

## 軟弱地盤における橋梁計画のあり方 (一般国道 55 号安芸道路を事例にして)

国土交通省 四国地方整備局 土佐国道事務所 正会員 ○石川 真義  
国土交通省 四国地方整備局 土佐国道事務所 非会員 小野川 太心

### 1. はじめに

一般国道 55 号安芸道路は、四国 8 の字ネットワークを形成する阿南安芸自動車道（地域高規格道路）の一部で、第 1 種第 3 級、 $V=80\text{km/h}$ 、標準幅員 12.0m で高知県安芸市伊尾木～馬ノ丁をつなぐ  $L=5.8\text{km}$  の自動車専用道路である。本稿は、上記区間のうち安芸市黒鳥で確認した軟弱地盤における橋梁の詳細設計を行うにあたり実施したコスト削減、施工計画の工夫および効率的・効果的な維持管理を見据えた CIM の工夫について報告する。

### 2. 地質状況を踏まえた橋梁計画

地質調査において、橋梁区間 ( $L=472.5\text{m}$ ) の約 5 割の範囲で地表面下 2.0m に褐色の有機質シルト層（層厚  $\approx 6.0\text{m}$ ）が確認された。有機質シルト層は腐食物を多く混じえており、 $N$  値は 0～1 を示す自沈層である。くわえて、支持層までは、シルト、砂質、礫質の互層からなり、液状化層（低減係数  $D_E=0\sim 2/3$ ）であることも把握した（図-1）。

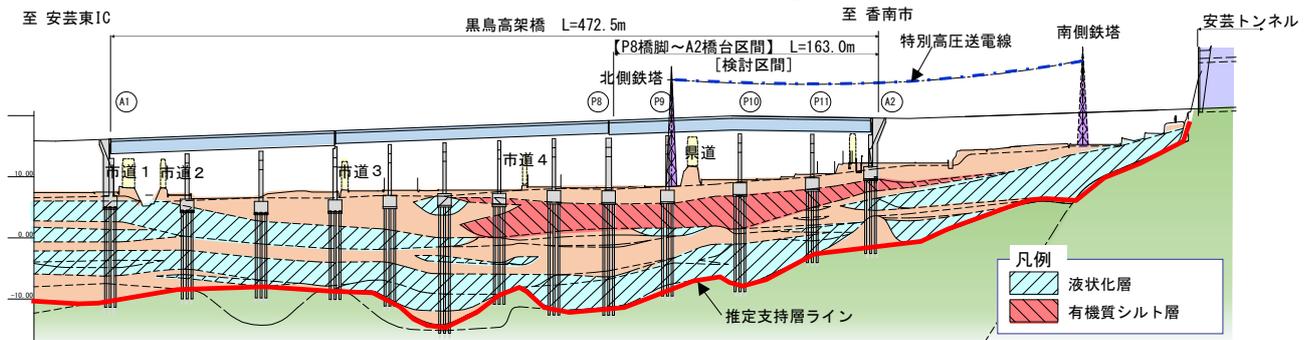


図-1 橋梁側面図

地盤状況を踏まえ、①脆弱な地質条件を踏まえたコスト削減、②軟弱地盤（自沈層）における杭基礎施工の工夫、③維持管理を見据えた CIM の効果的な運用の観点で橋梁計画の見直しを行った。

### 3. 橋梁計画の見直し

軟弱地盤上では、下部工費が高価となることから、①下部工基数の低減、②死荷重を低減するモーメントバランスの改善を目的として、1)支間割りの検討、2)縦断計画の見直しを行った。

1)支間割りの検討は、当初計画時の掛け違いを有する 3+2 径間連続桁から 4 径間連続桁への変更を行った。結果、4 径間連続桁は桁高が当初計画の  $H=1.500\text{m}$  より  $0.350\text{m}$  厚くなることから上部工費が約 2,200 万円上がるものの、下部工が 1 基低減する事により約 5,000 万円削減できることから、全体で約 2,800 万円のコスト削減が可能となった。

最適な支間割りを検討するにあたって、下部工への負担を最小限に留めるために、死荷重を低減し、「側径間の断面力 / 中央径間の断面力 = モーメントバランス比」が 1.0 に近似する支間割りとした。図-2 に、モーメントバランスの検討ケース①～③を示す。結果、「検討ケース①」でモーメントバランスを最適化でき、鋼材重量の最適化が可能となった。

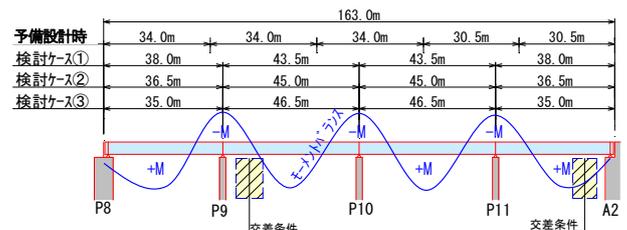


図-2 モーメントバランス検討図

キーワード 軟弱地盤、橋梁計画、支間割り検討、杭の先細り検討、CIM

連絡先 〒780-0055 高知県高知市江陽町 2 番 2 号国土交通省 四国地方整備局 土佐国道事務所 TEL:088-884-0359

2)縦断計画の検討は、桁高(H=1.850m)の検討結果に維持管理余裕高を考慮し、①Crest 位置、②路面計画高の見直しを行った。計画時は、橋梁区間の前後にあるトンネル、IC ランプ および交差点計画をコントロールとして既往設計に変更がないよう配慮するとともに、橋梁の上空を横断する特別高圧線との隔離 4.0m を確保する縦断計画とした。

4. 自沈層（有機質シルト層）における杭の先細り検討

地表面-2.0m~-8.0m まで有機質シルト層（自沈層）が堆積していることから、杭の先細りが懸念された。杭の先細りについては、発生事例は報告されているものの、道路橋示方書等には具体的な照査方法は記載されていない。本稿では、下記の方法で検討を行った(図-3)。

(1) 杭の先細り検討

未固結なコンクリートによる内圧と外圧(静止土圧+水圧)を対比することで杭の細りの有無を判定した。外圧が内圧を上回る関係を下記判定式により算定を行った。

判定式:  $P_u > P_i$

外 圧:  $P_u = p0 \cdot ph$

内 圧:  $P_i = p0 \cdot ph$

(2) 検討結果および対策工の検討

図-4 より、杭頭付近で外圧が内圧を上回る結果となり、杭の細り対策が必要となった。対策工には、①地盤改良、②余盛りによる内圧向上、③二重ケーシング工法などがあるが、検討を行った結果、施工費が通常の 1.3 倍程度になるものの、確実に品質確保が可能な二重ケーシング工法を採用した。

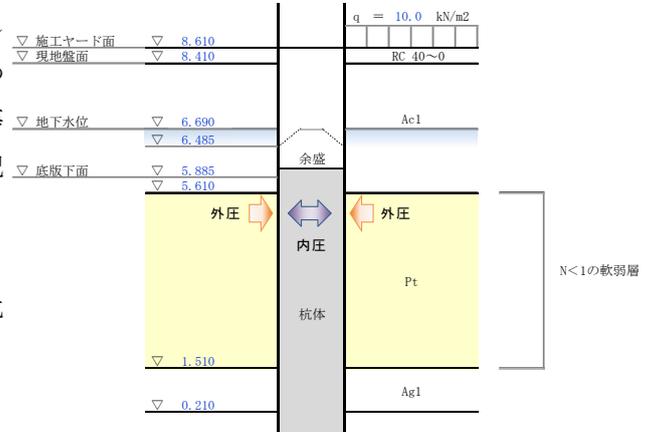


図-3 先細り検討図

	計算標高 (m)	外水圧 ph (kN/m2)	外 圧 Pu (kN/m2)	内 圧 Pi (kN/m2)	判定	土層区分
底板下面	5.885	7.889	32.829	18.515		Ac1層
	5.610	10.584	36.624	24.840		〃
先細り範囲	5.110	15.484	42.524	36.340	×	Pt層
	4.610	20.384	48.424	47.840	×	〃
杭体	4.110	25.284	54.324	59.340	○	〃
	3.610	30.184	60.224	70.840	○	〃

図-4 先細り判定結果

5. 効率的・効果的な維持管理を見据えた CIM 活用の工夫

当該地は、だけでなく、今後発生することが予想されている南海トラフ地震や平成 30 年 7 月豪雨や台風に見られるように、災害時のダメージポテンシャルを有しているため、不測の事態に備えることも重要である。従って、センシング技術と通信制御装置を活用したリアルタイム計測や、地覆や高欄などに IC タグを設置したうえでドローンを活用した発災後の状態観測(図-5)なども考慮した CIM の活用による維持管理の工夫を計画している。



(地覆や高欄に設置)

図-5 維持管理の効率化

6. おわりに

本稿では、軟弱地盤における橋梁計画のあり方について一般国道 55 号安芸道路を事例に記載した。橋梁計画を行う上で、道路線形計画へのたちかえりや地質調査結果を十分に反映することが重要であった。また、計画段階より CIM の活用を検討することで、施工時だけでなく供用時の維持管理に加えて災害時にも状態の確認が可能なデータ活用型インフラ整備を体系化できると考えている。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，pp.161-170，2017。IV 下部構造編，pp.179，2017。
- 2) 藤崎哲也，佐藤優：軟弱地盤におけるホルケーシング工法の杭先細り対策に関する試験施工，土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，V-51，2007。