

Title	高速荷重を受ける土と構造物の動的相互作用に関する基礎的研究
Author(s)	藤本, 一男
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1236
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・（本籍）	ふじ 藤	もと 本	かず 一	お 男
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6746	号	
学位授与の日付	昭和60年3月4日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	高速荷重を受ける土と構造物の動的相互作用に関する基礎的研究			
論文審査委員	(主査) 教授 前田 幸雄			
	教授 榎木 亨	教授 松井 保		

論文内容の要旨

本論文は、地中埋設構造物を対象とし、高速荷重を受ける土と構造物の動的相互作用の基礎的問題を解明することを目的とし、特に、土のひずみ速度効果に着目した一連の研究結果をまとめたもので、8章から成っている。

第1章においては、既往の研究と本研究の意義および目的について述べるとともに研究内容の概要を示している。

第2章においては、土のひずみ速度効果を明らかにするため、載荷速度を任意に変化させることができる高速載荷装置を製作し、砂および粘性土の高速3軸圧縮試験を行い、各ひずみ速度に応じた応力・ひずみ関係を求めている。その結果、ひずみ速度の影響は砂については比較的小さいが、粘性土の場合には非常に大きいことを示している。

第3章においては、第2章の実験結果をもとにして、楕円型キャップモデルにひずみ速度効果を考慮した土の構成方程式を定式化し、このモデルによってそれぞれのひずみ速度に応じた応力・ひずみ関係が得られることを確かめている。

第4章においては、砂中埋設パイプおよびアーチの動的相互作用に関する基礎的な模型実験を行い、構造物の剛性および載荷速度の変化による土圧分布と変形特性の相違を明らかにしている。特に剛性の低いパイプでは載荷方向で局部的に大きな変形を生じ、高速載荷時にはたわみ性パイプの有利性が損なわれるという知見を得ている。

第5章においては、ショックチューブを用いて粘性土中に埋設したパイプの衝撃波による応答実験を行ったが、パイプに作用する土圧は剛性による影響が小さく、砂に比較して大きな土圧が作用すること

を確認している。又、瞬間X線撮影装置を用い、剛性によるパイプ周辺の土の変形特性の相違を明らかにしている。

第6章においては、静的相互作用に関する単純なモデルを考案し、埋設構造物の簡易計算法を提案し、模型実験および野外実験結果と比較検討し、このモデルの妥当性を確かめている。

第7章においては、有限要素法による動的相互作用の数値解析について述べている。ここでは、第3章で求めたひずみ速度を考慮した土の構成方程式を用いたアルゴリズムを考案し、動的および材料非線形解析を行い、第5章の実験結果と比較検討して本解析法の妥当性を論じている。

第8章においては、以上の成果を要約し、本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

最近、土または地盤と構造物との動的相互作用の研究が境界領域の問題の研究として、主として耐震設計の立場から進められつつあるが、作用時間が極めて短かく、かつ荷重強度の大きな外力が構造物に働く場合は、一般の地震時の挙動と異なり、構造物周辺の土に大きなひずみが発生し、土の非線形挙動が卓越するため土のひずみ速度の影響が重要な要素となってくる。本論文は、このような高速荷重をうける地下埋設構造物の動的挙動を明らかにするため、土のひずみ速度の影響を考慮して、土と構造物の動的相互作用を実験的および解析的に解明した一連の研究結果をまとめたものである。得られた成果を要約すると次の通りである。

- (1) 多連式油圧ポンプを用いた高速載荷装置による砂と粘性土の高速3軸圧縮試験の結果、砂のせん断強度に与えるひずみ速度効果は比較的小さいが、破壊時のせん断ひずみは載荷速度が大きくなると極めて大きくなる。他方、粘性土の場合は、ひずみ速度効果が非常に大きく、静的強度の約2.5倍の強度を示し、これは見かけ上の内部摩擦角がより大きなひずみ速度依存性を示すためであることを明らかにしている。
- (2) 上記の実験結果にもとづいて、楕円型キャップモデルにひずみ速度効果を導入した土の構成方程式を定式化し、計算値と実験値を比較した結果、この定式化によってひずみ速度に対応した土の応力とひずみの関係を精度よく表現できることを確かめている。
- (3) 砂中埋設と粘性土中埋設のパイプに関する一連の基礎的な模型実験から、剛性の低いパイプでは静的載荷の場合、作用土圧が全周に分布し土と一体となって挙動するが、高速載荷の場合には、パイプの載荷方向に極めて大きな変形を生じる。他方、剛性の高いパイプでは載荷方向の土圧が非常に大きく、特に高速載荷の場合には、砂の変形が載荷方向に集中して大きな変位が発生するために、この傾向が著しいことを見いだしている。また、砂の応力波の減衰に比較して粘性土のそれは非常に小さいことや、粘性土中埋設パイプに作用する土圧は、砂に比較して、Free Fieldや剛性による変化が比較的小さいことなどを明らかにしている。
- (4) 静的載荷の場合、構造物に働く土圧は、Free Fieldの土圧と、土および構造物の剛性によって表わ

されることに着目して、土・構造系の単純なモデル化を行い、埋設構造物の作用土圧および内部応力が計算できる方法を提案している。また、動的相互作用の数値解析のために、新しいアルゴリズムを開発して、先に求めたひずみ速度を考慮した楕円型キャップモデルを有限要素法に導入し、動的非線形解析を行い、実験結果との比較によりその妥当性を確かめている。

以上、本論文の研究では、対象とした砂と粘性土の性質や高速3軸実験の載荷速度が限られてはいるが、高速載荷を受ける砂と粘性土の動的挙動および埋設構造物の動的相互作用を解明し、特に粘性土のようなひずみ速度の効果が著しい場合の動的応答予測のための数値計算法を確立するなど、土と構造物のシステムの動的相互作用について重要な基礎的資料を求めており、予定している野外の実構造物の実験結果と相まって、今後の構造物の地盤基礎工学の発展に寄与することが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。