HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Control of dynamic fracturing in concrete pile head breakage by blasting [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	金, 学晩
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11579号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57233
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hak-Man_Kim_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　金 学晩

審査担当者　主　査　教　授　川崎 了
副　査　教　授　藤井 義明
副　査　教　授　石川 達也

学位論文題名

Control of dynamic fracturing in concrete pile head breakage by blasting
(発破による杭頭処理における動的破壊の制御)

構造物基礎として杭基礎は広く用いられているが、杭工法の中でも場所打ちコンクリート杭工法は耐力制御が容易で施工時の騒音・振動も低い工法として知られている。しかし、場所打杭では、杭頭部のコンクリートの強度劣化が施工上避けられないこと、基礎の高さを揃える必要があることなどから、通常は杭打設後に杭頭部の除去、すなわち杭頭処理が行われる。杭頭処理は杭頭部のコンクリートを破砕して除去するものであり、このために通常はブレーカーやカッターなどの掘削機械が用いられるが、その作業では高い騒音・振動が発生し、作業環境のみならず周辺環境への悪影響が懸念される。そこで、作業環境を改善し、周辺環境への影響も抑制することができる新たな杭頭処理工法が要求されている。

本論文は、上記背景のもとに、発破を利用した新たな杭頭処理技術の構築を目的としている。

本論文は緒論および結論を含む 6 章で構成されている。

第 1 章は緒論であり、研究の背景および目的とともに岩質材料の動的破壊に関する既往の研究が概観されている。特に、杭頭部コンクリート破砕を制御し最適化するためには、柱状装薬発破におけるコンクリートの破壊プロセスを 3 次元的に把握することが不可欠であることを指摘している。

第 2 章および第 3 章では軸対称問題に対する動的破壊プロセス解析法を提案するとともに、その有効性を確認している。特に、第 2 章では、まず、既往の解析手法である平面ひずみ問題に対する動的破壊プロセス解析の概要を紹介した後、柱状装薬発破の解析を目的として軸対称動的破壊プロセス解析法 (DFPA-A) の定式化を行っている。第 3 章では、軸対称問題に対する動的破壊プロセス解析法の解析コードを開発するとともに、種々の条件における計算例を示し、その妥当性を検証している。DFPA-A では、引張破壊として軸に平行な面内と軸に垂直な面内の 2 種の引張破壊を仮定している。軸に平行な面内の引張破壊のモデル化では、亀裂の生成・伸張・連結などを要素再分割により表現するとともに、亀裂先端プロセスゾーンの存在に起因した亀裂開口変位と結合力との非線形関係を折れ線型の引張軟化則で表現している。軸に垂直な面内の引張破壊のモデル化では、亀裂開口変位に対応する円周方向ひずみとして亀裂開口ひずみ (COS) の概念を導入し、これにより折れ線型の引張軟化則の表現を可能にしている。また、種々の幾何条件について DFPA-A による数値計算例を示し、柱状装薬発破では、軸に平行で放射方向に伸長する亀裂と孔底部から円錐状に伸長する亀裂が卓越することを明らかにしている。この結果は、柱状装薬発破により杭等処理を行う場合には孔底部からの円錐状亀裂を制御することが不可欠であることを示している。さらに、DFPA-A の結果と既往の平面ひずみ条件での解析結果とを比較して、両者が良い対応関係にあるこ

とを示し、柱状装薬発破の解析における平面ひずみ条件の適用範囲を明らかにしている。

第 4 章では、円筒状のコンクリート杭に対して柱状装薬発破により杭頭部を破砕する方法、特に、スチール板を挿入して孔底部からの円錐状亀裂を抑制する方法について検討している。特に、装薬条件や装薬孔とスチール板の幾何学的関係が破砕結果に及ぼす影響を分析し、コンクリート杭残部の損傷を抑制するための装薬条件と幾何条件を明らかにしている

第 5 章では、指向性装薬ホルダーを利用して亀裂伸張方向を制御し、これにより杭頭部を破砕する方法について検討している。特に、平面ひずみ問題として動的破壊プロセス解析を実施し、加圧条件が破砕形態に及ぼす影響を分析している。そして、平坦な破断面を形成し、残部の損傷を抑制するための加圧条件を具体的に明らかにしている。さらに、亀裂伸張速度と亀裂分岐現象との関係について考察を加えている。

第 6 章は結論であり、得られた成果をまとめるとともに今後の展望が示されている。

これを要するに、著者は、柱状装薬発破における動的破壊プロセスの解析法を開発するとともに、発破による杭等処理法において埋設スチール板や装薬ホルダーを利用した破壊制御法を提案しており、発破工学ならびに破壊工学の発展に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があるものと認める。