 三 教 授 岡 二 三 生

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は不飽和土中を伝播する地震波動の屈折・反射解析を行なうための方法論を展開するとともに、不飽和地盤における地震動の増幅特性ならびに地盤の液状化に及ぼす不飽和度の影響について解析的な研究を行なったものである。

第1章は序論であり、1995年の兵庫県南部地震の際にポートアイランドの鉛直アレーで観測された加速度記録では、地盤の液状化によって水平成分の振幅が深いところよりも浅いところで減少しているにもかかわらず、鉛直成分が地表面近傍において増幅することに着目して、こうした現象を説明できる解析理論の構築が必要であることを述べている。

第2章では、土の間隙を満たしている水に空気の泡が混入している場合を対象として、均質な不飽和流体の概念と Biot の混合体理論を用いることによって、不飽和土中を伝わる P 波と S 波の速度を土の不飽和度の関数として表現し、それを用いて、ポートアイランドで観測された鉛直動の増幅特性が土の不飽和性に起因していることを明らかにした。

第3章では、土の非線形性が地震動の水平成分に及ぼす影響を有限要素解析により明らかにし、地震動の時刻歴が地盤内に発生する間隙水圧の上昇や非線形応力ひずみ履歴と強い相関を持つことを見出した。

第4章では、完全飽和状態で液状化の可能性の高い地盤における地震動の水平成分と鉛直成分の増幅特性について調べ、鉛直成分の増幅特性は土の非線形性の影響を受けないこと、鉛直成分は過剰間隙水圧の発生には影響を及ぼさないことを示した。また、液状化の可能性のある地盤の地表面における地震動加速度の水平成分と鉛直成分の比は、基盤からの入力レベルが小さい場合と大きくなって地盤に液状化が発生する場合とでは、大きな差があることを解析的に示し、液状化の判定に利用できることを示唆した。

第5章では、不飽和地盤が液状化する場合を対象として、地盤の震動解析を行ない、不飽和度が地震動の鉛直成分に大きな影響を及ぼすこと、水平成分にはほとんど影響を及ぼさないことを明らかにした。さらに、水平成分のみが入力する地盤では不飽和度が高くなると液状化しにくくなるが、鉛直成分と水平成分が同時に入力する地盤では液状化のポテンシャルはあまり減少しないことを見出した。その力学的機構として、鉛直動と水平動が同時に入力する場合には、鉛直動によって地盤内に励起される偏差応力が過剰間隙水圧の蓄積を促進するためであることを提唱した。さらに、土の不飽和度を計る尺度として地盤工学で用いられている B 値を不飽和度の関数として表現した。

第6章では、不飽和地盤の地層境界面における P 波と SV 波の屈折・反射係数を誘導し、単位振幅の波動が境界面下方から入射する時の地層境界面での水平と鉛直成分の振幅ならびに両者の比が地盤の不飽和度に大きく依存することを示した。

第7章では、不飽和成層地盤に P 波と SV 波が入射する時の重複反射解を誘導したのち、半無限地盤と2層系地盤に単位振幅の波動が入射する時の地表面における水平と鉛直成分の振幅ならびに両者の比を地盤の不飽和度をパラメータとして表現した。この結果に基づいて、地震動や常時微動の観測記録から地盤の増幅特性を評価したり、水平成分と鉛直成分の比から地盤の卓越周期を推定したりする場合には、地盤の不飽和度の評価に十分な注意を払わなければならないことを明らかにした。

最後の第8章は結論であり、本研究で得られた成果について要約し、また、今後行なうべき研究の方向について提言を行

なっている。

論文審査の結果の要旨

本論文は不飽和な地盤の地震時挙動を対象として、地盤震動の水平・鉛直成分に及ぼす地盤の不飽和度の影響を検討したものであって、得られた成果の主たるものは以下の通りである。

1. 土の間隙を満たしている水に空気の泡が混入している場合を対象として、水と空気泡の混合体を均一な液体として取り扱うことにより、不飽和地盤内を伝播する地震波動の問題を解析する方法論を展開した。
2. 1995年兵庫県南部地震の際に、ポートアイランドの鉛直アレーで観測された鉛直動に着目し、その増幅現象が地盤の不飽和性に起因していることを明らかにした。
3. 地盤内に発生する動的せん断ひずみが0.5%程度までであれば、地震動の鉛直成分に対する増幅度は地盤の不飽和度が高くなると大きくなり、かつ鉛直成分の周波数伝達関数の卓越振動数は低振動数側へ移動すること、さらに、水平成分の増幅度に及ぼす地盤の不飽和度の影響は小さいことを見出した。
4. 完全飽和地盤における鉛直入力動の強度が水平震動成分に及ぼす影響について考察を加え、入力レベルが高くなって地盤が液状化するような状態においても、鉛直動の水平動に及ぼす影響はあまり大きくないことを明らかにした。
5. 水平成分のみを考慮する場合の地盤の液状化ポテンシャルは、地盤の不飽和度と強い相関があり、不飽和度が高くなると地盤が液状化しにくくなることを示した。しかし、鉛直動と水平動が同時に入力する場合には、鉛直動によって地盤内に励起される偏差応力のため、過剰間隙水圧の蓄積が促進され、水平動のみが入力する場合に比べ地盤が液状化しやすくなることを明らかにした。

以上のように本論文は、不飽和地盤内を伝播する地震波動の解析法を展開し、それを非線形地盤震動の評価に応用することを目的になされた研究をまとめたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成13年1月31日に論文内容とそれに関する試問を行った結果、合格と認めた。