

シールドトンネル切開き部における耐震設計の概要について

首都高速道路公団 正会員 ○小島 直之
首都高速道路公団 正会員 川田 成彦
首都高速道路公団 正会員 白鳥 明

本稿では、構造特性が複雑であるシールドトンネルの切開き部における耐震設計の概要について報告する。

1. はじめに

首都高速道路のネットワーク構築のため、当公団では中央環状線の整備を進めている。現在は平成 18 年度の完成を目標に中央環状新宿線の建設が進められている。中央環状新宿線は中央環状線の西の部分の約 11km で、その約 10 km がトンネル構造であり、約 7 割がシールドトンネルである。

中央環状新宿線では、出入口やジャンクションを設置するためにシールドトンネル部において切開き工法を採用している。この工法は、並設された 2 本のシールドトンネルの鋼殻セグメントを一部撤去し、分岐合流部の RC 躯体を構築する工法である。図-2 に構造を示す。

シールドトンネルを硬質基盤内に構築する場合、一般的に耐震設計は行わないことが多い。しかし、切開き部は躯体の一部が比較的軟弱な地盤内に存在することが多く、複数の層内に存在する場合もあることから、耐震検討を行う必要があった。本稿ではその設計概要について報告する。

2. 設計条件

本耐震設計の条件的なポイントは下記のとおりである。

・ 入力地震動

兵庫県南部地震クラスの地震にも対応できるように、同地震により神戸大学 (N-S)、ポートアイランド (N-S 及び E-W の 2 波) で得られた地震動 3 波を入力して 1 次元地震応答解析を行い、応答が一番大きい波を採用した。

・ 解析手法

一般に地下構造物の耐震計算は応答変位法で行われるが、切開き部では構造特性が複雑であること、複数の層と接しているため地盤との相互作用も影響することから、応答変位法では地震時の挙動を十分に評価できない可能性が予見された。そのため、本設計では 2 次元 FEM 静的解析である応答震度法により耐震計算を行った。

・ 土質条件

試算の結果、土質条件の違いにより計算結果が敏感である事が分かった。そこで、本設計ではほぼ全ての土質について行った動的試験の結果を用いて、ひずみ依存特性等の土質条件を設定した。



図-1 首都高速道路網図

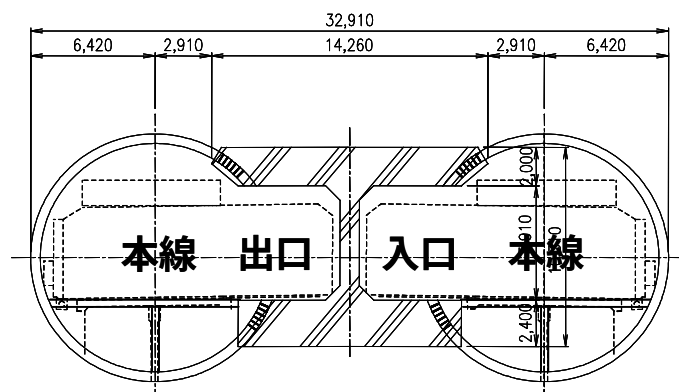


図-2 切開き構造

キーワード シールドトンネル, 切開き, 応答震度法

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2 首都高速道路公団 東京建設局 建設第一部 設計第一課

TEL: 03-5320-1624 E-mail: kojima.n@mex.go.jp

3. 耐震設計概要

図－3に設計工程と施工工程及びこれに対応した耐震設計概要を示す。

・鋼殻セグメントに対する検討

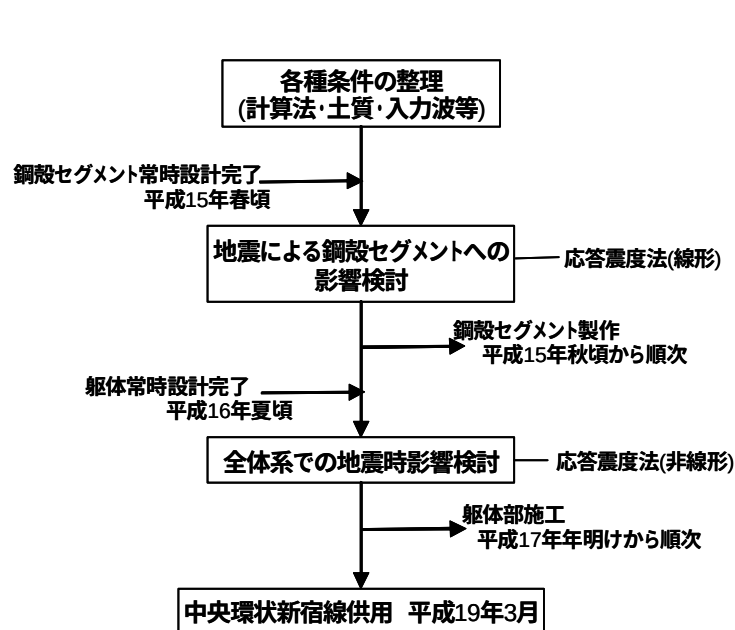
今回の設計では工程の都合上躯体部の設計が確定していない時点で鋼殻セグメントの耐震検討を行わなければならなかった。このような状況においては躯体部の非線形性を厳密に考慮しても参考値にしかならず、断面決定に至るまでの繰り返し計算の労力を考えると現実的ではないと判断した。そこで、鋼殻セグメントに対する地震時の影響検討については、躯体部の非線形性は、剛性を一様に低減させた線形解析で表現することにした。なお、剛性は5%～100%の間で変化させ、発生する最大の地震時断面力増分を常時断面力に加えて検討を行うことにした。

切開き部で一番厳しいと思われる断面で非線形解析とこの方法とで比較を行った。この方法でおおむね非線形解析結果を包含できることを確認できた。また、セグメントの仕様に影響するほどの地震時断面力増分は発生しない事も確認できた。

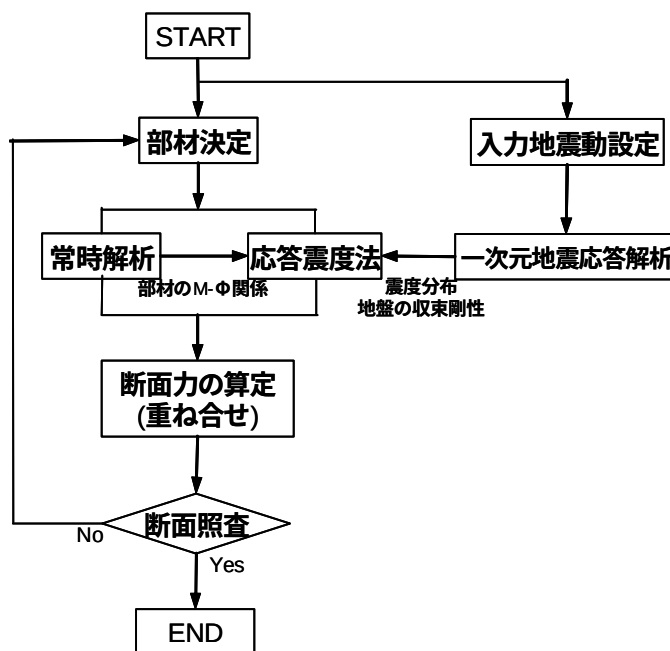
・躯体に対する設計

一方、躯体部の耐震検討を行う時点では鋼殻セグメントと躯体部からなる切開き部全体の仕様が決定していることになる。従って躯体部の耐震設計においては、躯体の非線形性を考慮した応答震度法により行うことができる。図－4にその設計フローを示す。

現在は躯体部の設計手法の確定(鋼殻セグメントと躯体の接合部など)を急いでいる段階である。代表断面で試算を行ったところ、鉄筋径のワンランクアップ程度の対応で耐震性能を満たすことを確認している。



図－3 設計・施工工程及び耐震検討手法



図－4 最終的な耐震検討手法

4. まとめ

本稿では、シールドトンネルの切開き部の設計について行った耐震設計の概要を紹介した。現在は続々とシールドが発進しており、今年度中には全シールドが発進する予定である。今後、切開き部の施工も本格化してくるが、工程という新たな制約条件をふまえて、切開き躯体部のより合理的な設計・施工を行い、平成18年度内の供用を迎えたい。

参考文献

- ・トンネルライブラリー9 開削トンネルの耐震設計 土木学会 1998年