

新横山橋基礎の軟弱地盤対策工—想定外リスクへの対応—

伊吹 真一^{*1}・高村 圭一^{*2}・竹中 敏雄^{*3}

概 要

設計・施工一括発注方式である新横山橋工事において、ケーソン基礎支持層付近に軟弱地盤の存在が確認された。調査の結果、 $\phi 7\text{m}$ 、深さ 8m の軟弱地盤が存在し、基礎の安全性が損なわれると考えられた。対策は、ケーソン位置を水平方向に 6.0m 移動、深さ方向に 5.5m 掘削し、軟弱地盤を包含し除去する方法を採用した。また、比抵抗トモグラフィーを実施し、軟弱地盤が付近に存在しないことを確認した。今回はこれらの想定外リスクへの対応について報告するものである。

キーワード：設計・施工一括発注方式、リスク分担、軟弱地盤、ケーソン基礎、比抵抗トモグラフィー

IMPROVEMENT OF WEAK GROUND AROUND THE FOUNDATION OF THE
SHIN-YOKOYAMA BRIDGE
- SOLUTION FOR UNEXPECTED RISK -

Shinichi IBUKI^{*1}, Keiichi TAKAMURA^{*2}, Toshio TAKENAKA^{*3}

Abstract

In the Shin-Yokoyama Bridge construction project, which is a design-construction lump-sum contract, design-construction weak ground was found near the support stratum of the caisson foundation. The investigation revealed that the weak ground was 7 m in diameter and 8 m deep that would undermine the safety of the foundation. As a solution, the caisson was moved 6.0 m horizontally, and ground was cut to a depth of 5.5 m to remove the portion including the weak soil. In addition, specific resistance tomography was used to confirm that there was no weak zone in the surroundings.

This paper reports the measures against the unexpected risk.

Keywords: design-construction lump sum contract, risk share, weak ground, caisson type foundation, specific resistance tomography

*1 Concrete/Seismic Structure Group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*2 General Manager, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*3 Manager, Concrete/Seismic Structure Group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

新横山橋基礎の軟弱地盤対策—想定外リスクへの対応—

伊吹 真一*1・高村 圭一*2・竹中 敏雄*3

1. はじめに

近年、設計・施工一括発注方式(デザインビルド方式)やPFI等、施工者の技術力を必要とする発注方式が増加しており、従来の設計と施工を分離して発注する方式の場合と異なり、責任およびリスクが大きくなっている。高度技術提案型設計・施工一括発注方式の試行工事である新横山橋工事において、ケーソン基礎支持層付近に軟弱地盤が発見された。ここでは、軟弱地盤の出現という想定外のリスクへの対応について報告する。

2. リスクの顕在化

新横山橋は横山ダムを横断する2径間連続PCエクストラドーズド橋であり、P1橋脚基礎には軟岩層を支持層とするニューマチックケーソン工法によるケーソン基礎を採用した。新横山橋の橋りょう側面図(当初設計)を図-1に示す。

しかし、ケーソン施工に先立つ地中ガス調査ボーリング時にN値=0(ロッド自沈)の軟

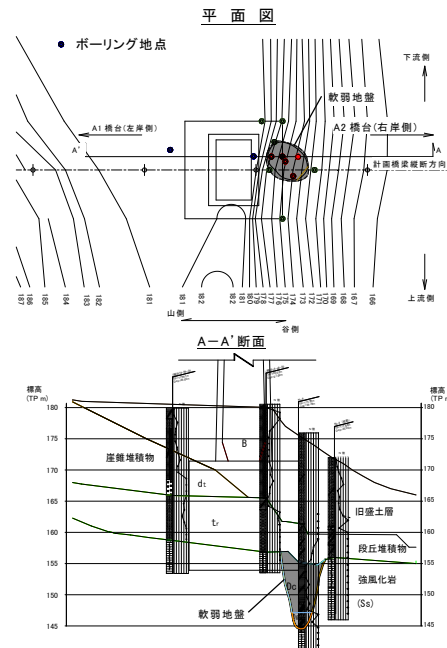


図-2 軟弱粘土層位置図

弱粘土地盤がケーソン床付け部に存在することが判明した。追加ボーリング調査の結果、直径7m前後、深さ8mの局部的にポットホール状の軟弱粘土地盤が存在し、ケーソン基礎の安全性が大きく損なわれると考えられた。

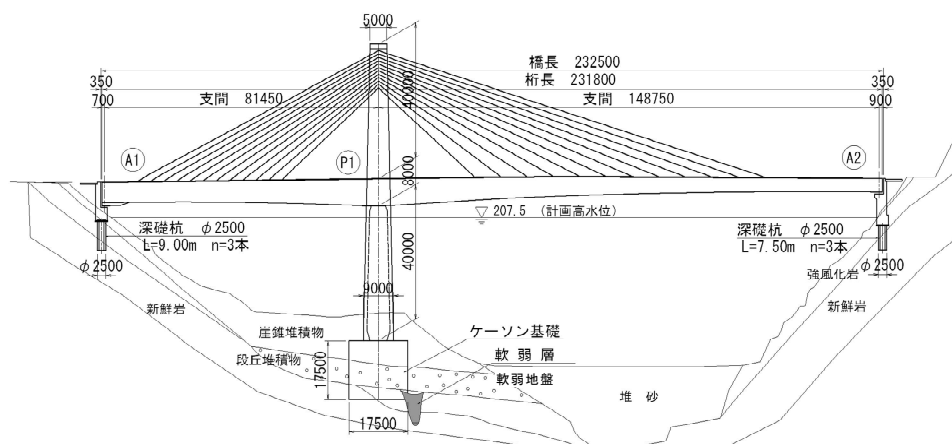


図-1 橋りょう側面図(当初設計)

*1 エンジニアリング本部 土木技術部 コンクリート・耐震グループ

*2 エンジニアリング本部 土木技術部長

*3 エンジニアリング本部 土木技術部 コンクリート・耐震グループリーダー

3. リスクへの対応

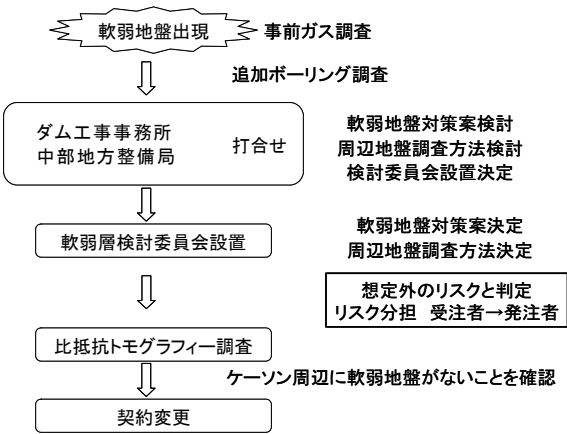
本工事は高度技術提案型設計・施工一括発注方式であり、入札公告時には表－1のようなリスク分担が決められている。リスク分担表では、地質・地形の相違による設計・工法の変更は受注者の分担とされている。しかし、今回の軟弱地盤は局部的なものであり、設計時に提示されたボーリングデータでは予想することができないため、入札公告および請負契約約款に書かれている” 予想することができない特別な状態” に該当すると考えられた。

軟弱地盤出現への対応を時系列的に整理すると図－3の通りとなる。軟弱地盤対策と追加の軟弱地盤調査について、発注者との打合せを行った。さらに、学識経験者による新横山工事P1橋脚軟弱層検討委員会を設置し、軟弱地盤の成因・対策および周辺地盤調査について討議・指導・評価が行われた。

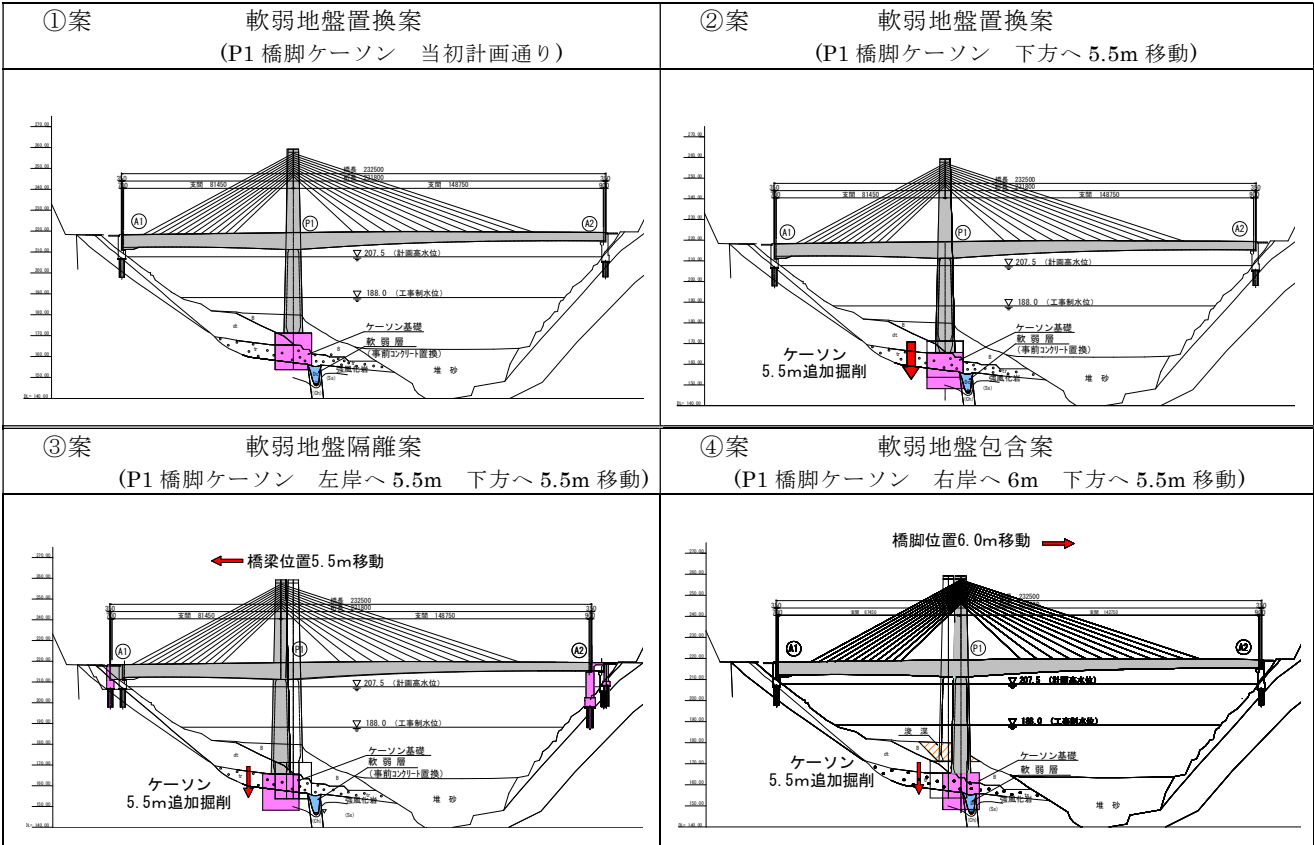
検討委員会において、軟弱地盤は局部的なもので、通常のボーリング調査で発見が困難

表－1 リスク分担表の抜粋

大項目	小項目	リスクが発生する可能性のある要因	リスク分担	
			発注者	受注者
技術特性	地質	地盤の土質、厚さの相違による設計または工法の変更		○
	地形	地形の相違による設計または工法の変更		○
	法規、技術基準の改正	条例や法規の改正または基準や指針の改正による設計または工法の変更	○	
		⋮		



図－3 軟弱地盤対策時系列



表－3 軟弱地盤対策

表－４ 軟弱地盤対策の比較

	①案軟弱地盤置換案		②案軟弱地盤置換案		③案軟弱地盤隔離案		④案軟弱地盤包含案	
軟弱地盤処理	事前コンクリート置換	△	事前コンクリート置換	△	事前コンクリート置換	△	直接撤去	◎
ケーソン施工	止水壁必要	△	止水壁必要	△	当初計画どおり	○	止水壁必要	△
上部工	当初計画どおり	○	当初計画どおり	○	当初計画どおり	○	支間長変更 アンバランスモーメント有利	◎
工程(遅れ)	10ヶ月	△	10.5ヶ月	△	9.5ヶ月	△	10.5ヶ月	△
コスト	○		×		×		○	
総合評価	×		×		×		○	

であり、施工条件について予期することのできない特別な状態、つまり想定外のリスクが生じたケースとの見解を得た。この結果、契約変更の対象と評価され、軟弱層対策により生じる費用・工期は発注者の負担となった。

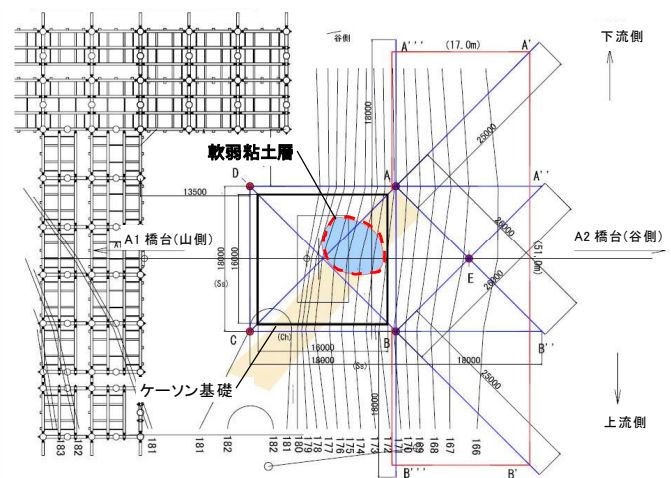
４． 軟弱地盤対策工

軟弱地盤対策としては、『軟弱部の影響を解消して構造物を構築する』ことを基本方針とし、表－３，４に示すように比較検討を行った。軟弱地盤検討委員会でも対策について指導・評価が行われ、ケーソン位置を水平方向に 6.0m 移動、5.5m 追加掘削し、ケーソンで軟弱地盤を包含し除去する④案を採用した。この対策の決定要因は軟弱地盤を直接掘削し確実に除去できるため信頼性が高いことである。また、不等径間が解消されることから、アンバランスモーメントが解消し、設計上有利になる。

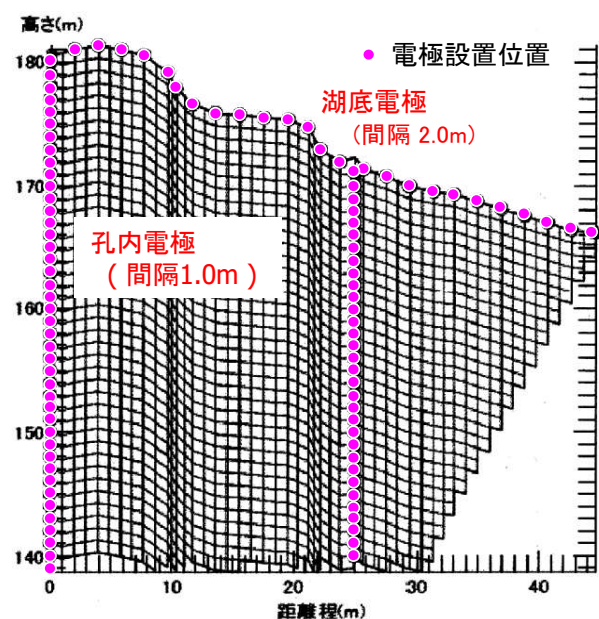
５． 比抵抗トモグラフィー

軟弱層検討委員会において、更なる軟弱地盤が移動した P1 ケーソン付近に存在しないことを確認し、同様な地盤リスクが繰返し発生することを回避するよう指導を受けた。

周辺地盤調査として比抵抗トモグラフィーを実施した。比抵抗トモグラフィーは地盤に



図－４ 比抵抗トモグラフィー調査概要図



図－５ 電極配置図

人工的に電流を流し、そのとき生じる電位を測定することにより比抵抗値を求め、地盤状況を推定する方法である。

比抵抗トモグラフィーは8断面で実施した。調査概要図を図-4に示す。使用ボーリング孔はA～Eの5孔である。そのうち、A～Dの4孔はケーソン基礎の隅角部に位置する。また、ケーソン基礎の谷側傾斜部はケーソンの安定上問題があるため、E孔を設け5孔とした。

比抵抗トモグラフィーは、測定された見かけの比抵抗値(ρ_a)から、地盤の真の比抵抗値(ρ)を数値解析により求め、その分布を映像出力するものであり、出力された映像パターンにより地盤構造、地盤状況の判定を行う。このため、測定に際してはP1ケーソン位置を取り囲むように測定を設定し、測線上に一定間隔で電極を多数配置して多くの地点での測定を行った。

湖底電極ならびに孔内電極は、多芯ケーブルに予め一定間隔で電極とする裸金属線を巻きつけたものであり、設置位置がずれないように適当な間隔で絶縁処理した錘をつけたものである。電極配置図を図-5に示す。湖底電極の配置は、多芯電極ケーブル(電極間隔

2m)を湖底に敷設することで行った。また、孔内電極の設置は、多芯電極ケーブル(電極間隔1m)をボーリング孔内に垂らすことで行った。あらかじめ穴あき塩ビケーシング(開孔率5%以上、塩ビ径VP50程度)で保孔を行った。

図-6に断面A'-Cの比抵抗トモグラフィー解析結果を示す。軟弱部を反映した低比抵抗部(100~125 Ω m)が認められ、その分布は既往ボーリング調査で確認された軟弱地盤の分布範囲とほぼ一致していることが確認できた。また、比抵抗トモグラフィー結果から、ボーリング調査で確認された軟弱部以外の軟弱部は存在せず、再発リスクが回避できると判断できた。

6. まとめ

新横山橋工事における、ケーソン基礎支持層付近の軟弱地盤の出現という想定外のリスクへの対応について報告した。

- (1) 学識経験者等からなる軟弱地盤検討委員会を設置し、軟弱地盤対策・施工方法の検討および追加地盤調査(比抵抗トモグラフィー)について、指導・評価を得た。
- (2) 軟弱地盤対策として、ケーソンで軟弱地盤を包含し、確実に撤去できる方法を選択した。また、比抵抗トモグラフィーにより、周辺に軟弱部がないことを確認し、再発リスクを回避した。
- (3) 『軟弱地盤の出現は、予期できない特別な状態(想定外のリスク)である』と判定され、軟弱地盤対策により生じる費用の増加・工期の延伸は契約変更の対象となった。これらのことから、想定外のリスクには迅速な対応と学識経験者を含めた技術検討、そして再発リスクへの対策が重要となる。本工事は、今後の設計・施工一括発注方式における対応方法のモデルになると考えられる。

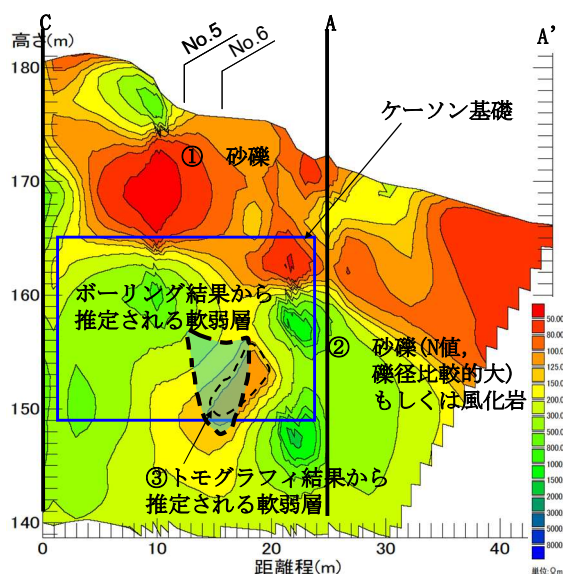


図-6 比抵抗トモグラフィー解析結果