

## I-521

## シールドトンネルの立坑部における免震化について

日本電信電話株式会社・筑波技術開発センタ

正会員 藤橋 一彦

同

上

正会員 中野 雅弘

日本電信電話株式会社・東京総支社設備建設本部

吉武 研次

## 1. まえがき

NTTでは、通信用ケーブルを収容・保護するためのトンネル（とう道）を大都市を中心として構築してきている。本文は、このうち、東京荒川区の軟弱地盤下に建設されるシールドとう道が、共同溝と立坑で接続される場合の耐震性について、数値解析的に検討を行い、この接合部の免震構造について提案を行ったものである。

2. 地盤条件及び解析モデル<sup>(1)</sup>

シールドとう道は、図-1に示すように、東京荒川区のN値3以下の軟弱地盤下に建設され、約3%の登り勾配で日光街道下の共同溝と立坑で接続されるものである。解析にあたっては、シールドとう道（外径3.55m、スチールセグメント（SM-50材））を、図-2に示すように、周辺地盤によって弾性的に支持された梁としてモデル化した。とう道の剛性は、セグメントのみ考慮した場合とリング継ぎボルトも考慮（水道施設耐震工法指針による）した場合の2種類とした。立坑も梁としてモデル化し、とう道の接続条件は剛結とフリーの2ケースを設定した。地盤は、想定土質断面図をもとに多質点系バネマスモデルに置換し、入力地震波は、1968年十勝沖波と宮城県沖波の2種類とした。波の入射方向は長手方向で、振動方向は長手方向とその直角方向の2成分とし、前述のモデルによる時刻歴応答解析を行った。解析ケースを表-1に示す。

## 3. 数値解析結果と考察

3.1 とう道の最大応力 図-3にとう道の最大発生応力の対地震時許容応力度比を示す。いずれの場合も許容応力度以内であるが、A-1の場合、剛結することにより立坑接合部で応力集中が生じていることが判る。この応力集中により、接合部（無筋状態）の付着力を超過する断面力が生じ、接合部でクラックが発生すると考えられる。このため、この部分を免震構造として、A-2に示すような応力緩和を図る必要がある。またA-2とB-2を比較すると、リング継ぎボルトを考慮したことにより剛性の小さいB-2の方が発生応力が小さく、A-2はとう道本体に生じる圧縮応力を評価する場合、B-2は引張応力を評価する場合のモデルとして適当であると考えられる。

3.2 接合部での相対変位 図-4にとう道と立坑との接合部の相対変位を示す。長周期成分を多く含む十勝沖波の方が相対変位は大きく、軸方向の方が大きいことが判る。解析結果より接合部に要求される変位吸収能としては、長手方向で1.0cm、剪断方向で0.5cm程度である。この条件を満たす免震構造としては、図-5に示すラバーリングジョイントが有効であると考えられ、立坑近傍に設置することとした。

3.3 リング継ぎボルトの最大応力 図-6にリング継ぎボルトに発生する最大応力分布を示す。ボルトの応力計算は水道施設耐震工法指針に従い算出した。これより、ボルトに残留変形が生じないためには、高強度のF10Tを使用する必要があると考えられる。

## 4. あとがき

シールドとう道は一般に耐震性に優れた構造であると考えられるが、立坑等構造不連続部や地盤急変部では十分な検討が必要である。本文では、立坑との接合部について耐震性の検討を行い免震化の有効性を示した。今後は、とう道長手方向の合理的な剛性評価方法についても検討を行い、シールドとう道のより合理的な耐震性評価を行う予定である。

（参考文献）（1）栗林・川島・柴田：沈埋トンネルの地震応答に及ぼす耐震継手の効果，土木技術資料，21-12，1979年。

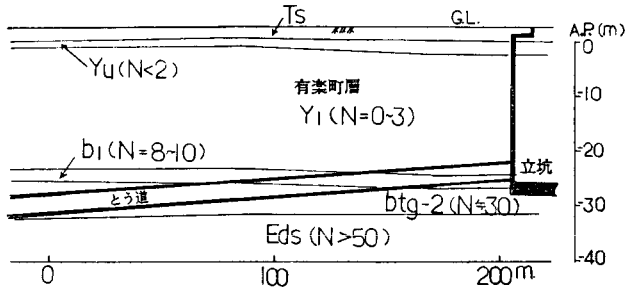


図-1 土質断面図

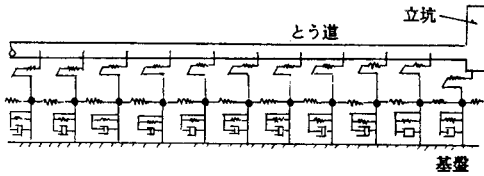


図-2 解析モデル

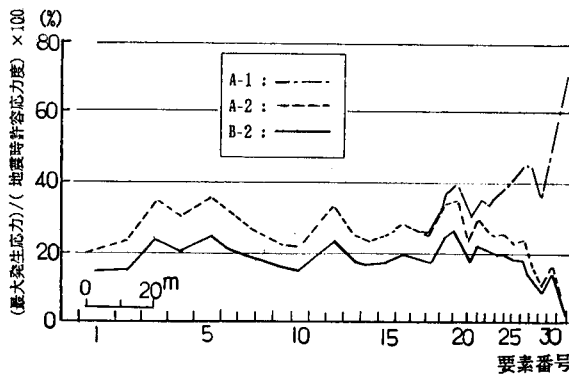


図-3 とう道の最大発生応力対地震時許容応力度比分布 ( $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$ , 基盤震度 $K=0.15$ )

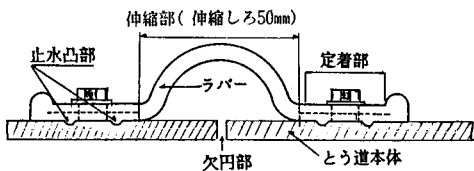


図-5 ラバーリングジョイント

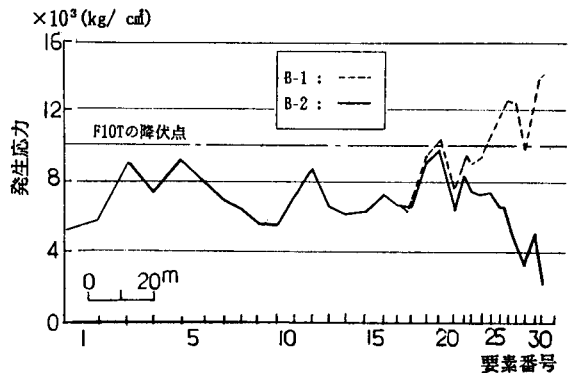


図-6 リング継ぎボルトの最大発生応力分布 (基盤震度 $K=0.15$ )

表-1 解析ケース

| ケース | とう道剛性              | 立坑との接続 | 入力波   |
|-----|--------------------|--------|-------|
| A-1 | セグメントのみ            | 剛 結    | 十勝沖波  |
| A-2 |                    | 自 由    |       |
| B-1 | セグメント+<br>リング継ぎボルト | 剛 結    | 宮城県沖波 |
| B-2 |                    | 自 由    |       |
| B-3 |                    |        |       |

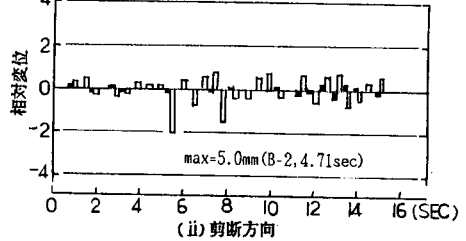
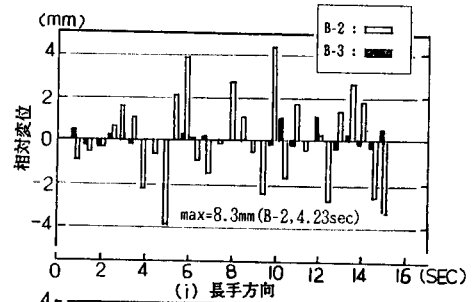


図-4 立坑との接合部の相対変位時刻歴 (0.5 秒毎, 基盤震度 $K=0.15$ )