

多層多径間の開削トンネルを対象とした構造の合理化に関する検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○鹿嶋 孔哉, 八ツ元 仁, 前川 和彦

1. はじめに

阪神高速では、開削トンネルの構造形式は1層2径間といった1層構造を採用することが多いが、内部空間の活用方法によっては図-1のような多層多径間構造を採用することも必要となる。

本稿では、この阪神高速で採用の少ない多層多径間構造の開削トンネルに関する構造検討の結果を報告する。本検討の対象構造は、内部空間の活用方法に起因した偏平形状をしており、通常の設計を行うと、部材厚が大きい不経済な構造となる。本検討では、合理的な構造を目指した構造的改良の検討についても併せて実施しており、本稿ではこれら検討成果を報告する。

2. 構造諸元の検討

本検討は、多層多径間の開削トンネルの構造諸元を決定するための基本的検討として位置づけ、常時設計のみを行う。なお、検討に際しては、部材のひび割れ防止の観点から、鉄筋径はD35以下を基本として構造検討を進めた。

図-1に常時設計により決定した構造一般図を示す。図中に示すように、部材厚は1.5m~2.5m、主鉄筋はD32やD35の2段配筋となり、不経済な構造となっている。

この不経済な構造を改善するべく、部材厚や主鉄筋量が増大した要因について分析を行った。分析の結果、当該構造は図-2に示すとおり、A)右上空間が偏平形状かつ大きな断面であるため右側中床版のスペンが大きくなり部材厚が増大、B)右側中床版を支持する中壁、右側壁の部材厚が増大、C)中壁、右側壁から作用する軸力を受ける底版の部材厚が増大、という流れで、右側断面を中心に分厚い部材で構成される不経済な構造となったと考えられる。部材厚が大きくなると、経済面だけでなく、耐震面でも不利になると考えられる。

さらには、道路空間として活用することを考えている右上空間の活荷重を受ける中床版の配筋は、計算の結果、D32の2段配筋となり、太径鉄筋を高密度に配筋する必要がある。太径鉄筋の使用によるひび割れ損傷リスクが相対的に高い状況下で、活荷重という繰り返

し荷重の作用は、ひび割れ損傷リスクをさらに高めるりこととなり、維持管理面で望ましくない構造と言える。

このような、経済性、耐震性、維持管理性で課題のある構造は極力回避することが望ましいため、部材厚や鉄筋量を縮小した合理的な構造を採用することを目指した。このため、本検討では構造の合理化検討を実施することとした。

3. 構造の合理化検討

3. 1. 断面形状の変更による構造合理化検討

前述の要因分析からわかるように、右側中床版のスペンが大きいために、右側中床版の部材厚や鉄筋量の増大が生じた。右側中床版のスペンを小さくすること

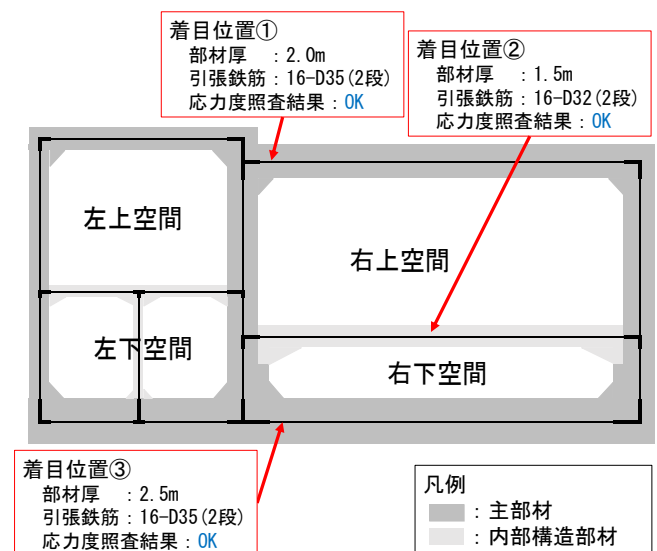


図-1 対象構造物の常時計算結果

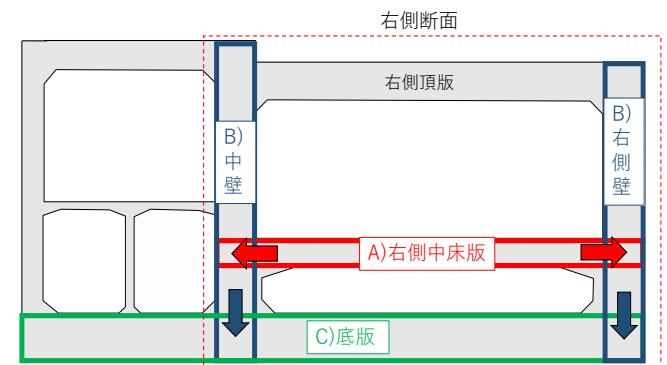


図-2 部材厚増大の要因分析

が、右側中床版の部材厚および鉄筋量を減少させることにつながると考え、右下空間に中壁を設けた構造の検討を行った。図-3 に構造計算の結果を示す。右側中床版で大きな断面力が発生しており、図中に示すように 0.7m という薄い部材厚では構造が成立しなかった。

この右側中床版で大きな断面力が発生している要因を明らかにするため、変形状態の確認を行った。図-4 に示す変形図から分かるように、右側断面が偏平形状で、かつ大きな断面であることから、右側頂版でのたわみが支配的となり、右側壁が外側にはらみだしている。右側壁が外側にはらみ出すことで、右側壁と剛結されている右側中床版に引張力が作用し、縮小した部材では構造が成立しなかったものと考えられる。

3. 2. 接合部構造の変更による構造合理化検討

本項では、3. 1 で述べたように、右側壁の外側への変形が右側中床版の部材厚増大の原因と考え、この外側の変形の影響を低減するべく、主部材と内部構築部材の接合部にヒンジ構造やローラー構造を取り入れた構造の検討を行った。図-5 に改良した構造の構造計算の結果を示す。図中には応力度照査を行った断面の位置とヒンジ構造、水平ローラー構造を採用した箇所を示している。図中に示すように、右側中床版における主

筋を D22 にスペックダウンしても許容値を満足し、表-1 のように当初想定していた断面から、部材厚を大幅に縮小する提案を行うことができた。

4. まとめ

偏平断面を有する多層多径間構造において、接合部を剛結する構造を採用すると部材厚および使用鉄筋量が非常に大きい不経済な断面となった。不経済な構造を解消するべく、接合部構造の変更を行うなど、合理的な構造を求めるための構造検討を実施した。検討の結果、主部材と内部構築部材の接合部において、ヒンジ構造、水平ローラー構造を導入すれば、内部構築部材が主部材から受ける変形の影響を小さくすることができ、その結果、内部構築部材の部材厚を縮小することができた。さらには、側壁、底版が負担する死荷重が低減したため、全体の部材厚および鉄筋径の小さい合理的な構造が得られた。なお、ヒンジ構造及び水平ローラー構造については、施工面、維持管理面での課題があるため、引続き検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編，2017。

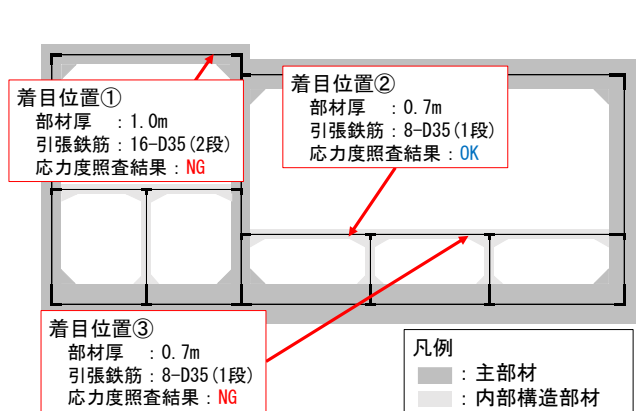


図-3 中壁を設けた断面の常時計算結果

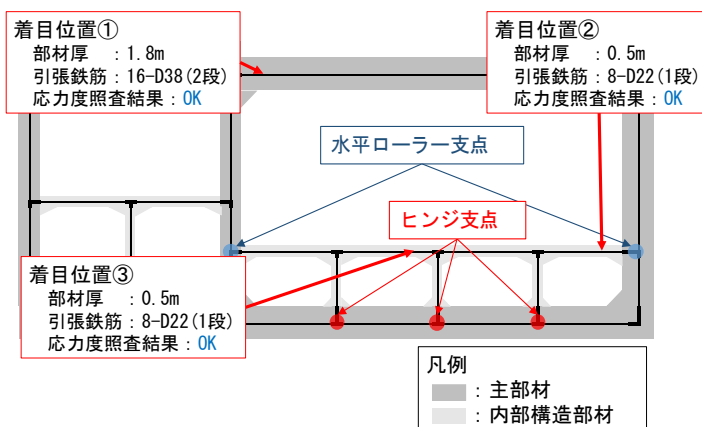


図-5 接合部構造を変更した断面の常時計算結果

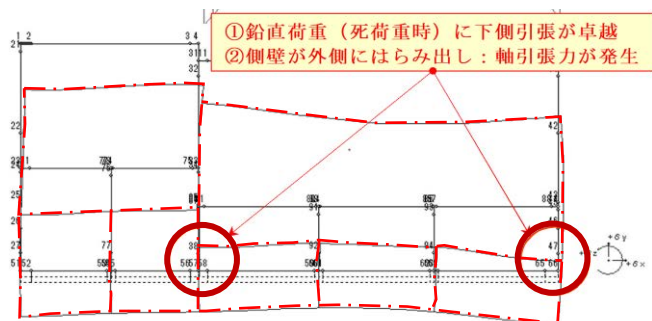


図-4 骨組みモデル変形図

表-1 部材厚の変化

構造部材	当初案 (図-1)	改良案 (図-5)	部材厚の低減率
右側頂版	2.0m	1.8m	10%低減
底版	2.5m	2.0m	20%低減
中壁	2.5m	1.2m	48%低減
右側壁	2.5m	1.5m	40%低減
右側中床版	1.5m	0.5m	67%低減