

とう道とマンホール間のシャフト構造 (STIC) の L2 地震動および側方流動に対する性能評価

NTTアクセスサービスシステム研究所 正会員 小松 宏至
 同上 正会員 藤橋 一彦
 通信土木コンサルタント株式会社 小池 孝幸

1. はじめに

NTT では、災害時にも安定したサービスの提供を可能とするために、これまで電気通信ケーブルの地下化を進めてきた。通信用トンネルである「とう道」は、電気通信ケーブル数十条 百条程度を収容・防護する設備である。兵庫県南部地震の際にもひび割れ・若干の漏水等の軽微な被害はあったものの、機能を損なうものではなく、その耐震性能は十分に示された。「STIC方式 (Shield Tunnel Interfaces with Conduits)」とは、とう道の高機能化および有効活用を図るために、立坑間の中間部においてとう道とマンホールとを管路方式で接続し、小条数のケーブルを分岐させる設備方式である。現時点では全国で約 50 本 (うち、東京地域 30 本) が建設されているが、今後もさらに建設が予想される。

現在、STIC方式は、液状化地盤においては原則建設をしないという方針であるが、その適用範囲を拡張するニーズがあるので、L2地震動に対する耐震性能評価および側方流動に対するSTIC方式の性能評価について検討した。

2. STIC方式の耐震解析

解析は、汎用プログラムである「TDA P3」により行った。モデル化に際し、STIC方式の中間部はトリリニア特性を有する梁、マンホール側は伸縮・回転特性を有する継手、とう道側は回転特性のみを有する継手とした。なお、継手の特性はいずれも線形とした。また、各節点に非線形特性を有する地盤パネ¹⁾を想定した。

(1) L2地震動に対する耐震性の検討

L2地震動の外力設定に関しては、上水道指針²⁾および兵庫県南部地震強震記録を参考とし、とう道上部を基盤面とする1次モードおよび2次モード (CASE1、2、5、6) を想定した。解析ケースを表 1 に示す。

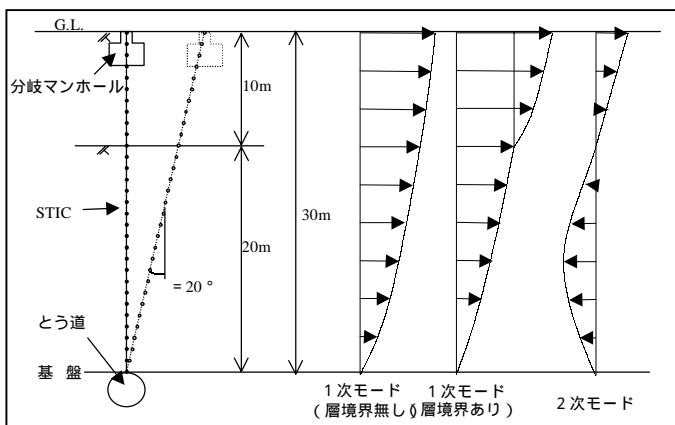


図 1 解析モデル (L2地震動)

表 1 解析ケース (L2地震動)

CASE No.	分岐管傾斜	地盤条件	地震動	Uh
CASE1	傾斜無し	3種地盤	上水道指針	14.2
CASE2		上層: 3種地盤 下層: 1種地盤	上水道指針	14.2 3.0
CASE3		3種地盤	兵庫県南部地震強震記録	15.9
CASE4	傾斜20°	3種地盤	上水道指針	14.2
CASE5		上層: 3種地盤 下層: 1種地盤	上水道指針	14.2 3.0
CASE6		3種地盤	兵庫県南部地震強震記録	15.9

解析の結果を表 2 に示す。中間部本体についていずれのケースも許容応力度、許容ひずみ以下であり、また継手部についても許容値を下回っている。以上の結果より、L2地震動に対するSTIC方式の耐震性は高いと考えられる。

キーワード：電気通信設備、L2地震動、側方流動、耐震解析、応答変位法、シャフト構造

連絡先：〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 T:0298-52-2541 F:0298-52-2593

表 2 解析結果 (L 2 地震動)

CASE No.	中間部本体				継手		
	最大曲げ応力度 (kgf/cm ²)	最大せん断応力度 (kgf/cm ²)	最大軸応力度 (kgf/cm ²)	最大ひずみ	MH側継手最大伸び量 (cm)	MH側継手最大回転角 (°)	とう道側継手最大回転角 (°)
CASE1	225.6	8.1	0	1.07 × 10 ⁻³	0.00	0.09	0.00
CASE2	1423.6	70.9	0	6.45 × 10 ⁻³	0.00	0.43	0.00
CASE3	252.6	9.1	0	1.20 × 10 ⁻³	0.00	0.10	0.00
CASE4	200.8	6.6	314.5	9.50 × 10 ⁻³	0.79	0.07	0.00
CASE5	1338	64	636.7	6.02 × 10 ⁻³	1.69	0.38	0.00
CASE6	224.8	7.4	352.2	1.06 × 10 ⁻³	0.88	0.08	0.00

(2) 側方流動に対する安全性の検討

側方流動に対する安全性の検討に関しては、図 2 に示すモデル・外力を用い、管体部が許容応力度・降伏応力度それぞれに達したとき、および継手部が弾性限界のときの側方流動量を算出した。ただし、側方流動はモデルのように3角形分布によると仮定し、液状化地盤の上部に一般地盤が存在するケースと液状化地盤が再上部に存在するケースを考慮した。表—3 に解析ケースおよび解析結果の一覧を示す。

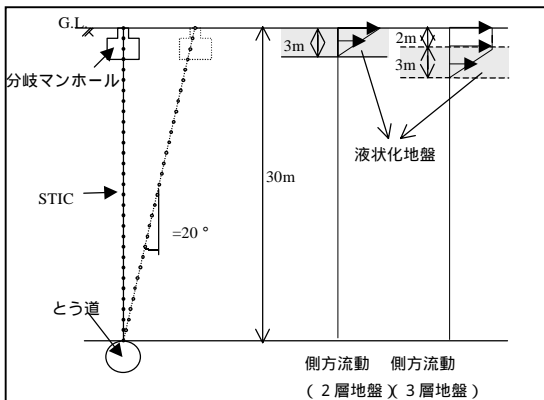


図 2 解析モデル (側方流動)

表 3 解析ケースおよび結果 (側方流動)

CASE No.	解析ケース		解析結果		
	分岐管傾斜	地盤条件	検討条件	限界箇所	側方流動量 (cm)
CASE1-1	傾斜無し	2層	管体部許容応力度	地表より4m	91.8
CASE1-2			管体部降伏応力度	地表より4m	156.6
CASE1-3			継手部弾性限界	MH側回転バネ	13.5
CASE2-1		3層	管体部許容応力度	地表より6m	3.8未滿
CASE2-2			管体部降伏応力度	地表より6m	7.6未滿
CASE2-3			継手部弾性限界	MH側回転バネ	34.2
CASE3-1	20° 傾斜	2層	管体部許容応力度	地表より4m	94.5
CASE3-2			管体部降伏応力度	地表より4m	164.7
CASE3-3			継手部弾性限界	MH側回転バネ	3.8未滿
CASE4-1		3層	管体部許容応力度	地表より6m	3.8未滿
CASE4-2			管体部降伏応力度	地表より6m	7.6未滿
CASE4-3			継手部弾性限界	MH側回転バネ	3.8未滿

地盤およびモデル等の条件により数値的な違いがあるものの、全てのケースにおいて、液状化地盤から一般地盤に入り込む部分で、最大の応力が発生した。その際の側方流動量は3.8cmという非常に小さいものであった。

3 . 考察

本論では、NTTの電気通信設備のなかで、今後建設が進むことが予想されるSTIC方式のL2地震動および側方流動に対する耐震性の検討を応答変位法により行った。検討の結果より、L2地震動に対しては十分な耐震性が確認されたが、側方流動のような地盤の変状に対しては弱い構造物であることが分かった。ここでさらに、濱田らが提唱している側方流動量の予測式³⁾を用いて、本解析モデル地盤において側方流動量3.8~164.7cmに対応する地表面勾配を概算すると、約0.01~0.3%となり、ほぼ平坦な地盤においても液状化および側方流動の発生により、大きな影響が出るという結果になった。

4 . 今後の予定

数メートル規模の側方流動に対応したSTIC方式の弾塑性解析を行い、使用限界についての検討を行う予定である。その結果を基に継手部対策を検討し、液状化地盤においてSTIC方式が建設される場合の一助としたい。

5 . 謝辞

本論を執筆するにあたり、東洋大学鈴木崇伸助教授に御助力・御助言を頂戴した。ここに御礼を申し上げる。

6 . 参考文献

- 1) 水道施設耐震工法指針・解説 1997年版 社団法人日本水道協会
- 2) 道路橋示方書・同解説 1共通編、4下部構造編 平成8年12月 社団法人日本道路協会
- 3) 濱田政則、若松加寿江：液状化による地盤の水平変位の研究 土木学会論文集 No.596/3-43, PP.189-208, 1998.6