

硬質岩盤の荷重変形特性に関する研究(その2)

名古屋工業大学大学院 学生員 ○井上直史 伊藤雄郷
 名古屋工業大学 正 員 長谷部宜男
 中部電力 正 員 佐藤正俊 上田稔

1. 目的と試験概要

本研究では、その1で得られた通常の载荷パターンの原位置平板载荷試験(図1, 以下A試験と呼ぶ)の基本式と係数間の関係式が、A試験とは異なる载荷パターンで実施した試験の荷重変位関係にも適用できるかを調べることを目的としている。

本研究で対象とするのは、ある载荷応力(荷重)中心値に対し、そこから応力(荷重)振幅を変化させる载荷パターンの試験(図1, 以下B試験と呼ぶ)である。通常、原位置平板载荷試験では中・大振幅領域の弾性係数の評価は可能であるが、弱地震による地震波や弾性波から得られるような微小振幅領域の弾性係数の評価は困難とされている。B試験ではその微小振幅領域の弾性係数を試験結果から直接求めることを目的としている。しかし、実際の微小振幅領域の弾性係数を求めるにはこの試験で得られる振幅領域よりも小さい振幅領域が必要である。ここでは図2, 図3に示すような、载荷応力中心値を15kgfと30kgfとする2パターンの試験を同一地点3箇所で行った際の、計6個の荷重変位関係について考察する。

2. 荷重変位曲線の基本式の適用

原位置平板载荷試験の除荷载荷曲線は以下の基本式で表されることがわかっている[1][2]。

$$\bullet \text{ 载荷曲線 } V_s = A_s P^m + B_s P + C_s \quad \cdots(1)$$

$$\bullet \text{ 除荷曲線 } V_j = A_j P^m + B_j P + C_j \quad \cdots(2)$$

上式は平面歪状態として考えられている。各係数A, Bには、クラックの長さ、クラック接触面の状態などによって決まる値、せん断剛性係数、クラックの形状によって決まる値、ポアソン比などの因子が含まれている。定数Cは残留変形を考慮した値である。

B試験はA試験を一度行った後、同じ場所、同じ最大荷重で、最大荷重の半分の荷重まで一気に载荷して

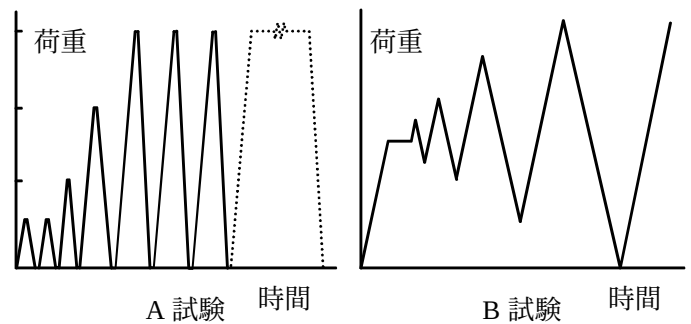


図1 各試験の载荷パターン

荷重 P (kgf / cm²)

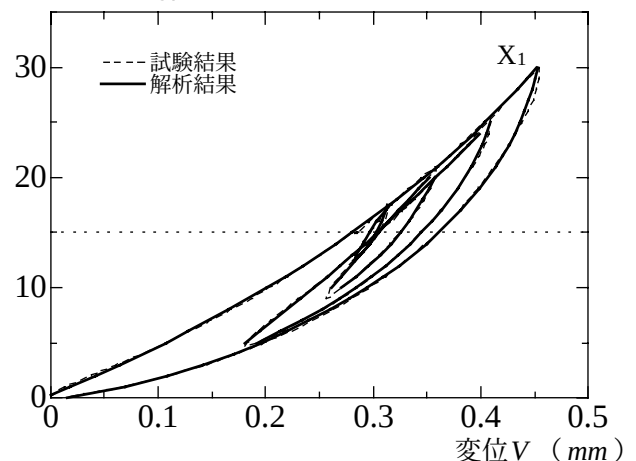


図2 B試験(载荷応力中心値を15kgfとした場合)の試験結果と解析結果

荷重 P (kgf / cm²)

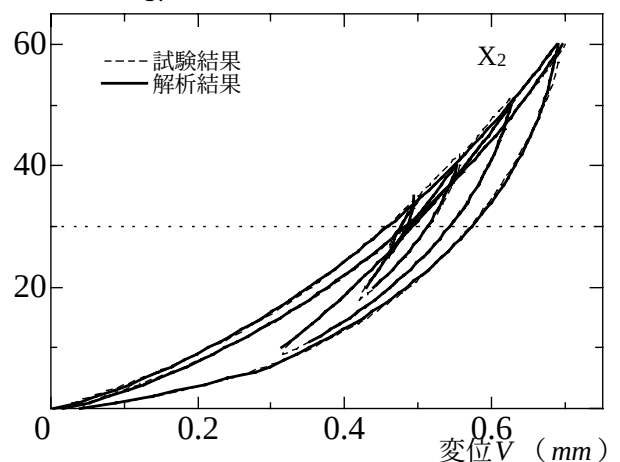


図3 B試験(载荷応力中心値を30kgfとした場合)の試験結果と解析結果

キーワード：硬質岩盤、原位置平板载荷試験、弾性係数、荷重変位曲線

連絡先：〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 Tel:052-735-5482 Fax:052-735-5482

から除荷・載荷を各振幅レベルで実施されており、対象サイトの岩盤は既に大きな荷重を経験していることになる。このため、B 試験の最中に新たな岩盤の破壊はなく、図2、図3の0-X₁, 0-X₂曲線(中心荷重までの載荷曲線と各載荷荷重段階の頂点を結んだ曲線)は式(1)の載荷曲線の基本式で表される。

係数 A, B について A 試験結果より式(3)の指数関係があることがわかっている[2]。その結果を図4に示す。

$$f(m) = \left| \frac{A}{B} \right| = -e^{\alpha + \beta m} \quad \cdots (3)$$

これにより m が決定されれば $|A/B|$ の値も決まる。ここで m はその個所の岩盤から決まる値と考えられる。

3. 解析結果

図2、図3の各々の除荷載荷曲線の試験値を用いて式(1),(2)それぞれの各係数を試験結果にフィットするように最小二乗法で決めると、除荷載荷曲線の解析結果は図2、図3の実線のように表すことができる。このときの m に対する $|A/B|$ の値を図4にプロットすると A 試験の $m-f(m)$ 関係式上にほぼ乗る値を示す。したがって、B 試験においても式(3)の関係を利用してフィッティングを行うことができると考えられる。式(3)を適用することで式(1),(2)は式(4)の形で表すことができる。

$$V = (f(m)P^m + P)B + C \quad \cdots (4)$$

式(4)で m, B の値がわかれば、曲線式を決定できることになる。この式(4)を用いて最小二乗法で曲線をフィッティングさせたものが図5、図6の実線部分である。多少のずれはあるものの、ある程度精度良くフィッティングされている。

4. まとめ

本研究では、特殊な原位置平板載荷試験(B 試験)から得られる載荷応力中心値の異なる2種類の荷重変位曲線に対して式(1),(2)の基本式を用いて解析を行った。また、各係数間に存在する式(3)の関係から式(4)を用いる方法でも解析を行い、どの場合でも良い精度で荷重変位曲線の試験結果を表現することができた。今後、このB試験の解析結果における各係数 A, B, m の関係を利用して、より小さい振幅領域(微小振幅領域)の荷重変位挙動を予測する。これにより微小振幅領域の弾性係数を直接算出し、硬質岩盤の弾性係数の応力(荷重)振幅依存性を明らかにしていきたい。

【参考文献】

- [1] 川平・長谷部等 第56回土木学会年次学術講演会 2001, pp.552-553
- [2] 長谷部・川平等 第56回土木学会年次学術講演会 2001, pp.554-555

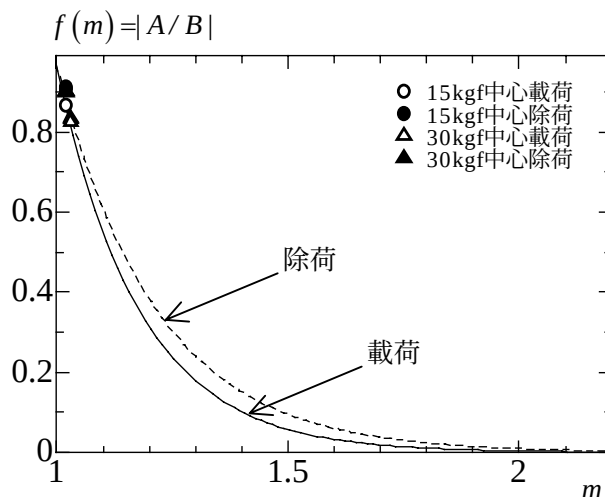


図4 m と $|A/B|$ の関係

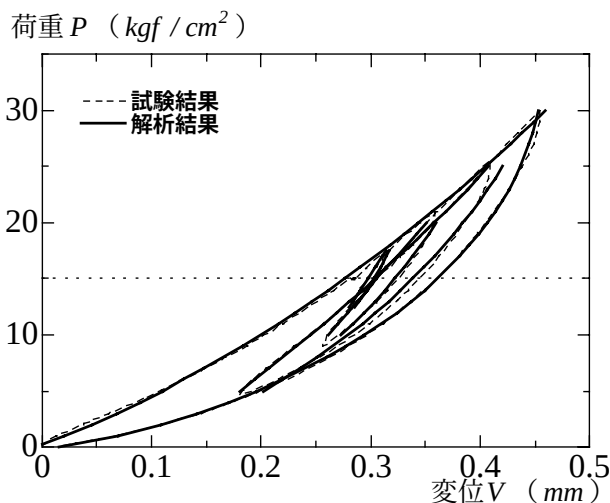


図5 15kgf 中心に対して $f(m)=|A/B|$ の関係を用いた場合の解析結果

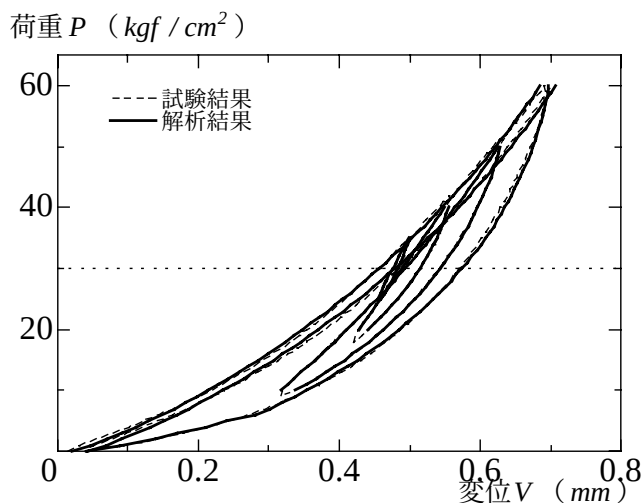


図6 30kgf 中心に対して $f(m)=|A/B|$ の関係を用いた場合の解析結果