

Ⅲ－32 廃坑上における橋梁基礎工の設計、施工

日本道路公団東北支社 いわき工事事務所 正員 長尾 寿之

1. はじめに

現在建設中の常磐自動車道いわき四倉IC～広野IC間は、日本有数の炭田である「常磐炭田」を通過しているため、大規模な廃坑が確認されている他、各所に坑口跡や狸掘り跡、坑道陥没跡が確認されている。

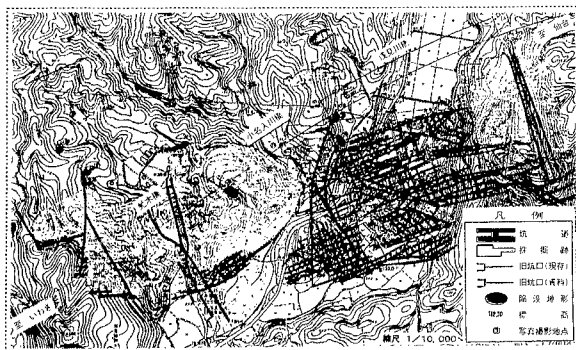
本文はこのような現地状況から、虹木橋において実施した廃坑調査、基礎工設計、施工について報告する。

2. 地形、地質概要

虹木橋は、阿武隈山地東縁、太平洋に面する標高40～80m程度の丘陵性山地部に位置し、この付近の地質は花崗岩類を基盤とし、古第三紀白水層群の堆積岩類が広く分布し、南東方向に緩く傾斜している。地層は白水層群の石城層～浅貝層と呼ばれる層が礫岩→砂岩→泥岩のサイクルで繰り返して堆積しており、この泥岩層内に石炭層が挟在している。

3. 廃坑の分布

既存資料調査の結果得られた鉱区見取図と坑道位置図から、主に路線東側に坑道が分布し、路線が坑道及び採掘跡を通過している状況が確認された。（図－1）



●（図－1）廃坑平面図

4. 廃坑調査

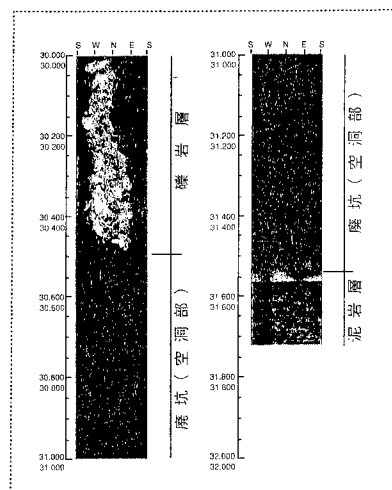
4－1 調査内容

既存調査ボーリングにより地表面下2.5m程度に約1mの空洞があることが確認され、平面、立体的な規模、範囲の確認を目的として以下の内容の構造物基礎調査を実施した。

- ①調査ボーリングによる橋梁下部工直下の地盤性状・廃坑位置・地下水状況の把握。
- ②高密度電気探査による廃坑の平面的、立体的な分布範囲の確認。
- ③ボアホールカメラによる廃坑空洞部の規模、状態の直接観測。

4－2 調査結果

- ①礫岩→砂岩→泥岩の堆積を1サイクルとし石炭層は泥岩層に挟在しており、路線上では起点側に向かって緩く傾斜している。
- ②石炭層及び廃坑は地表から2.5～3.0m付近で確認され坑道高さは約1mで被圧地下水で充填されている。
- ③地下水はPH7程度であり、地層傾斜方向とは逆向きに終点側に向かって1.6mm/秒で流れている。



●（図－2）ボアホールカメラ観測写真

④ボアホールカメラ観察では、空洞上部の礫岩層に亀裂や緩み領域はなく、視認される範囲に坑壁等は確認されなかった。(図-2)

⑤高密度電気探査による比抵抗値は礫岩層が最も高く、砂岩、泥岩と小さくなる傾向を示し、廃坑部及びその上部は高比抵抗帯、下部は低比抵抗帯として現れ、廃坑はこの境界面に位置している。

以上の結果より、総合的に判断して本廃坑はトンネル状の線的な坑道ではなく、面的な広がりを持つ大規模な採掘跡であると判断された。

5. 対策工の検討

常磐地区における地表陥没の発生事例報告から、採掘深度約30m以内において長期的に空洞部の落盤による影響を考慮する必要があると判断し、廃坑の深度及び範囲から本橋では廃坑を貫く基礎杭により橋梁本体の荷重を廃坑下部の地盤に伝えたとともに、将来落盤等により陥没が発生しても橋梁本体を支えられる構造とした。

6. 基礎杭の設計

6-1 基礎杭工法

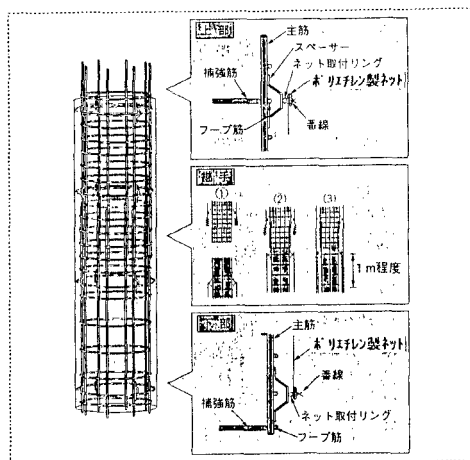
本橋周辺の地盤はすぐに支持地盤となりうる軟岩層が分布しているため、廃坑部を貫く基礎ぐいの構築には全周回転オールケーシング工法を採用した。

6-2 コンクリート流出防止

コンクリート打設時に廃坑部へのコンクリート流出防止として、廃坑部の範囲にポリエチレン製のネットを取付け、廃坑へのコンクリート流出防止を行っている。(図-3)

6-3 陥没対策

基礎杭は廃坑が落盤し、上部の地盤が陥没落下した状況を想定し、ネガティブフリクション(負の周面摩擦力)を考慮し設計した。



● (図-3) ポリエチレン製ネット取付概要

7. 基礎杭施工時の問題点と対策

廃坑には被圧地下水が充満していたことから、ケーシングが廃坑に達した段階で、ケーシング内の水位が急激に上昇しケーシングの回転が困難になった。またハンマグラブによる杭内の掘削が困難な状況となった。

原因としては、ケーシングの回転により生じた岩屑等の細粒分が地下水により攪拌され、それが沈降してケーシング先端と地盤との隙間に堆積し、予想以上の摩擦を発生させたこと、及び地下水によりハンマグラブの落下エネルギーが相殺されたものと考えた。

これらの対策としてケーシングの外周に潤滑剤を注入するとともに、ファーストチューブの一部に縦長の孔を設けケーシング外周部の岩屑を内部に誘導するとともに、ドリリングバケットによるアースドリル併用工法を採用することにより掘削が可能となった。

8. あとがき

今回の廃坑調査については、地表から深い位置の廃坑分布を把握するため、調査ボーリングと電気探査の併用による調査が有効であったと判断している。また、杭施工については掘削時に想定以上の摩擦力等により工事が難航したが、廃坑部へのコンクリートの流出は認められず、杭本体の構築は問題なく完了した。

以上虹木橋における廃坑対策について報告したが、本報告が種々ある廃坑空洞対策の1事例として参考となれば幸いである。