

3. 中国地方の代表的工事例

10. 崖錐斜面上の橋梁基礎

Chapter 3. Representative Construction Works in Chugoku Area

10. Bridge Foundation on Talus Slope

神谷 周 浩 (かみや ちかひろ)

建設省中国地方建設局鳥取工事事務所 事務所長

岩崎 忠 光 (いわさき ただみつ)

建設省中国地方建設局鳥取工事事務所 副所長

難 波 徹 (なんば とおる)

建設省中国地方建設局鳥取工事事務所 設計係長

1. はじめに

一般国道373号は、兵庫県赤穂市と鳥取市を結び、兵庫・岡山・鳥取の3県にまたがる陰陽を結ぶ主要幹線道路として、地域経済の発展に大きく寄与している重要な路線である。

本路線の岡山・鳥取県境付近は急峻な地形であるため、線形が悪く、幅員も狭小で通過交通に支障を及ぼしてきた。

こうした状況を解消するために、昭和52年度から改良工事に着手し、昭和56年度に県境部の志戸坂トンネルを完成させ、引き続き、鳥取県側の改良工事

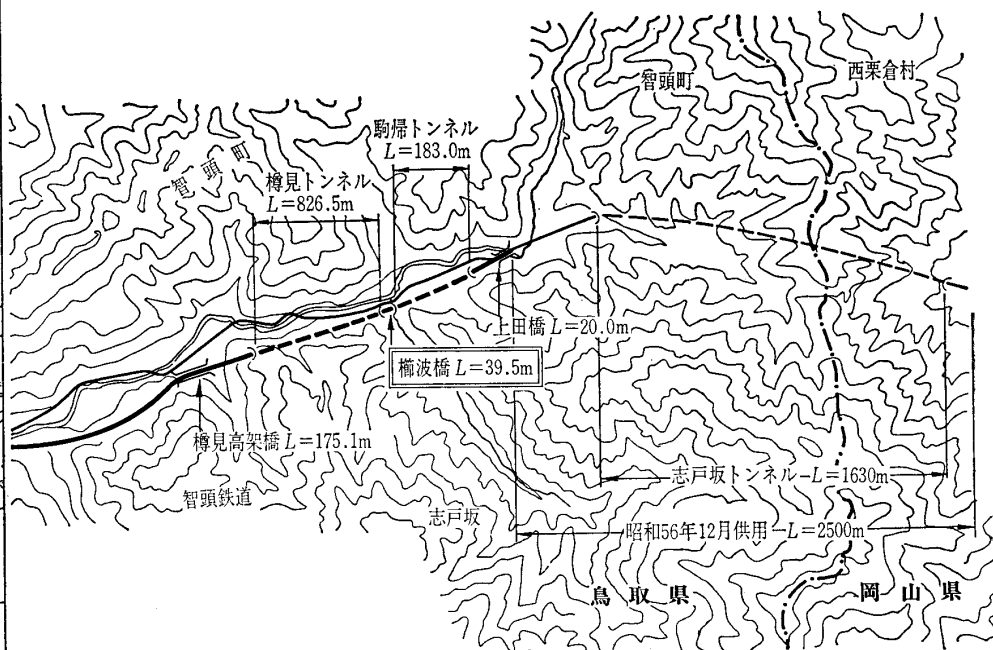
を継続させている。

本工事区間は、地形的な制約からトンネルと橋梁を主体とした道路計画にならざるを得ず、地質的には崖錐斜面に構造物を施工することとなり、その設計および施工の検討を行ってきた。

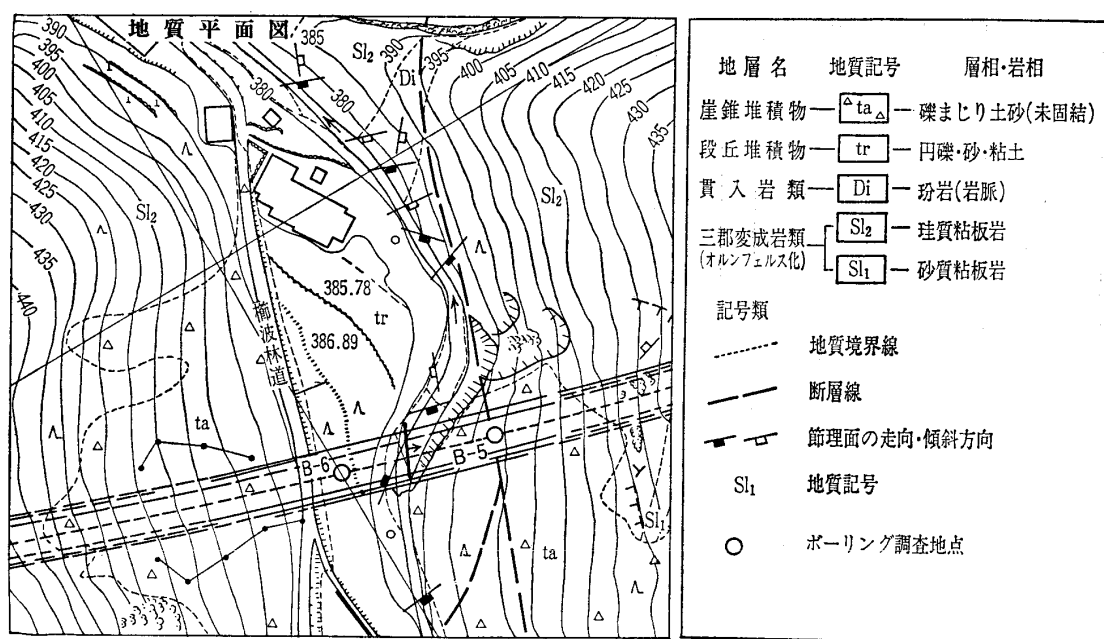
本報告は、崖錐斜面に計画した櫛波橋の橋台の設計および施工について述べるものである。

2. 地形・地質の概要

本地域は、鳥取県の南西部の岡山県境付近に位置し、地形は標高500m～800m前後の山地が連なる中国脊梁山地の北側斜面に位置している。



図—1 位置図



図—2 地質概要図

山腹斜面角度が30度～60度の急峻な地形からなり、県境付近に端を発する一級河川千代川の形成する標高400m程度の段丘平坦面に家屋および農地が立地している。

櫛波川周辺は、千代川の支川が刻んだ急峻な山体に名産である杉が植林され、美しい景観を呈しており、山腹斜面には、古い崩壊地形が多数存在している山岳地である。

地質は、古生代の三郡変成岩類に属する珩質粘板岩を基岩としており、河川流域周辺においてはその上部を新生代の第四期更新世の段丘堆積層が被覆し、山麓周辺では、第四期完新世の非常にルーズな崖錐性堆積層が3m程度被覆している。

この崖錐堆積層は、 N 値が10以下で未固結土を含んだ角礫状からなり、地すべり地帯の様相を呈している。

3. 崖錐斜面上の橋梁基礎

3.1 櫛波橋の概要

櫛波橋は付近の地形が急峻であるため、前後に駒帰トンネルと樽見トンネルに接続する橋梁として計画した。

橋梁形式は、櫛波川左岸の橋台(A2)位置を樽見トンネルの坑口への影響を避け、櫛波川に隣接する林道をBOXにより確保できる位置とし、櫛波川右岸側の橋台(A1)位置を駒帰トンネルの坑口の

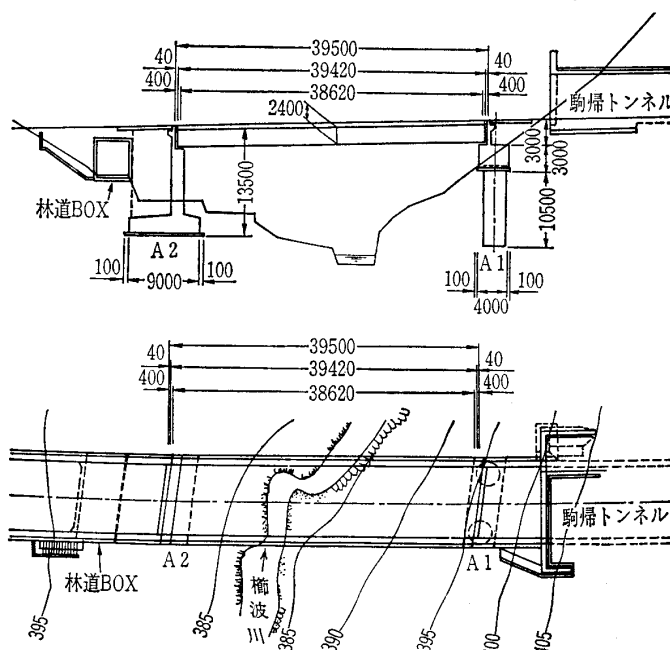
影響を避けた位置とした。

この結果、橋梁延長は39.5mとなり、上部工は単純鋼桁橋とし、下部構造はA2橋台が逆T式の直接基礎としたが、A1橋台は崖錐層の斜面上に設置する必要が生じ、重力式の直接基礎とパイルベントによる深礎杭基礎との比較を行い、後者を選定することとした。

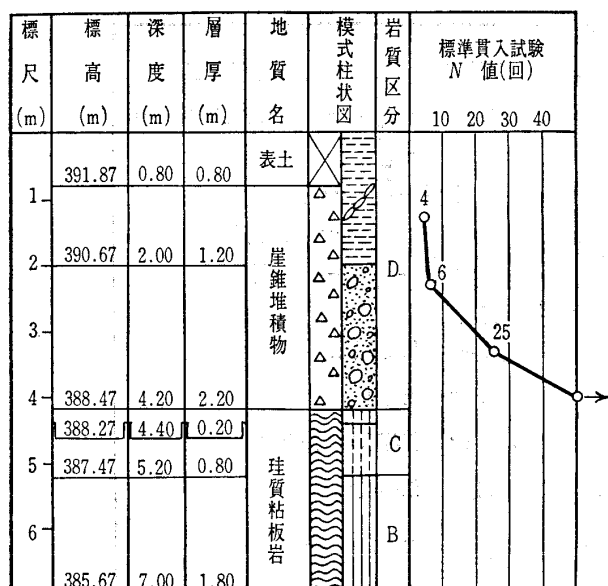
以下に崖錐層の斜面上に設置するA1橋台の設計および施工について述べる。

3.2 A1橋台下の地質について

本橋梁のA1橋台の地質柱状図(図—4)を見る



図—3 櫛波橋一般図



図—4 地質柱状図

と、 N 値が10未満の崖錐堆積層および扇状地性堆積層が約4 mの厚さで分布しており、支持地盤となり得る N 値50以上の地質は、珪質粘板岩で深度が約5 m程度の位置に分布している。

また、山腹斜面の角度は約30度～40度と急峻であり、基礎工の選定は、斜面上の基礎として、参考文献1), 2)を参考にして進めた。

基礎工の選定は、支持層の深さが $H=5$ m以下と比較的浅いため、直接基礎かその他の基礎にするかについての検討を行った。

(1) 直接基礎の検討

斜面上の直接基礎の場合、①フーチングの前面に余裕幅として確保する方法、②支持地盤が傾斜している場合には置換えコンクリートを設ける方法、③段差コンクリートを設ける方法により設計検討を行う必要がある。

本橋梁の場合は、傾斜がきつく、置換えコンクリートおよび段差コンクリートは、その断面が大きくなり、構造上問題があるため、前面に余裕幅を確保する方法で検討を行った。

その結果、直接基礎で設計した場合には、トンネル坑口への影響があり、施工が困難であることが判明した。

(2) その他の基礎工法の検討

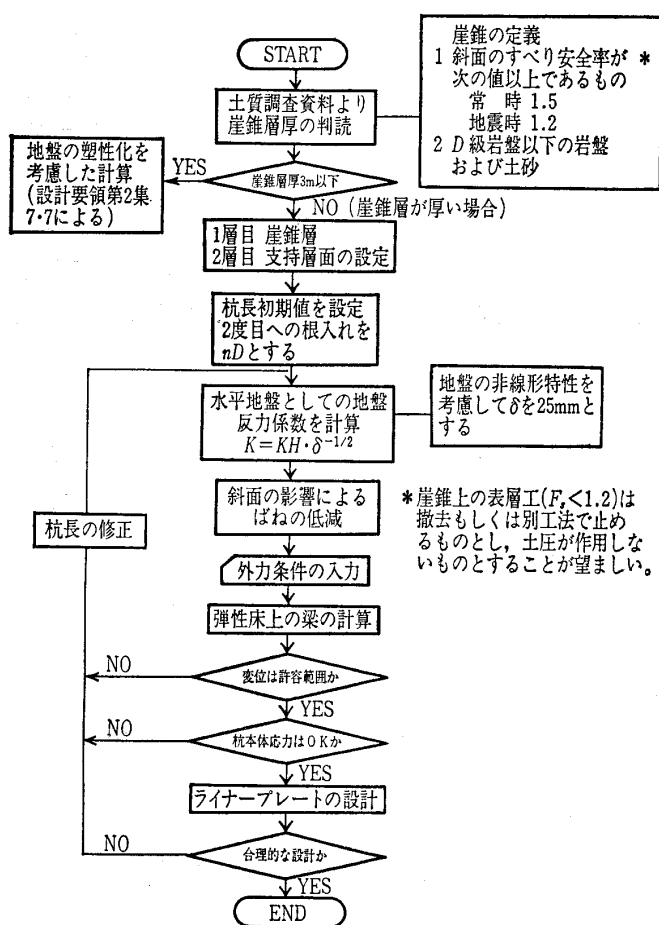
直接基礎に対して斜面上の基礎工法としては、場所打ち杭による施工が選定されるが、現場状況から判断して深礎杭を選定し、斜面上の深礎杭基礎によ

り検討を行った。

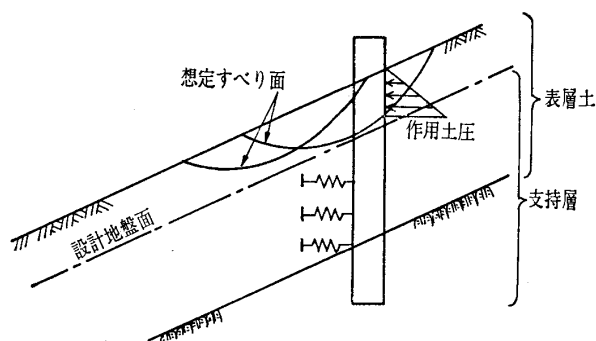
深礎杭の設計手順は、図—5に示しているフローチャートにより行うが、深礎杭は、その支持力度により決定されることは少なく、杭先端の底面地盤のせん断抵抗力と杭の変位および杭本体の応力度により決定される。

斜面上の深礎杭基礎の設計地盤面は、図—6に示すように表層部分の地質分布により、円弧すべり面を仮定して円弧すべり安全率を常時1.5以上、地震時1.2以上確保できる面とする。

深礎杭に作用する土圧は、設計地盤面から上部の



図—5 斜面上の深礎杭基礎の設計手順



図—6 斜面上の深礎杭基礎の設計モデル

範囲を主動土圧とし、作用幅は、杭径の3倍を考える。

深礎杭基礎の設計においては、地盤反力度、基礎体の断面力、杭の変位量の計算を弾性支承上の梁として解析する弾性設計法を用い、水平方向安定度照査は、地盤の塑性化を考慮した弾塑性設計法を用いて解析を行った。

3.3 斜面上の深礎杭の設計

本橋梁のA1橋台を接続するトンネル坑口への影響を極力避けるためパイルベント形式の橋台として図-7に示す設計モデルにより設計計算を行った。

この場合の土質定数は、図-8の値を採用したがいずれも推定値であるため、土質判定によりその土質定数の値が決定されることとなる。

したがって、土質判定が設計の上で重要な要素を持つこととなる。

3.4 斜面上の深礎杭の施工

斜面上の深礎杭の施工に当たっては、支持層の選定を詳細に行うため、深礎杭の位置に照査ボーリング(図-9)を実施して設計照査を行った上で施工した。

施工は、通常の深礎杭と同様であるが、斜面上であることとトンネル坑口に接近しているため、作業ヤードの確保が困難であり、作業用の仮設足場の設置および掘削土運搬用の設備を設置して施工した。

このことにより、トンネル坑口への影響を避けることができた。

4. おわりに

本橋梁の下部工は平成元年度に施工したものであるが、山岳部に道路を計画する場合、斜面上の橋梁基礎は、避けられない条件であるので事前の地質調査と力学的な土質定数の設定がその設計のポイントであることを経験した。

深礎杭1本当たり作用する外力

	常 時	地 震 時
鉛 直 力 : $N(t)$	506.7	421.8
水 平 力 : $H(t)$	61.7	192.4
モーメント : $M(t)$	221.0	565.9

安定計算結果

	常 時		地 震 時	
	計算値	許容値	計算値	許容値
設計地盤面水平変位(mm)	5.13	15	15.06	25
底面鉛直支持力度(t/m^2)	120.12	800	146.23	1200
底面せん断抵抗力(t)	62.29	137.22	181.64	180.37
弾性領域根入れ長(m)	7.0	2.0以上	6.5	2.0以上

深礎杭本体の応力度

軸 力 : $N(t)$	498.60
曲げモーメント : $M(t)$	1328.52

図-7 櫛波橋の斜面上の深礎杭基礎の設計

	砂 礫	岩盤(C_L)	岩盤(C_M)
単位重量 : $\gamma(t/m^3)$	2.0	2.2	2.2
粘 着 力 : $C(t/m^2)$	0	25	75
内部摩擦角 : ϕ (度)	35	35	40
変形係数 : $E_0(kg/cm^2)$		3000	7500
補正係数 : α		0.3	0.3

図-8 深礎杭基礎設計の土質定数

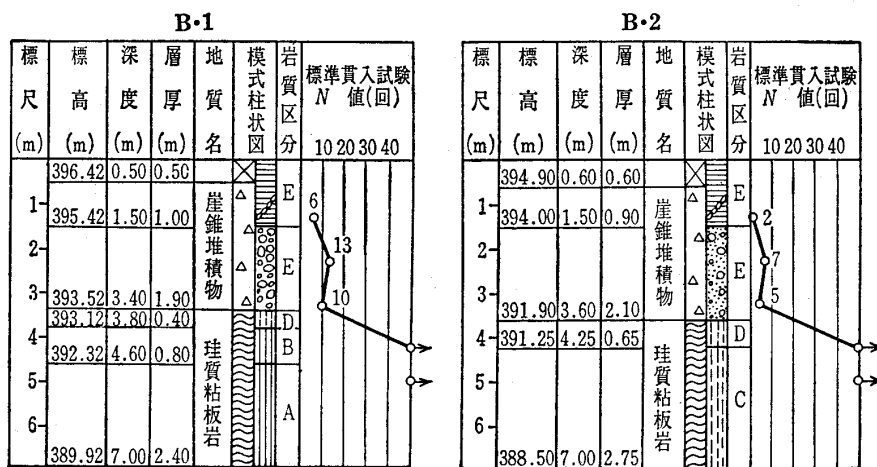


図-9 照査ボーリングの地質柱状図

一般国道373号の改良工事には、同様の条件を持った橋梁が計画されており、今後の設計施工に反映させたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 日本道路公団：設計要領第二集(第6編), pp. 6-63~6-69, 6-108~6-133-8, 1988.
- 2) 日本道路協会：杭基礎設計便覧, pp. 215~247, 1986.
(原稿受理 1989.12.29)