

III-79

深い矩形立坑の設計について

片福連絡線姫里換気所

日本鉄道建設公団

正 高田 正治

正 木村 宏

パシフィックコンサルタンツ

正 武智 正博

1. はじめに

深い立坑の設計は、一般的に、壁構造の土留として設計されるが、掘削深度が40mを越えると、必要な壁厚が極めて大きくなり、都市内の限られたスペースでの構造物設計上の問題となっている。ここで報告する片福連絡線姫里換気所は日交通量が4万台を越える道路幅員の狭い国道2号中央に施工されるもので、占用幅の制限から全幅9.4mで、ここに直径7.6mのシールドの到達が可能で、しかも、掘削深度が46mの構造物となるものである。

ここでは、外的な設計条件を満足し、壁厚を最小厚にするために、平面ボックス構造として立坑を設計する方法を採用したので、その設計について報告する。

2. 構造物の設計

設計は、占用全幅9.4mに対して内空幅6.4mを確保するため、構築壁厚1.5m以下で構造物を考えることが大きな課題である。設計基準は、参考文献1)に示すものに依った。まず、必要壁厚を最小とするため、RC連壁の単独壁（本体利用）とし、通常の弾塑性解析による壁構造の解析を実施した。その結果、通常の切梁、腹起し構造の土留支保工では、壁の最大曲げモーメントが、850tmを越え、所要壁厚は2.5mとなった。

このような状況を踏まえ、壁厚1.5mでの設計を達成するため、立坑構造が長矩形であることを考慮し、平面ボックス構造として設計することとした。

3. 構造物の概要

構造物の平面、断面図と地質状況を、図-1に示す。構造物は、掘削深度47m（連壁掘削深度52m）、掘削幅9.4m、長さ56mの立坑部と機械室と風洞部としての掘削深さ約20mの拡幅部の2つの部分からなる。立坑部は地下10層、平面的には3室からなり、中央を片福連絡線の換気用に、両側を共同溝の立坑として使用する。また、第二層、第七層および第八層は、共同溝の通過スペースと換気スペースが設定され、設計上余裕はほとんどない。したがって、すでに示したように壁厚を1.5m以内で設計することがこの構造を成り立たせる最大の要件である。

（横断面図）

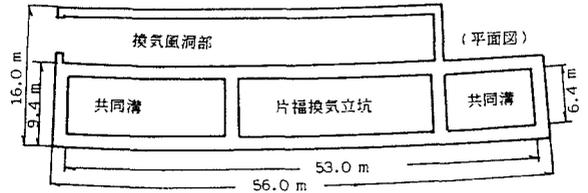
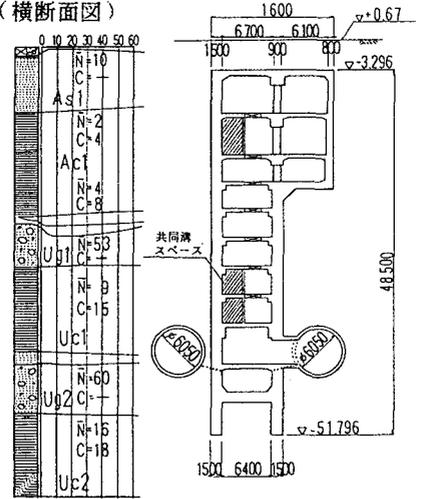


図-1 地質状況と構造概略図

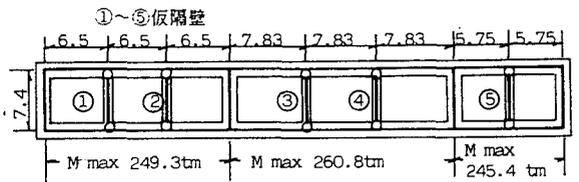


図-2 平面ボックス構造と解析結果

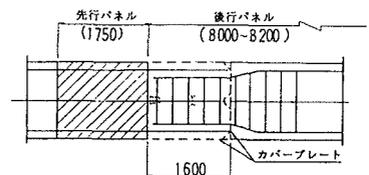


図-3 構造継手図

4. 設計手順

設計の進めかたは、（1）RC連壁仮設壁構造解析（弾塑性法）、（2）ボックス構造の検討（隔壁数、構造継手の要否等）と仮設骨組構造解析、（3）壁厚の判定。1.5m以下にするための仮隔壁の設置。（4）完成系の構造解析（構造横断面に対する骨組構造解析、応答変位法による耐震設計）、（5）スラブ・開口等の詳細設計の順で行った。

5. 設計結果

RC連壁仮設壁構造解析の結果は、既に述べたように、設計壁厚が2.5mとなりボックス構造の検討を行った。この検討においては、本体として利用する隔壁に加え、さらに5枚の厚さ60cmの仮隔壁（無筋コンクリート）を施工することにより、ボックス構造として、図-2に示すM値が得られ、壁厚1.5mでの単独壁の設計が可能となった。

しかし、ボックス構造では、当然仮設時の主筋が水平方向となり、連壁に構造継手が必要である。構造継手としては、図-3に示すものを用いることとし、その設計にあたっては、安全性に留意し、継手部におけるコンクリート・鉄筋の許容応力度を80%に低減し、水平鉄筋の重ね長を40φとした。

完成系の構造は、図-1のようにRC連壁を各階層スラブで支える構造であり、RC連壁は、縦方向の1方向スラブとなり、主筋は縦方向鉄筋となる。完成系の解析結果を図-3に示す。また、Us2層を基盤面、A地盤として、応答変位法による耐震設計を行ってみた。上部のAs1層は液状化の判定により横方向地盤反力係数を1/3に低減した。解析結果は、図-3のとおりであり、地表面での変位は8.8cm、地層の変化点で大きな断面力が発生しているものの、壁厚を変更させるものではない。

スラブ・開口等の詳細設計にあたっては、RC連壁の水平鉄筋量が多いことから、完成系の階層スラブとの接合、開口補強のための梁構造の工夫などが必要となり、予め補強のための梁配筋をRC連壁の中に配置し、継手部には、図-4のような剛結継手を採用している。

6. おわりに

本設計では、設計上の制約条件を満足するために、深い立坑部に平面ボックス構造と仮隔壁を設けた仮設壁の設計を行い、完成系と仮設系の主筋の方向が異なる設計とした。このようなモデルによる設計は、仮設時の壁厚を低減する効果を有しており、隔壁の有効利用を考えれば適用範囲が更に広まるものと考えられる。しかし、この仮設系と完成系の構造は、応力履歴の面で未解明の点も多く、構造物としての合理性は疑問のあるところである。今後は、RC連壁の施工を踏まえ、仮設時、完成時の構造物の構造系についても現場計測等を踏まえ検討を進め、合理的なRC連壁の本体利用に向けた検討を進めたいと考えている。

参考文献1) 深い掘削土留工設計指針（案）平成4年：日本鉄道建設公団

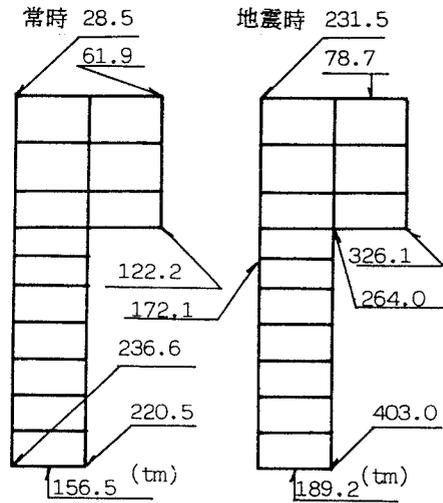


図-4 完成系の構造解析結果

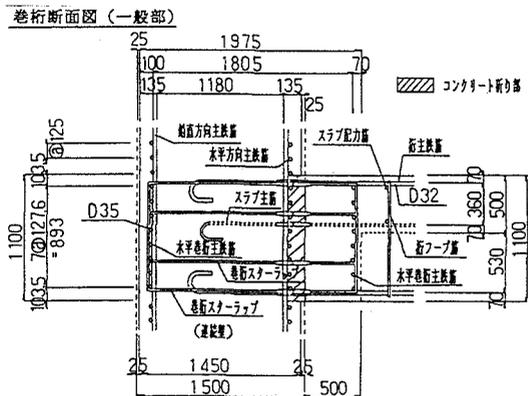


図-5 スラブと壁の剛結継手（巻桁部）