

松山自動車道双海橋（PC バランスドアーチ橋）の設計（その 2）  
— 桁端部が剛結構造となる橋台基礎の安全性照査 —

鹿島建設(株) 正会員 ○佐野周平 松林周磨 波田匡司  
西日本高速道路(株) 小野泰東

1. はじめに

双海橋は、松山自動車道伊予 IC～内子五十崎 IC 間において、暫定 2 車線で供用している本線に付加車線を設置して完成 4 車線に拡張する工事のうち、一期線アーチ橋に並行して架設する PC バランスドアーチ橋である。剛結構造とした A2 橋台には、施工時および構造完成後も大きな水平力が作用することが構造上の懸念であった。また、A2 橋台基礎の側面地盤は、極端に土被りが小さく、前面地盤の抵抗力に影響を与えることが懸念された。本稿では、剛結構造とした経緯とともに、側面土被りの影響を考慮した深礎の設計について報告する。

2. A2 橋台の構造形式選定

A2 橋台背面の地盤は、亀裂の多い基盤岩であり、張出し架設時において安定したバックステイアンカーの固定支持定着が得られないことや架設用ケーブルを多く配置することが困難などの課題があった。また、支承構造とした場合、完成時において A2 橋台支承部に負反力が作用し、アップリフト対策が必要となることも課題であった。本橋では、A2 橋台と上部工を剛結構造とすることで上記の課題を解決し、増加した常時および地震時の水平力は大口径深礎基礎に抵抗させることとした。従来工法との比較を表-1 に示す。

表-1 A2 橋台の構造比較図

|              | 従来工法【バックステイによる張出架設工法】                                           | A2剛結化による固定張出工法                                               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 概略図<br>(架設時) |                                                                 |                                                              |
| 評価<br>(架設時)  | ・ 架設用ケーブルが多く配置が困難<br>・ 地盤亀裂が多い基盤岩へのバックステイアンカーの固定支持定着が得られない<br>△ | ・ 架設用ケーブルが少ない<br>・ バックステイアンカーが不要となり安定した固定支持定着が得られる<br>○ (採用) |
| 評価<br>(完成時)  | ・ 支承位置にアップリフト対策を要する<br>△                                        | ・ 橋台に作用する水平力は大きい (L2地震時 123,577kN)<br>△ (大口径深礎を採用)           |

3. A2 周辺地盤の傾斜を考慮した橋台基礎の設計

3.1 検討概要

A2 橋台深礎の側面は、一期線施工時に大規模な構造物掘削が行われており、水平土被りが急減する地形(図-1)となっている。一般的に、深礎の設計に広く用いられる汎用プログラムでは、橋軸方向または橋軸直角方向それぞれに対して一様な地盤の傾斜は考慮できるものの、橋軸方向・橋軸直角方向の双方に地盤が傾斜しているような 3 次元的な形状を考慮することができない。そこで、本橋では、橋軸直角方向の土被りが十分でない地形の影響を橋軸方向の深礎計算において適切に評価するために地盤の 3 次元弾塑性解析を実施した。

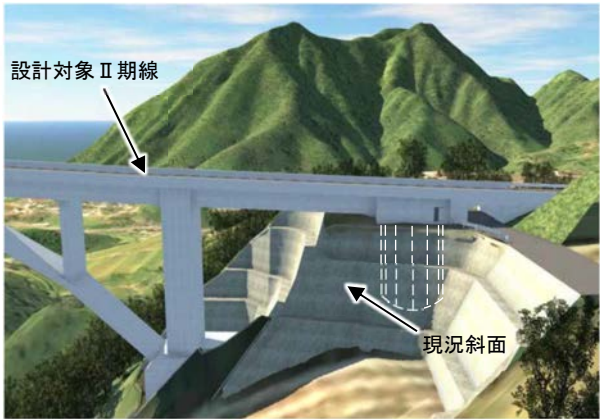


図-1 A2 橋台付近の地盤形状図

キーワード 土被り厚, 3 次元弾塑性解析, ばね値の評価, 橋台基礎, 深礎設計  
連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-6229-6669

### 3.2 解析モデル

側面地盤の有無しそれぞれのモデルについて3次元弾塑性解析(図-2)を行い、杭頭変位等を比較した。地盤の応力・弾塑性域や深礎と地盤との界面の状態を的確に評価できるように、施工ステップ(自重解析→深礎構築→荷重作用)を考慮した。

地盤をソリッド要素でモデル化し、深礎周辺の現況地盤を再現した。地盤は、主にCL～CM級の岩盤で、Mohr-Coulomb構成則の弾塑性材料とした。

深礎基礎は、ソリッド要素でモデル化し、鉄筋コンクリートは、 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ の弾性材料とした。深礎基礎と側面、周面、底面の地盤は、剥離と滑りを考慮したインターフェース要素で結合した。

解析ソフトは、汎用有限差分法解析プログラム「FLAC3D ver.5」(開発元 ITASCA 社)を用いた。

### 3.3 3次元弾塑性解析結果

最も水平力の大きいL2地震時において、側面地盤の有無による橋軸方向の杭頭変位の増分率は、5%程度(図-3)で、塑性化領域は深礎に接する一部に限定された(図-4)。このとき、杭長は杭径の2.38倍であり、橋軸直角方向の変位、水平面の回転変位は微小であった。1.44倍の場合には、杭頭変位の増分率は10%程度となり、前面地盤が杭頭から杭底までほぼ全て塑性化する箇所が存在した。杭長が長くなることで杭頭変位の増分率は減少し、塑性化領域も限定的となる傾向がみられた。

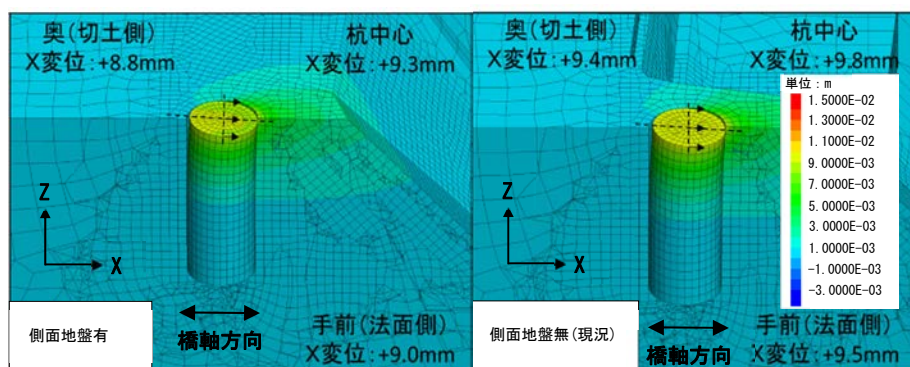


図-3 杭頭変位図

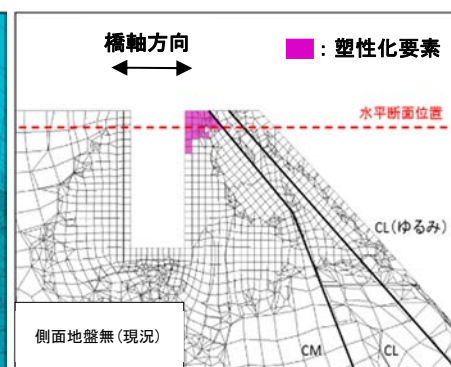


図-4 塑性化領域図

### 3.4 深礎設計への反映

深礎基礎の設計は設計指針<sup>1)</sup>におけるモデル(図-5)を準拠しつつ、前面地盤の地盤ばねを杭頭変位の差に応じて低減することで深礎の設計に反映することとした。

3次元弾塑性解析結果より、側面地盤の有無による杭頭変位の差は5%～10%程度であり、地盤ばねの低減率を10%に設定した。地盤ばねの低減を考慮したモデルで所要の安全性照査を満足することを確認した。

### 4. おわりに

左右非対称な地形における側面土被りの影響について、3次元弾塑性解析を用いて検討し、側面土被りが前面地盤の抵抗性に与える影響を評価した。今後の合理的な設計手法への一助となれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編, 2012.3

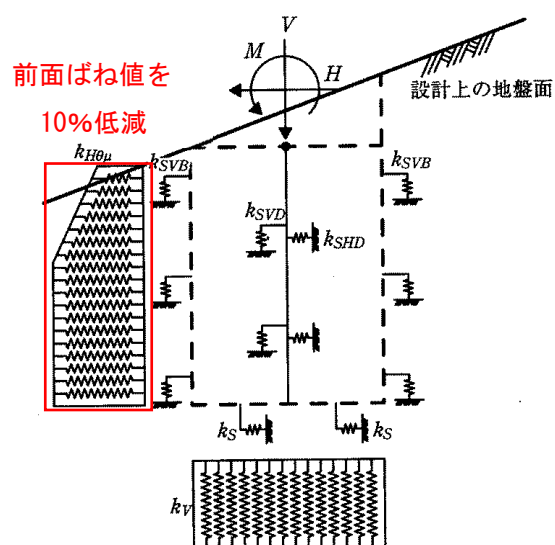


図-5 深礎計算のモデル図