

Ⅲ－B115

清水第三トンネルにおける解析値と計測値の比較

日本道路公団 試験研究所 正会員

三谷 浩二

正会員

海瀬 忍

日本道路公団 静岡建設局 富士工事事務所

田中 一

1. まえがき

日本道路公団で建設中の第二東名・名神高速道路のトンネルは、掘削断面積が 200m^2 に近い扁平・大断面を有し今までに施工実績が無いことから、事前に様々な解析を実施するとともに、試験施工を繰り返しながら安全で最も経済的な支保パターンや覆工構造を決定してゆく必要がある。清水第三トンネルは、第二東名・名神高速道路のトンネルの中で最初に施工されているトンネルで、事前に3次元 FEM 解析や2次元および3次元の個別要素法解析が実施されている。また、施工に伴う計測データが収集されてきているので、大断面トンネルの挙動に関する理解を深めることを目的として計測値と解析値の比較を実施した。

2. 計測位置

清水第三トンネルは現東名高速道路の清水 I C の北約 6km の山地部に位置し、地質は新第三紀中新世後期～鮮新世前期に堆積した浜石岳層群で地質的には主として砂岩層および砂岩・泥岩互層の海成層から成り、砂岩層が優勢で砂岩・泥岩の互層を挟在する層である。計測値の得られた地点は上り線 STA913+65（C I パターンの標準区間）であり、拡幅時の切羽観察によると当該地点の地質は、切羽の右側に一部節理が発達した箇所があるが全体的には堅硬な砂岩（岩片の一軸圧縮強度が $50\sim 80\text{Mpa}$ 程度）を主体とし、新切羽評価点で $70\sim 80$ 点が得られ、2車線トンネルの実績では概ね B パターンで施工される地山である。しかし、TBM 施工時には湧水の影響で一部崩落している部分もあり、TBM 導坑の水抜きによる地山状況の改善効果がみられる。

3. 解析条件

3次元 FEM は弾性非線形解析により、下り線 STA913+65（地山等級 C II を想定）の地形・地質でモデル化した。個別要素法は2次元解析（UDEC）と3次元解析（3DEC）を実施し地質は $Q=2.1$ （C I ～B 相当）とした。また、不連続面は層理を1系列と、これにほぼ直交する節理を2系列、合計3系列をモデル化して

表－1 3次元 FEM 解析 C II 区分地山物性値一覧

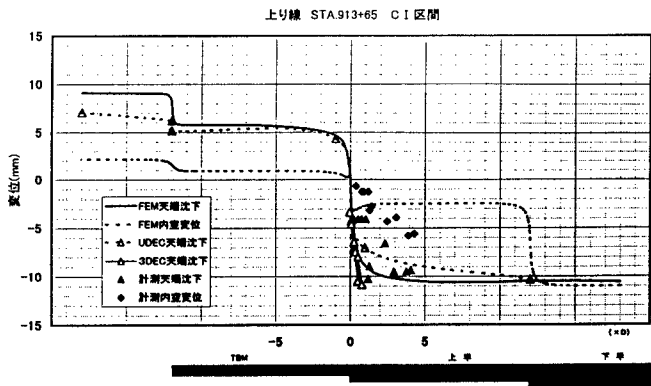
単位体積重量 γ (KN/m^3)	変形係数 E (Gpa)	粘着力 C (Mpa)	内部摩擦角 Φ ($^\circ$)	ポアソン比 ν
25	1	1.0	40.0	0.3

表－2 UDEC・3DEC 岩盤基質の物性値一覧

単位体積重量 γ (KN/m^3)	弾性係数 E (Gpa)	せん断弾性係数 G (Gpa)	ポアソン比 ν
25	10	4.0	0.25

表－3 土被り高さ

	3次元 FEM	UDEC	3DEC	計測位置
土被り	58.5m	180m	100m	76m



図－1 天端沈下・内変位の解析値と実測値の比較

キーワード：3次元 FEM 解析 個別要素法 第二東名・名神高速道路 清水第三トンネル

連絡先：〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 Tel:0427-91-1621 Fax:0427-92-8650

いる。解析で使用した地山物性値及び岩盤基質の物性値を表-1, 2に、解析及び計測箇所の土被りを表-3に示す。

4. 計測値と解析値の比較結果

図-1～4 にトンネルの計測および解析による天端沈下、内空変位、吹付けコンクリート応力、鋼アーチ支保工応力及びロックボルト応力を示した。内空変位は縮小がマイナス方向とし切羽到達点での変位を0とした。吹付け応力、鋼アーチ支保工応力及びロックボルトは引張をプラス方向とした。個別要素法の2次元解析及び3次元解析においては先行変位を50%とした。図-1の天端沈下、内空変位の比較した結果より、天端沈下がFEMとUDEC及び3DECの解析値と最終変位量が概ね一致している。内空変位については計測値の方がFEM解析値よりやや大きい値を示している。図-2の吹付けコンクリート応力を比較すると、傾向的には合っているものの計測値の方がFEM解析値よりもやや大きい値を示している。図-3の鋼アーチ支保工軸力を比較すると、計測値がFEM解析値に比べ小さな値を示している。図-4のロックボルト軸力を比較すると、FEM解析の値と傾向、数値ともにほぼ一致している。

5. まとめと今後の課題

以上の検討により以下のことが明らかになった。①変位は天端沈下・内空変位ともにほぼ一致する。②吹付けコンクリート応力は計測値が解析値より大きいがほぼ一致する。③鋼アーチ支保工軸力はFEM解析の方が大きく今までの解析事例の一般的傾向と合致する。④ロックボルト軸力は計測値が解析値より小さいがほぼ一致する。

今後、FEM解析と不連続解析の両方において変形係数や不連続面パラメータ等を修正して計測値と合致するようなモデル化の手法について検討する。

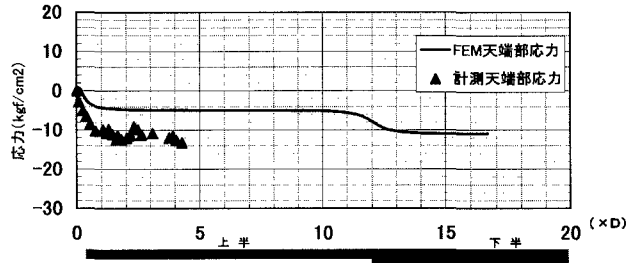


図-2 吹付けコンクリート応力の解析値と実績値の比較

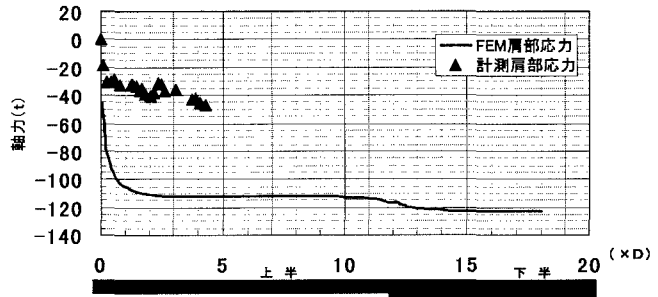


図-3 鋼アーチ支保工軸力の解析値と実績値の比較

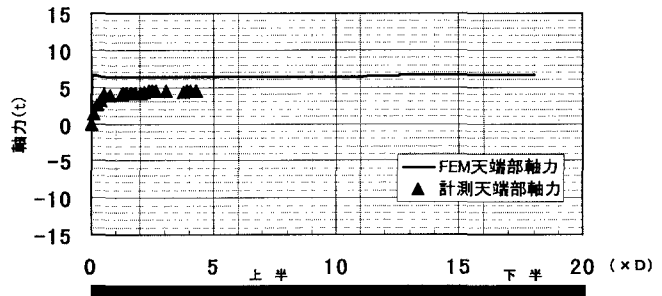


図-4 ロックボルト軸力の解析値と実績値の比較