

京都大学工学部 正会員 ○赤井 浩一

" " 足立 紀尚

電力中央研究所 " 西 好一

1. 序

基礎岩盤としての花崗岩の長期変形特性を解明すべき機会があったので、我々の岩盤工学における基本的考え方に立つてこの一連の研究を行った。本研究は3編から成り、室内試験による構成式の提案、現地載荷試験の実施とその結果による材料定数の定量的決定ならびに実構造物に対する長期変形量の予測についてそれぞれ記述する。本編では我々の基本的考え方を明らかにした後本研究の位置づけを行い、室内試験によって用いる構成式の是非を検討した。

2. 調査の基本的考え方と研究の位置づけ

従来、岩盤力学において岩盤内の地質分離面の影響の評価が重要な課題とされているが、現在我々が有する力学という知識を利用する限りにおいては地質分離面の影響を組み込んだ変形物体として、連続体力学を適用して処理するしかない。岩盤の力学挙動は地質分離面の影響また地質構造により非等質である場合が常であるから、現在のような岩盤工学の発展過程においては以下の手法によらざるを得ないとする。

すなわち、(i)対象岩盤の構成式の確立、(ii)初期値、境界値問題の解析手法の確立と適切な境界条件の設定ならびに解析、(iii)現場計測手法の確立と計測、(iv)設計指針と工法の提案、である。これらは互いに独立したものではなく図-1に示す閉じたfeed back系を形成するものである。この図からも岩盤の構成式が果たす役割の重要性は明らかである。しかるに岩石とそれによって構成される岩盤の力学挙動が定量的に異なる場合にはどのようにして、岩盤の構成式を決定していくのかが一つの課題となる。その一方法として、岩石の力学挙動が定性的に岩盤のそれと同じであるという、第一段階の仮定のもとに図-2に示す方法が考えられる。この考え方の基本姿勢は室内試験、平板載荷試験などの小規模な現場試験、実構造物そのものに対して、図-1の考え方をそれぞれに適用して順次進めることによって岩盤そのものの力学挙動を把握できるということである。また⑧までは通常的设计で行われるべきことであつて、支持力ならびに変形などの予測ができ施工指針が立案できる。しかし、最終の

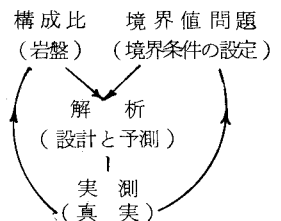


図-1

予測をより正確に求めるため、安全な施工管理の上からも、またこれからの岩盤力学ならびに工学の進展のためにも⑨、⑩の過程を追加すべきであることを強調したい。このために現場の施工性を害しない計測技術、とくに時間依存性挙動にもとづくものの開発が要求されることになる。

以上の考え方にもとづいて、本研究では例題的に長大橋基礎岩盤の長期変形量の推定を行った。すなわち、室内試験により②の岩石としての構成式を与え、④の小規模な現場実験である坑内載荷試験と③の解析解によって⑥の現場実験規模の岩盤の材料定数の決定と設定境界条件の適否を調べ、最後にこれまで求めている地質調査にもとづいて⑦の長大橋基礎岩盤に対する境界条件の設定と⑧の解析解によってその長期変形量の予測までを行った。

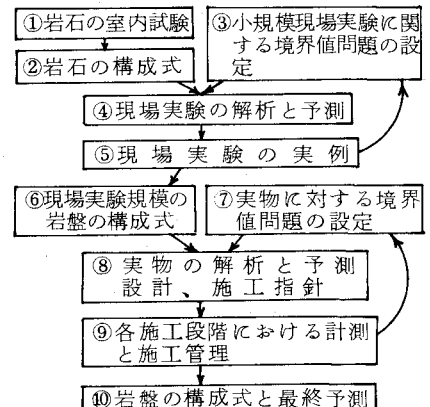


図-2

3. 三軸クリープ試験と粘弾性体とした構成式

用いた供試体は坑内載荷試験実施地点で採取した、児島一坂出ルートでのC_L, D に分類されるものであるが、供試体の準備に際してコアカッターで採取不可能なDクラスのものにはダイヤモンドブレードを使用した供試体整形機によった。室内三軸試験による結果は供試体が構造物のスケールに比較して非常に小さく、またその風化程度が岩石ブロック中においても非均一のためバラツキが大きいから、あくまで定性的なものと考える必要がある。

実験装置は側圧30 kg/cm² 軸荷重3 ton の容量をもつ三軸圧縮試験機であつて、実験は側圧を一定に保って軸荷重段階載荷による排水クリープ試験である。なお試験中5 kg/cm² のバックプレッシャーを適用した。

図-3(a), (b), (c) に結果の一例を示してある。図-3(a) は各荷重段階におけるクリープひずみ-時間を示しており、この図でみる限りクリープひずみはこの荷重レベルに対して時間とともに飽和する傾向を示し、粘弾性体モデルに近似できると考えられる。図-3(b)はクリープひずみ速度-時間関係をクリープひずみ速度の対数を縦軸にプロットしたものであり、その曲線は図に示す点線で示す2本の直線で近似できる。このことは図中に与える5要素の粘弾性モデルでこの挙動を表わし得ることを示しており、かつ時間が小さいときには第二の変形要素が、他方時間が大なるときには第三の変形要素が変形挙動を記述するものと仮定することによって、2つの近似直線とt=0との交点から定数 η_2, η_3 が、直線の勾配からE₂/ η_2 とE₃/ η_3 が決定される。なお、瞬時弾性定数E₁は図-3(c)のクリープ変形量を差引いた応力-ひずみ関係から決定でき、その結果得られた材料定数は図-3(b)の図中に与えている。本実験で行った実験結果を表-1にまとめて示してある。表中E₁^{*}は長期の変形問題を論ずる場合には短時間に終了する第二変形要素の変形を瞬時弾性係数に組込んでSpring-Voigtの三要素モデルと考えて行つた方が計算の簡略化の上からも有効である場合の瞬時弾性定数値でE₁^{*}=E₁E₂/(E₁+E₂)となる。クリープ量のこのE₁^{*}に対応する瞬時変形との比はE₁^{*}/E₃で与えられ、岩盤のクラスによって異なるが、この岩盤の場合には0.1~0.2程度である。

なお、ここに用いた5要素モデルによる構成式は花崗岩、岩塩大谷石など広くその粘弾性領域における岩石の挙動をよく記述できることは、すでに明らかとなっている。

最後に本研究は本州四国連絡橋公団第二建設局より財団法人防災研究協会への委託で行つたものである。関係各位に謝意を表す。

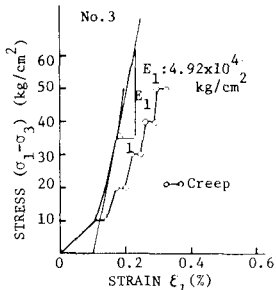


図-3(c)

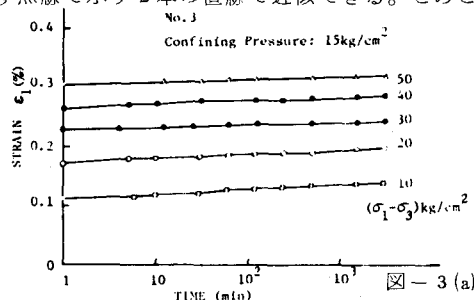


図-3(a)

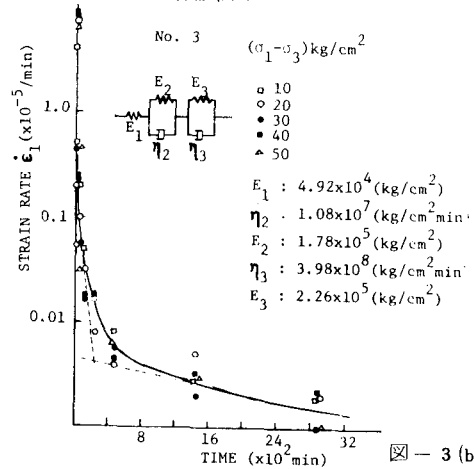


図-3(b)

表-1

Specimen No	E ₁ [*] (kg/cm ²)	E ₃ (kg/cm ²)	E ₁ [*] /E ₃	mean	class
1	1.35x10 ⁴	1.24x10 ⁵	0.11	0.12	C _L
2	1.43x10 ⁴	2.00x10 ⁵	0.07		C _L
3	3.90x10 ⁴	2.26x10 ⁵	0.17		C _L
4	6.60x10 ²	3.85x10 ³	0.17	0.23	D
5	2.49x10 ³	1.91x10 ⁴	0.13		D
6	3.00x10 ³	7.86x10 ³	0.38		D