

氏 名	道 廣 一 利 みち ひろ かず とし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論工博第2046号
学位授与の日付	昭和62年5月23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	地盤材料における AE のカイザー効果特性に関する実験的研究

論文調査委員 (主査) 教授 柴田 徹 教授 小林 昭一 教授 足立 紀尚

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、AE (Acoustic Emission) 法を地盤材料 (岩石, 粘性土, 粒状土) に適用して、岩盤における初期応力を求めるためにカイザー効果特性の究明、粘性土におけるカイザー効果を利用した先行圧縮応力の推定、並びにせん断変形を受ける粒状土の粒子挙動の解明を行ったものであり、その構成は9章から成っている。

第1章は序論で、論文の工学的な背景を明確にするとともに、研究目的と内容についての要約である。また、地盤材料の AE に関する既往の研究成果についても概説している。

第2章では、岩石, 粘性土, 粒状土それぞれの供試体に対して使用した AE 観測装置と、一軸圧縮, 三軸圧縮およびクリープ試験機について説明し、試験時の測定条件にも触れている。

第3章は、花崗岩供試体に対して、一定振幅の繰返し応力によって生じた残留ひずみと、カイザー効果との関係を述べたものである。1) 円柱供試体を用いて、繰返し一軸および三軸圧縮試験を行い、ひずみ飽和状態とひずみ不飽和状態におけるカイザー効果特性を比較検討している。ここにひずみ飽和状態とは、繰返し载荷を行った際に、残留ひずみの増加がほぼ認められなくなった状態、またひずみ不飽和状態とは、残留ひずみの増加がなお進行している状態を指す。2) 立方供試体に大きさの異なる3方向の繰返し载荷を行い、ひずみ飽和状態とひずみ不飽和状態でのカイザー効果特性を明らかにしている。3) 立方供試体に大きさの異なる3方向の繰返し载荷を行い、いずれの方向もひずみ飽和状態とし、立方供試体から方向の異なる円柱供試体を切り出したのち、AE 試験を実施した場合のカイザー効果特性を検討している。

第4章は、花崗岩供試体 (円柱形) に一定のクリープ荷重を与え、クリープによるひずみ飽和状態でのカイザー効果特性を述べたものである。1) クリープ荷重を除荷後、直ちに AE 試験を実施して、カイザー効果より得られた値の持つ意味を調べ、2) クリープ荷重を除荷後に供試体を恒温・恒湿室で放置する期間を種々に変え、放置によるひずみの回復がカイザー効果に及ぼす影響を明らかにしている。

第5章では、第3章および第4章の花崗岩供試体を対象にして得られた成果に基づき、他の岩石 (凝灰岩, 砂岩, 結晶片岩, 泥岩および大理石) についても同様の実験を行った結果を述べている。

第6章は、岩石の地圧推定法として従来から使用されている応力解放法と、AEより求めた見掛けの応力との関係を述べたものである。1) 地山から採取した岩石コアは、応力解放に伴いひずみの回復を生じるが、このひずみ回復量とカイザー効果の関係について考察している。2) 応力解放法で測定した地山の初期応力と、同一場所で採取した試料に対して、AE法で求めた見掛け応力との比較検討をしている。

第7章では、粘性土におけるカイザー効果の確認、および洪積粘土の先行圧縮応力の推定について述べている。1) 粉末粘土を予圧密した試料を供試体とし、排水三軸圧縮試験中のAEを観測することにより、カイザー効果を確認している。2) 同一場所で採取した不攪乱試料を用いて、AE法とCasagrande法とのそれぞれから求めた先行圧縮応力の比較をし、AE法の有用性を明らかにしている。

第8章は、粒状土にせん断を加えたときの応力・ひずみ関係とせん断中に発生するAEとの対応について述べたものである。1) 一定垂直応力下で繰返しせん断を与えた後、単調載荷したときの応力・ひずみ関係とAE発生数との対応関係、ならびに2) 砂におけるカイザー効果特性を検討している。3) 多方向載荷によって生じる粒状体の構造異方性を、AEを介して明らかにしている。

第9章は結論で、本論文で得られた研究成果をとりまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

地盤工学における今日的な課題の一つは、建設工事にともなって生じる地盤の変形予測を目的として、地盤材料の構成関係を明らかにし、地盤のモデル化手法を確立することである。そのために、種々の試みがなされているが、著者はAE (Acoustic Emission) によるアプローチを行った。すなわち地盤材料に対するカイザー効果(応力履歴を受けた材料に再載荷すると、先行応力以下ではAEが発生しない現象)の特性を明らかにするとともに、岩盤内の地圧や粘性土の先行圧縮応力を求め、また粒状土の変形挙動をAEを介して明らかにしたものである。得られた主な結論は、次のようにまとめられる。

1. 繰返し荷重やクリープ変形を与えた岩石供試体(花崗岩、凝灰岩、砂岩、泥岩、結晶片岩)に対して、カイザー効果を顕著に発現させるための条件を調べた。その結果、供試体の圧縮変形がほぼ終息したひずみ飽和の状態にあり、かつ除荷による回復ひずみ量が小さい(残留ひずみ量が大きい)場合にその条件が満たされることを示した。

2. 岩石供試体を用いて、一軸方向のみの載荷と、それに直交する二軸・三軸方向にも載荷した場合とで、カイザー効果に与える影響の違いを調べた。この問題は、AE法で岩盤地圧を推定する際に、岩石コアの採取方向を決める上で重要である。結果として、AE法から求めた一軸方向の先行応力は、他方向への載荷応力に影響されないことを明らかにした。

3. AEによる岩盤地圧の推定法では、岩石コアの採取からAE測定までに時間のずれがあるが、上記1.の成果より、この時間的ずれすなわち応力解放期間が長期になると、カイザー効果は期待できない。そこで岩石に許容し得る応力解放期間を求め、約120時間と結論した。実岩盤を対象にして、著者の提案する方法を、従来の原位置応力解放法と比較し、主応力およびその作用方向において、よい一致がみられることを実証した。

4. 地盤の沈下予測においては、粘土層が過去に受けた最大の先行圧縮応力を知る必要がある。この先行応力は、 K_0 排水せん断過程での降伏応力であるとの観点から、AE法によってその値を求め得ることを示した。さらにこの方法を臨海埋立て地盤の深い洪積粘土に適用し、通常のCasagrande法と比較した結果を例示した。

5. 砂のような粒状体にせん断変形を与えると、集合体としての構造変化を生じる。その変化量を評価するために、応力・ひずみ関係とAE発生率との対応を調べ、弾性、弾塑性、破壊の各状態におけるAE特性の違いを明らかにした。これにより、構成式を誘導する際に設けた仮定の妥当性が照査できることも示された。

以上要するに、地盤材料におけるカイザー効果は塑性ひずみ量と密接に関係していることを実証し、AE法を岩盤地圧や粘性土の先行圧縮応力の推定、ならびに粒状体の構成式の照査に活用した本論文の内容は、学術上、実際上貢献するところが少なくない。よって工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和62年2月27日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。