

島根原子力発電所 盛土地盤上の耐震アーチカルバートの設計について

中国電力(株) 正会員 ○河村 美咲
中国電力(株) 正会員 家島 大輔
中国電力(株) 正会員 吉次 真一

1. はじめに

中国電力(株) 島根原子力発電所では、実用発電用原子炉に係る新規規制基準（以下、「新規規制基準」という。）における重大事故発生時のアクセスの多様性の観点から、複数のアクセスルートを構内に整備している。このうち盛土地盤上に設置するアクセスルートについては、今後、高盛土を予定しているため、大きな土被りに有効なアーチカルバート構造を選定し、更に大規模地震に対する耐震性を有する構造とした。

本稿では、原子力発電所の新規制基準で要求されるアクセスルート確保のため、わが国でも実績の少ない大規模地震を想定した盛土上大断面耐震アーチカルバートの設計概要について報告する。

2. アーチカルバートの選定

島根原子力発電所では、エリア①からエリア②を結ぶルートについて、緊急車両が常時通行できる幅員（4m）を確保できること、それぞれのルートが独立している（交差しない）こと等の観点から、土捨場となっている谷部を埋めた盛土上を通行するルートを選定した。当該盛土は、現状約 T.P.+90m（最大盛土厚約 34m）まで盛り立てられており、将来的には更に 20m 程度盛り立てる計画であることから、土捨場容量確保のため、盛土上に延長 255m のアーチカルバートを事前に設置する計画とした。（**図-1~3**）

トンネル形状の選定に当たっては、接続する既設トンネル坑口部の覆工形状を踏まえるとともに、高盛土による土圧に対してインバートと側壁との接合部に集中する断面力の発生を抑制でき、構造のスリム化が図れる馬蹄形アーチカルバートを採用した。

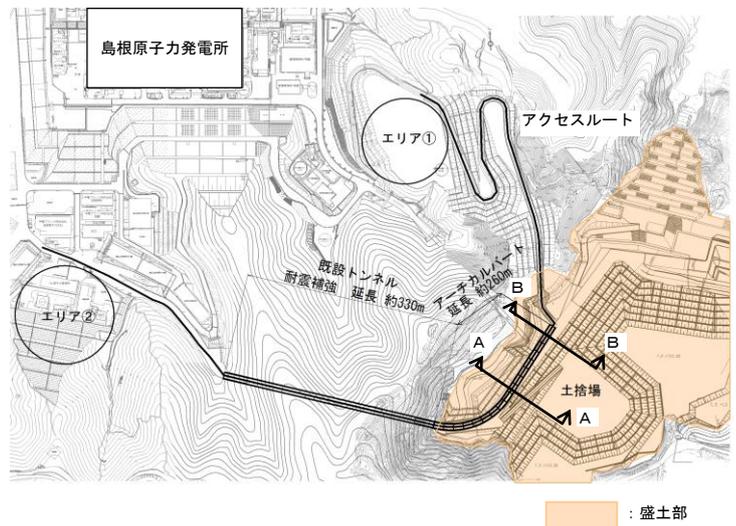


図-1 発電所位置図

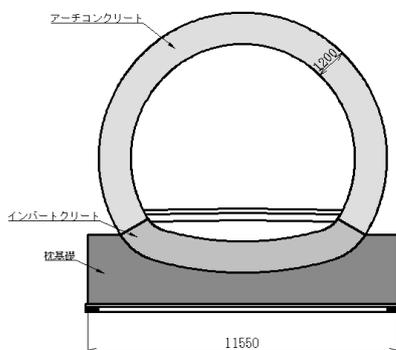


図-2 アーチカルバート断面図

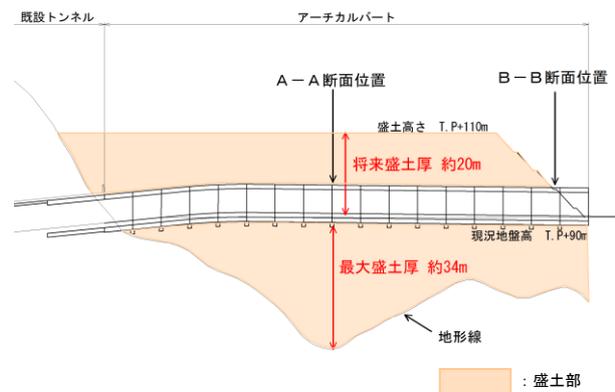


図-3 縦断面図

キーワード アksesルート確保, アーチカルバート構築, 耐震設計

連絡先 〒690-0393 島根県松江市鹿島町片匂 654-1 中国電力(株)島根原子力(発)保修部(土木)

T E L 0852-82-2220

3. 耐震設計の概要

(1) アーチカルバート部

アーチカルバートの設計にあたっては、盛土地盤内の構築物であることから地震による影響が想定されるため、有限要素法による2次元動的解析により耐震設計を実施した。検討断面位置の選定にあたっては、盛土地盤内における地震応答の増幅の影響および地震時土圧の影響を勘案し、アーチカルバート下の盛土層厚が最大となる断面（A-A断面）を覆工設計用検討断面、アーチカルバートの上載荷重がなく側圧が支配的となる断面（B-B断面）を変位検討用断面とした。（図-2~4）

耐震設計は地盤—構築物連成モデルにより、自重による常時応力解析を実施し、次に常時応力を初期状態とした非線形地震応答解析を実施し、構築物に発生する断面力に基づく部材照査を行った。

アーチカルバートは、周囲を20m程度盛り立てることから、盛土高さ相当の土被り圧により覆工に大きな軸力の発生が想定されたため、常時解析において算出された断面力を基に部材厚（120cm）を設定し、地震時の検討を行った。大規模地震時の検討にあたっては、アーチカルバート上下端の水平層間変位最大時刻における地震力から、断面力を算定した。

その結果、高盛土による上載荷重、地震時水平土圧を用いて配筋計画を検討した結果、コンクリートの設計基準強度を標準的な $24\text{N}/\text{mm}^2$ から $30\text{N}/\text{mm}^2$ に変更し、鉄筋とコンクリートの照査値をほぼ同じにすることでコンクリートと鉄筋の荷重分担率の最適化を図った。最適化後のアーチカルバートの構造を図-5に示す。

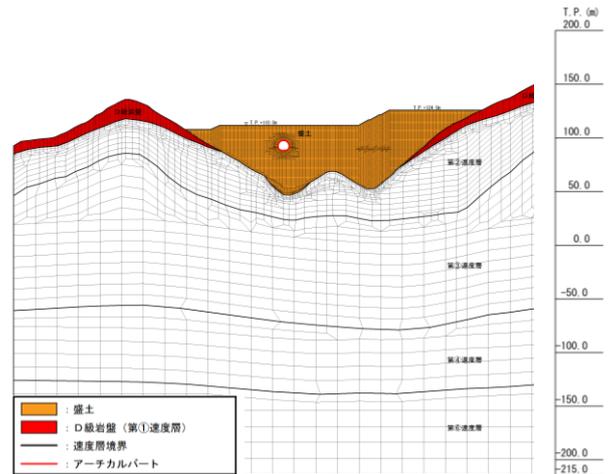


図-4 解析モデル図（A—A断面）

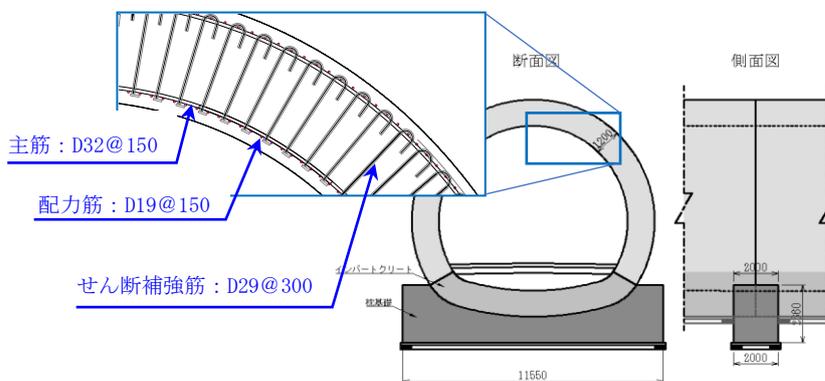


図-5 アーチカルバート構造図

(2) 施工ブロックのジョイント部

ジョイント部の検討については、緊急時に車両が円滑に通行できる必要があることから、下記の点に着目した設計を行った。

① 相対変位について

地震時に発生する段差が車両の通行支障とにならないようにするため、地震応答解析結果に基づき、アーチカルバート上下間の最大相対変位が15cm以下となる設計とした。

② ジョイント部の土砂流入について

沈下に伴うジョイント部目違いによる土砂流入防止として、地震応答解析結果による残留変位量を許容できるゴムジョイントを設置することとした。

③ 不等沈下について

アーチカルバートを設置する盛土の締固め不足に起因する不等沈下の有無を確認するため、施工段階において平板載荷試験を実施し、将来の盛土高 20m を考慮しても、十分な支持力を有することを確認した。

また、更なる安全性向上の観点から、施工ブロックごとの相互の不等沈下や側方のズレ防止として、ジョイント下部にアーチカルバートの底版厚さかつ同程度以上の配筋とした枕基礎を構築した。（図-5）

4. おわりに

当初の検討では、コンクリートの照査値が鉄筋に比べ厳しく、軸力の一部を圧縮側主筋が受け持つ不経済な構造となっていたが、コンクリートの設計基準強度を変更することで鉄筋量の削減が可能となり、施工性向上、コスト低減できたことは、大きな成果と考えている。

本アーチカルバートは平成 29 年 3 月に完成し、翌 4 月には構内道路として供用を開始した。また、平成 30 年 3 月からはアーチカルバート上への盛土を開始している。

最後に、本工事の実施にあたりご協力をいただいた関係者の方々に紙面を借りて深く感謝の意を表す。