

本州四国連絡橋公団 塚原 修
 オリエンタルコンサルタンツ 正員 高橋 正忠
 オリエンタルコンサルタンツ 正員 ○渡辺 英夫

1. まえがき

吊橋基礎のように大規模な構造物を軟岩上に建設する場合、弾性変位に加えて基礎岩盤のクリープ変位を予測することにより、長期間にわたる基礎の安定と上部構造への影響を調べておく必要がある。岩盤のクリープ変形の詳細な計算手法としては粘弾性FEMによる方法¹⁾があるが、簡易に行なえる実用的な計算法は少なく、大志万²⁾、足立ら³⁾の文献にみられる程度である。ここではこれらの既往の研究成果と、道路橋示方書Ⅳ・下部構造編で用いられている基礎の安定計算法を参考として、簡易な手法によるクリープ変位計算法を組み立て、粘弾性FEMにより解析された既往の結果との比較を行なった。

2. クリープ変位の計算法

計算方法の基本は、地盤の粘弾性挙動を表現しうるクリープモデルを用い、指定時間に対応するクリープひずみを求め、このひずみを地盤内応力の影響深さの範囲について積分することによりクリープ変位を算出するものである。地盤の粘弾性挙動は、図-1に示す3要素Voigtモデルを用いたひずみの偏差成分に対して考慮し、ひずみの体積成分については弾性扱いとした。

地盤内応力は、道路橋示方書で採用されている荷重分散の考え方（地盤反力は $\theta = 30^\circ$ の角度で基礎幅の3倍の深さまで影響があるものとする）と、荷重の不等分布に対応させるための近似計算法（荷重分布を任意区間に分割し、各区間荷重による応力分散を考える）とを組み合わせで算出した（図-2）。

また基礎に作用する荷重は、施工時から完成時までのあいだ時間とともに変化するため、各荷重段階ごとに変位の時間履歴を求め、これらを重ね合せて全期間の変位履歴を求めた。

この計算法では、基礎底面の各位置で求めた変位は一般に直線分布とはならないが、基礎は剛体とみなせるため、基礎中央と両端で求めた変位をもとに、直線分布に置き換え、剛体基礎としての補正を行なった。

計算にあたっての基礎幅と地盤の分割の程度は、基礎幅で10分割程度以上、地盤の分割層の厚さは基礎幅の1/10程度以下であれば、計算値は分割数の影響をほとんどうけないことが試算により確かめられた。

3. 計算例

風化花崗岩上の吊橋アンカレイジのクリープ変位が粘弾性FEM解析により予測されており¹⁾、これと同一の計算条件（図-3に地盤条件、表-1に地盤定数を示す）で、ケーソン基礎完成時から100年間のアンカレイジの鉛直変位を本計算法により求めた。両者を、比較した結果を図-4に示す。

この結果により、簡易計算法の値は、第1ステージおよび第2ステージで粘弾性FEMの値の9割程度であり、第3ステージでは8割程度となっている。

4. あとがき

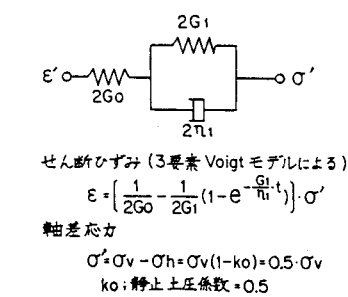
地盤のクリープひずみを積分することによりクリープ変位を求める簡易計算法は、既往の粘弾性FEM解析結果と比較した結果、実用的な精度をもつものと考えられた。この方法の問題点としては、クリープ変形にともなう地盤反力の再配分の影響の考慮、側方地盤の考慮、および剛体基礎の考慮ができない点があげられるが、地盤に応じた適切な定数が設定されれば、本方法は十分実用性のある解析手法であると考えられる。

最後に、本簡易計算法は土木学会、本州四国連絡橋耐震・基礎に関する研究小委員会の審議に基づいて検討されたものであることを追記し、検討いただいた関係者各位に謝意を表します。

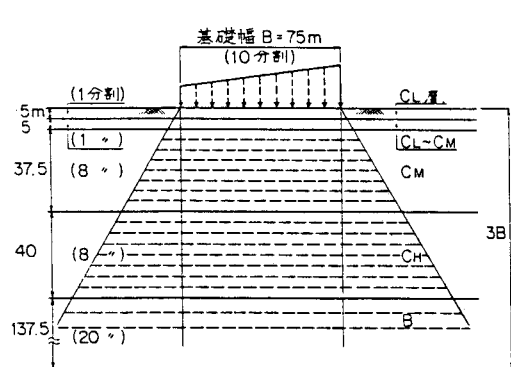
<参考文献>

- 1) 山下、大西、武内：長大橋基礎岩盤としての花崗岩の長期変形特性（その3）、第30回土木学会年次学術講演会講演概要集（第3部門）

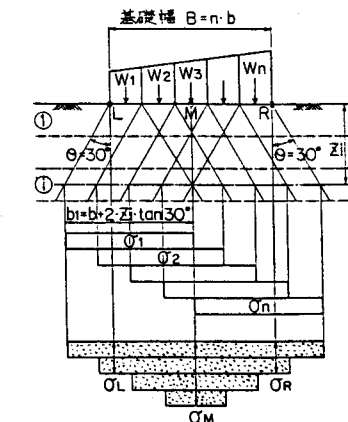
- 2) 大志万：平戸大橋におけるゆるい砂岩のクリープ変形について、土と基礎、1976.1
- 3) 足立、進藤、藤田：クリープ変形を考慮した剛体基礎の安定計算法、土木学会論文報告集、1980.8



図－1 地盤のクリープモデル



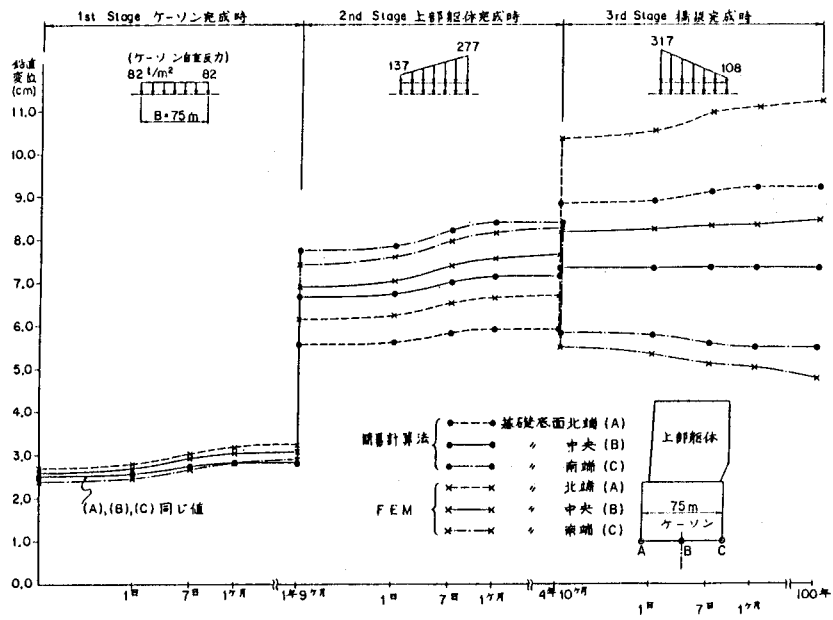
図－3 地盤モデル



図－2 地盤内応力分布の算定法

表－1 地盤定数

岩盤等級	E_0 (kg/cd)	ν	K_0 (kg/cd)	G_0 (kg/cd)	G_1 (kg/cd)	η_1 (kg·min/cd)
C_L	10,000	0.4	16,700	3,570	20,000	1.54×10^8
$C_L \sim C_H$	15,000	0.3	12,500	5,770	30,000	2.3×10^8
C_H	20,000	0.3	16,700	7,690	40,000	3.1×10^8
C_{II}	40,000	0.3	33,300	15,380	80,000	6.1×10^8
B	80,000	0.3	66,700	30,770	160,000	12.3×10^8
備考	$G_1 / \eta_1 = 0.00013 = \text{const.}$					



図－4 簡易計算法と粘弾性FEMによるアンカレイジの鉛直変位の比較