

I-557 立坑を含むシールドトンネルの地震時挙動

建設省土木研究所 正員 川島 一彦
 建設省土木研究所 正員 杉田 秀樹
 建設省土木研究所 正員 加納 尚史
 ○大成建設株式会社 正員 岡本 晋

1. はじめに

本文は下水道シールドトンネルに及ぼすマンホール（立坑）の影響を動的解析により検討した結果を報告するものである。

2. 解析対象とするシールドトンネル及び解析モデル

図-1に解析対象とするシールドトンネル及び周辺地盤を示す。トンネルは、外径が3.8mの下水道用標準セグメント（シールド工用標準セグメント（土木学会・下水道協会共編、1982年）、セグメント番号24番）を用いたものであり、二次覆工は無筋コンクリートである。立坑は壁厚60~90cmの鉄筋コンクリート製であり、全重量は約880tonと大きなものであるが、下水道用の立坑としては標準的なものである。また、地盤は実際の建設例を参考にして、これを簡略化したものであり、表-1に示す2種類の表層地盤条件を仮定した。

動的解析には田村らによる解析手法を用い、シールドトンネルの等価剛性は、二次覆工コンクリートにクラックが無いものとして山本ら¹⁾の式により算定した。また、立坑がトンネル軸直角方向にロックした場合にはトンネルに生じるねじりモーメントを解析するため、トンネルのねじりに抵抗するバネを与えた。

図-1 解析対象とするシールドトンネル及び周辺地盤

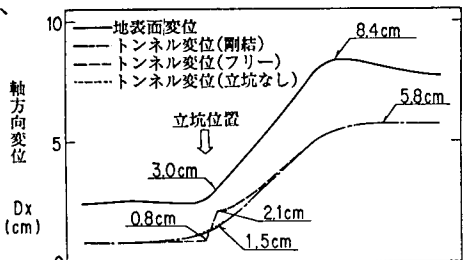
解析は、① 立坑が存在せず、トンネルが連続している場合、② 立坑とトンネルの取り付け部が併進・回転とも全方向に自由に相対移動できる場合、及び、③ 立坑とトンネルが剛結された場合、に対して、それぞれトンネル軸方向及び軸直角方向に行うこととした。

3. 立坑の存在がシールドトンネルに与える影響

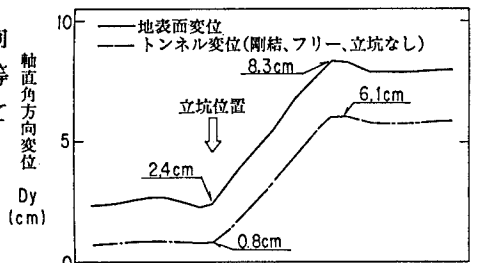
図-2に表層地盤のN値が5の場合の地表及びトンネルの最大応答変位の分布を示す。また、表-2に、トンネル取り付け部の最大応答変位を示す。これによると、軸方向加振時には、立坑無しと剛結の場合の変位はほぼ等しく、また、軸直角方向加振時には、立坑無し、フリー、及び、剛結とも変位がほぼ等しい。このことから、立坑はトンネルと一体となって振動して

表-1 地盤物性値一覧表

	N値	せん断波速度 V_s (m/sec)	単位体積重量 (t/m^3)	せん断弾性定数 G_s (t/m^2)
基盤	50	300	1.8	16,530
表層地盤Ⅰ	5	112	1.8	2,304
表層地盤Ⅱ	20	176	1.8	5,689



(a) 軸方向変位分布



(b) 軸直角方向変位分布

図-2 地盤変位分布 (N値5の地盤)

いることがわかる。

図-3は、トンネル軸方向加振時にトンネルに発生する最大軸力及び最大曲げモーメント M_z の分布を示したものである。軸力は立坑無しの場合と剛結の場合とで差が無く、立坑の存在はトンネルの軸力に大きな影響を与えていないことがわかる。また、トンネルと立坑を剛結した場合には、立坑のロッキングにより立坑の両側それぞれ40mの範囲に曲げモーメント M_z が発生している。最大曲げモーメントはN値5の場合には $2,050t \cdot m$ で、この値は後述する軸直角方向加振時の最大曲げモーメント M_y の約8倍に相当している。

図-4に、トンネル軸直角方向加振時にトンネルに発生する鉛直軸回りの最大曲げモーメント M_y 及び最大ねじりモーメント M_x の分布を示す。曲げモーメント M_y は、立坑とトンネルを剛結しても、立坑無しの場合よりもむしろ低下している。ただし、立坑とトンネルを剛結すると、立坑のロッキングによりトンネルには立坑の前後200m程度にわたってねじりモーメントが発生する。従って、このような場合には、耐震設計上ねじりモーメントに対する検討が必要となる。

4. まとめ

立坑近傍のシールドトンネルに生じる断面力を動的解析により検討した結果、トンネルと立坑を剛結とした場合には、大きなトンネル水平軸回りの曲げモーメント及びねじりモーメントが生じることがわかった。耐震設計上の取り扱いに関しては、今後検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 山本、川島、大日方、加納；二次覆工を考慮したシールドトンネル長手方向剛性の計算に関する提案；土木学会第42回年次学術講演会概要集、昭和62年9月

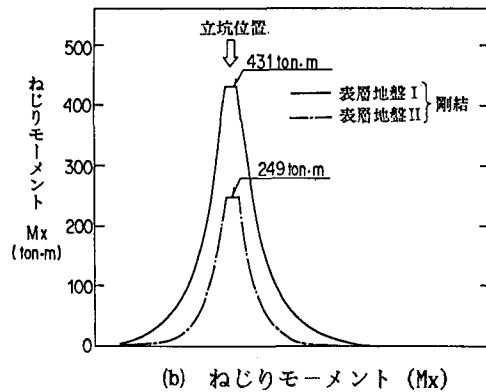
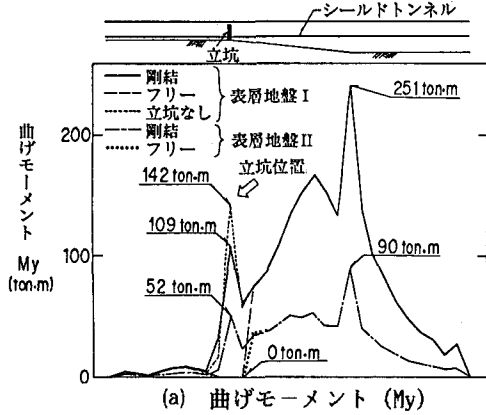


図-4 断面力分布(軸直角方向加振)

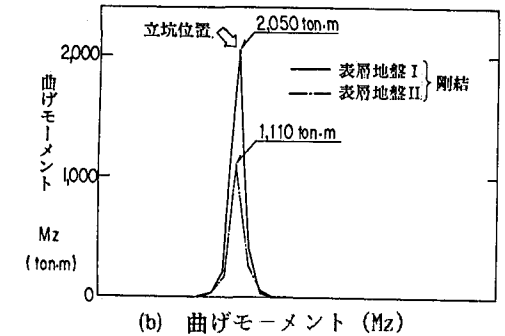
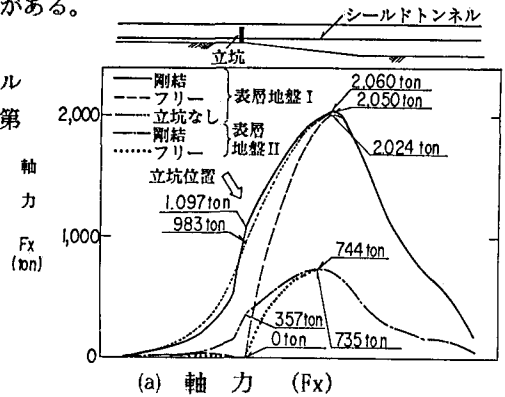


図-3 断面力分布図(軸方向加振)

表-2 立坑取付部最大変位 (cm)

加振方向	表層地盤 I		表層地盤 II		
	立坑無し	立坑有り		剛結	フリー
		剛結	フリー		
軸	1.27	1.20	0.81	0.37	0.30
軸直角	0.73	0.78	0.74	0.29	0.28