

図-4 縦断面図

表-1 設計フロー

3. 設計の概要

本工法は一般的なボックスカルバートと異なり、部材を柔構造と考え、地盤バネ評価して、断面力の解析を行った。モジュラーチ工法の設計フローを表-1に示す。

3.1 タイプの決定

本工法には左右の基礎(底版)が独立したフーチングタイプと左右の基礎が底版部材で一体化されたインバートタイプがある。本工事は、地盤反力に制限があり、かつ地盤が左右で異なっていたため、安定性の高いインバートタイプとした。また、インバートについては、プレキャストも考えられるが、経済性の面から現場打ちとした。

また、内空断面として、全幅5.0m×高さ4.5mを確保する為、インバートタイプでポールト30m<sup>2</sup>用、サイドウォール52m<sup>2</sup>用とした。

3.2 断面力の算出

アーチカルバートの断面力は、トンネル各部材及び地盤をそれぞれ弾性体とみなし、図-5に示すような地盤バネを考慮したフレーム解析により地盤反力、断面力等の算出を行った。なお、検討を行った段階と載荷荷重を表-2に示す。設計曲げモーメントを図-6に地盤反力を図-7に示す。

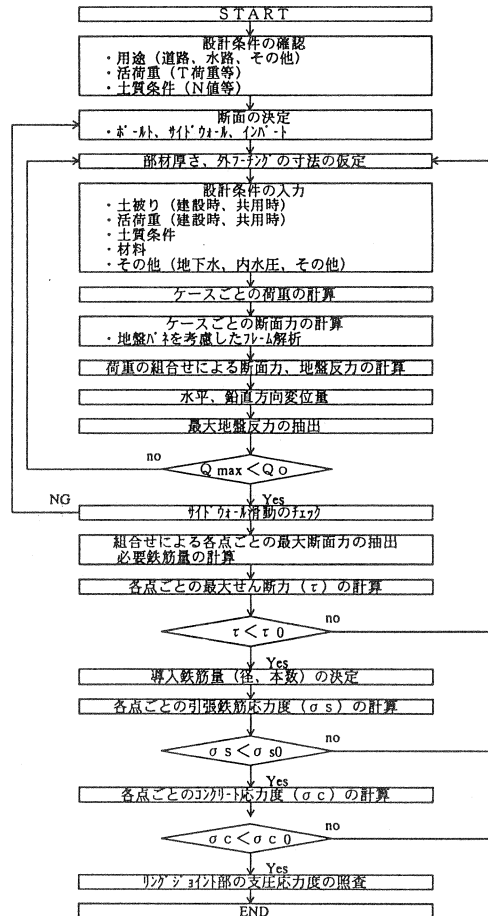


表-2 検討段階と載荷荷重

検討段階		考慮する活荷重
施工時	製品の仮置き時	自重のみ
	本体組立時	自重のみ
	リングジョイントまで埋戻し時	自重+土圧
	ボルト天端まで埋戻し時	自重+土圧
	土被り60cm時	自重+土圧+建設車両 (T-25)
	土被り8m時	自重+土圧+建設車両 (T-25)
供用	設計土被り時	自重+土圧+ T-25orIT-43 or 等分布荷重

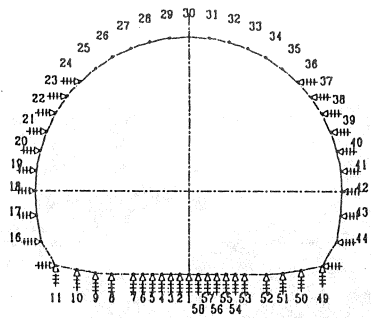


図-5 解析モデル図

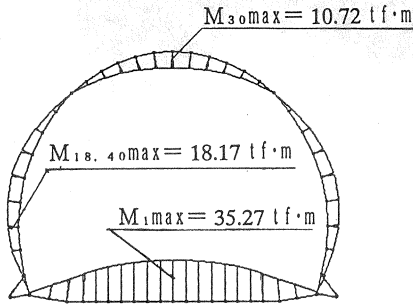


図-6 設計曲げモーメント図

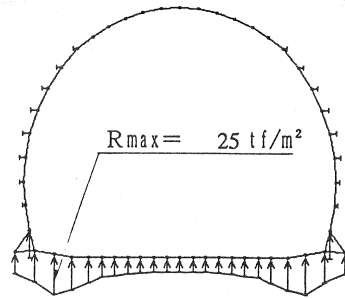


図-7 地盤反力図

### 3.3 鉄筋の配置

各点にかかる荷重の最大値を求め、曲げモーメントと軸力を同時に受ける部材として照査した。

表-3に主要材料強度を、図-8に部材配筋を示す。

コンクリート	$f'_{ck}=40\text{KN/mm}$ ( $400\text{kgf/cm}^2$ )
鉄筋	SD345

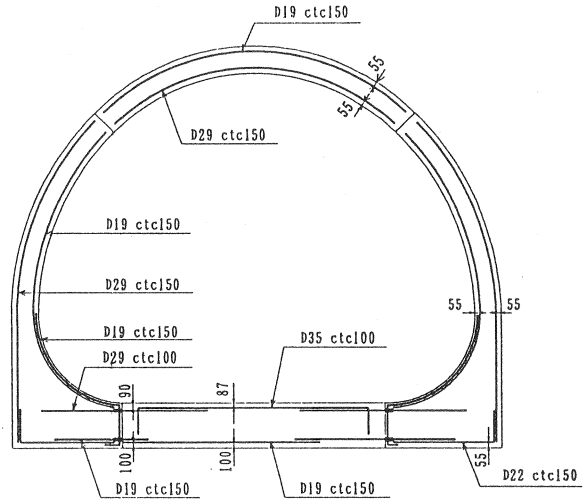


図-8 配筋図

### 3.4 地震に対する検討

地震時に対する安全性の検証は(財)土木研究センターが設立した「モジュラー工法の耐震性向上に関する委員会」において行った模型実験(大型せん断土槽を用いた静的交番載荷試験)の結果及びシミュレーションから、駐指レベル及び兵庫県南部地震レベルの地盤変位作用時に対しては、部材・継手とも安全を損なうような状態には至らないことが確認されているが、応答変位法より照査し十分安全であった。

4. 施工の概要

4.1 プレキャスト部材の製作

プレキャストの部材は、工場にて製作し、現地にはフェリーを利用し搬入した。(写真-1, 2)

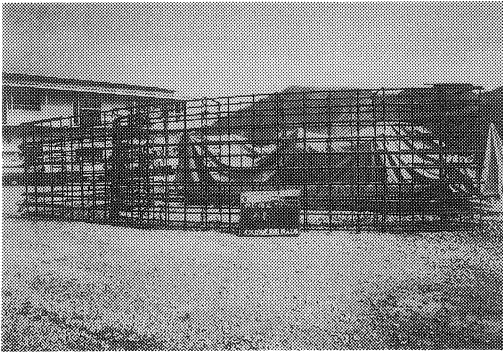


写真-1 (鉄筋組立)

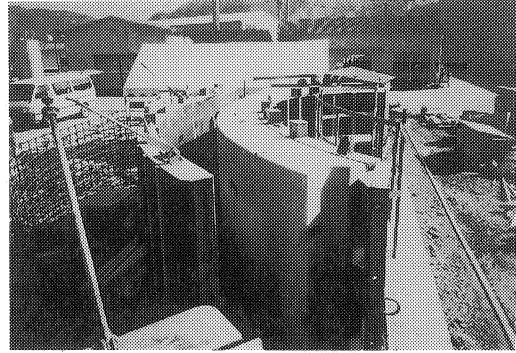


写真-2 (型枠脱形)

4.2 現地作業工程

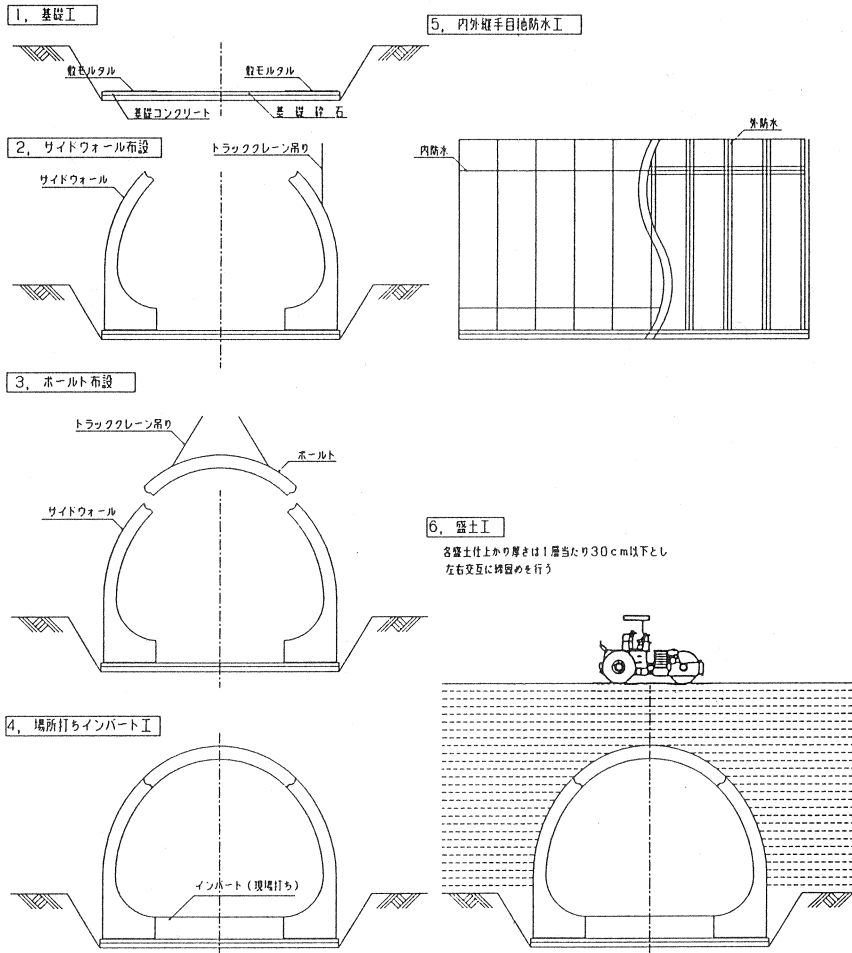


図-9 現地作業工程

#### 4. 1 基礎工

均しコンクリートを打設後、ベースプレートを2m間隔でホールアンカーにて固定し、平鋼をベースプレートの上に乗せライナーで高さを調整し溶接固定する。その高さに合わせて空練りモルタル(セメント:砂=1:3)を敷き均す。

#### 4. 2 布設工

今回の工事では、120tクレーンと45tクレーンの合い吊りによりサイドウォール部材を立て起こしてから、120tクレーンにて両側の部材を布設した。(また正確に据え付け作業を行うため、両サイドウォール間の水平距離および鉛直度を確認しながら行った。)ボルト部材はサイドウォールとリングジョイント部で良好に噛み合っていることを確認し、所定の位置にセットした。(写真-1、2)

#### 4. 3 目地防水工

部材間の継ぎ手部は、ボルト連結後に無収縮モルタルを充填し、またリングジョイント部は、発泡ウレタンを充填した。(写真-3)

内側防水には弾性シーリング材を使用し、外側防水にはアスファルトプライマー及びゴムアスファルト系シートを塗布後プロテクションを貼り付けた。(写真-4)

#### 4. 4 インバート施工

鉄筋、型枠組立後、全長を6ブロックに分割して現地打ちコンクリート打設とした。



写真-1

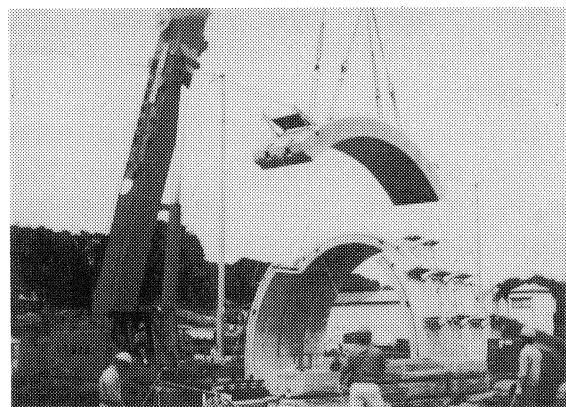


写真-2

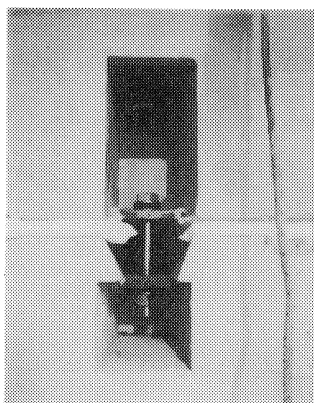


写真-3

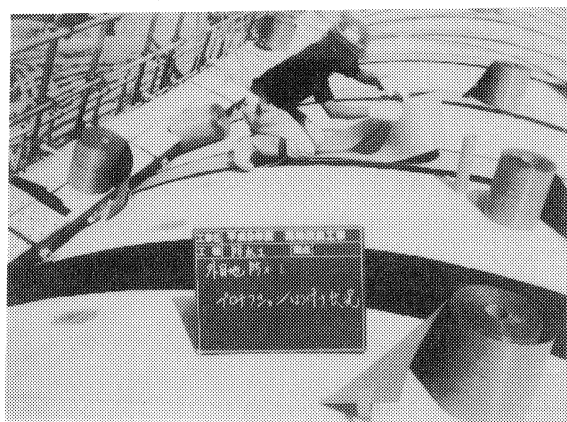


写真-4

モジュラーチ工法と従来工法である場所打ち工法を比較すると、現場施工期間が1/6の約1ヶ月に短縮され、部材の工場製作を含めた全体工事期間は3ヶ月であった。(写真-5, 6)

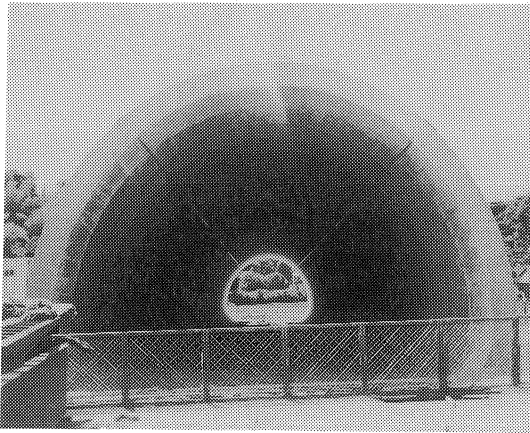


写真-5 (埋戻し前部材完成時)

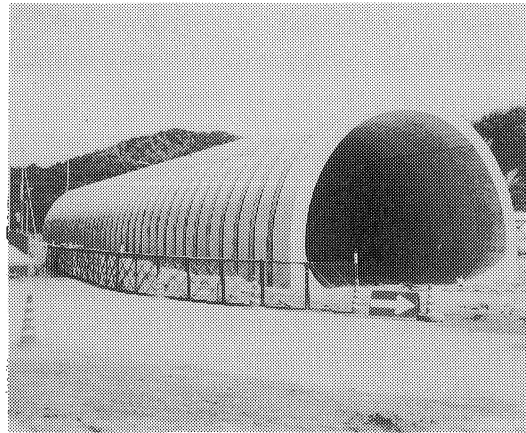


写真-6 (埋戻し前部材完成時)

## 5. おわりに

Modular archとはModule(独立した独自の機能を果たすように設計された部分)とArch(アーチ)を組合わせた意味で、いくつかの部材で組み立てられたアーチということを示している。本工法は、アーチ特有の形状と美しさ、合理性を持つ多分割2ヒンジアーチ構造の大型鉄筋コンクリート二次製品であり、海外では多くの施工実績があるが日本ではまだまだ採用例が少ない。今後、耐久性、高品質保証、現場労力の省力化、トータルコストの縮減がますます進められる中、高盛土区間等のカルバートとして、時代に良く適合した工法であると考えられる。また、見た目にも軽快な断面であり、歩行者や通行車から見た場合でも、従来工法のように圧迫感がなく開放的なトンネルに思えるだろう。

以上この報告書が、同種のカルバートにモジュラーチ工法を採用する場合の参考になり、今後の現場での施工性、安全性などの向上につながればと期待している。

最後に、本モジュラーチ工法の設計、施工にあたって多大なるご指導、ご尽力を頂いた関係各位に紙上をお借りして感謝の意を表する次第です。

## 6. 参考文献

- (1) (財) 土木研究センター:モジュラーチ工法の耐震性向上に関する研究委員会 報告書、平成8年5月
- (2) 齊藤、河野他:分割式アーチトンネルの耐震性向上に関する検討(その1)  
第10回日本地震工学シンポジウム,1998
- (2) 川村、清原他:分割式アーチトンネルの耐震性向上に関する検討(その2)  
第10回日本地震工学シンポジウム,1998