

III-4 シールドトンネルの地震時挙動に関する研究

早稲田大学 村上博智・荻野竹敏
東洋大学 小泉 淳
大林組 濱地克也

1 はじめに

近年、都市の過密化にともない、鉄道・道路・電力・ガス・通信および上下水道など、市民生活の基盤となるライフラインが盛んに地下に構築されるようになってきており、都市部でのトンネルの需要は増加の一途にある。これらのトンネルは、今やシールド工法によって構築されるのが一般的となっている。

本研究はシールドトンネルの構造モデルを用いて、地盤とトンネルを想定して、その周辺地盤をモデル化すると共に、近年急速にその価値が認められてきた可撓セグメントの使用を念頭において、シールドトンネル自身およびシールドトンネルと立坑との関係などを耐震工学的に検討することを目的としている。

2 解析モデルと解析方法

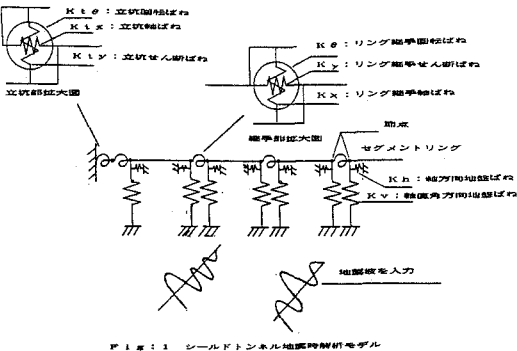
シールドトンネルの軸方向挙動を表現するモデルとして、二次覆工されていないトンネルでは Fig : 1 に示すような棒ばね構造モデルがすでに提案^{(1)・(2)}されており、そこではトンネルと地盤との相互作用も図示のように線形ばねで評価している。

Fig : 1 は、今回解析に用いたシールドトンネルを示したもので、セグメントリングを棒部材に、リング継手部をばね部材にそれぞれ置換している。現実の計算では計算機の容量を考慮して10リング分をまとめて一部材に置換して行った。

解析モデルに用いた諸量は、設計の実状に応じて Tab : 1 に示す通りである。

地盤を評価する地盤ばねを介して、上述の解析モデルに入力した強制変位は、地中構造物の一般的な耐震設計法の一つである応答変位法で求め、それを最大振幅とする正弦波で与えた。

なお、入力した正弦波の平均波長は約120mとした。



TAB : 1 ばね定数

$K_{t\theta}$ (立坑回転ばね定数) (tf・m)		5.0427*10 ⁹
K_{tx} (立坑軸ばね定数) (tf/m)		3.1591*10 ⁶
K_{ty} (立坑せん断ばね定数) (tf/m)		∞
$K_{k\theta}$ (可撓セグメント回転ばね定数) (tf・m)		3.9327*10
K_{kx} (可撓セグメント軸ばね定数) (tf/m)		1.1352*10 ³
K_{ky} (可撓セグメントせん断ばね定数) (tf/m)		1.2606*10 ²
$K_{t\theta}$ (立坑回転ばね定数) (tf・m)	左 端	8.1705*10 ⁷
	右 端	1.0548*10 ⁹
K_{tx} (立坑軸ばね定数) (tf/m)	左 端	1.0607*10 ⁶
	右 端	1.2768*10 ⁶
K_{ty} (立坑せん断ばね定数) (tf/m)	左 端	1.5618*10 ⁶
	右 端	2.5416*10 ⁶

3 解析結果及び考察

Fig. 2は、地震波によるトンネル軸方向の強制変位図である。

Fig. 3は、可撓セグメントを用いないときの軸力図である。

Fig. 4～6は、可撓セグメントをそれぞれ 120m ($=L$)、 60m ($=1/2L$)、 30m ($=1/4L$) ごとに設けたときの軸力図である。

Fig. 3～6で明らかなように、軸力の最大値はFig. 3～5では大差なく、Fig. 6によって初めて軸力の低減が認められる。また、Fig. 4～6は、立坑との接合部（図の両端部）に可撓セグメントを配置した例であり、Fig. 3と比較することによって軸力の低減が認められる。

4 結論

本研究の結果から、シールドトンネルと立坑との接合部に可撓セグメントを設けることは、耐震工學上極めて有効である。全く同様の理由から、地盤応答の異なる構造物の接合点や、地盤急変部に可撓セグメントを設置することは、耐震工學上有効に働くと考えられる。

また、求められた地震波長の $1/4$ 以内に可撓セグメントを設けることは、シールドトンネルのフレキシビリティを増すため断面力の低減が可能であり、耐震工學上きわめて有効である。

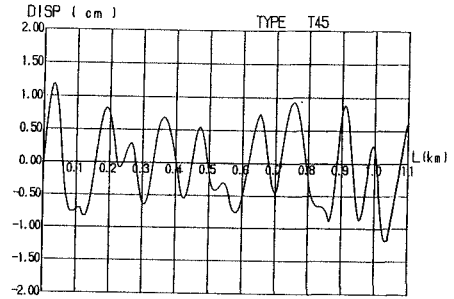


FIG.2 DISPLACEMENT DIAGRAM

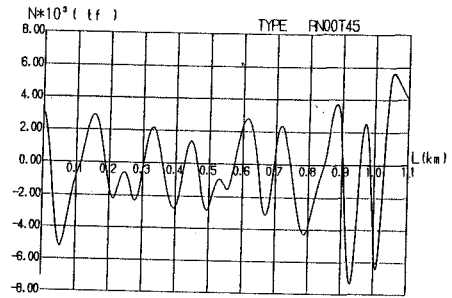


FIG.3 AXIAL FORCE DIAGRAM

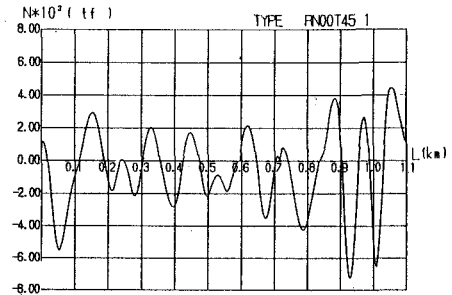


FIG.4 AXIAL FORCE DIAGRAM

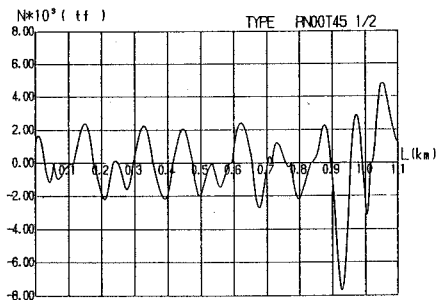


FIG.5 AXIAL FORCE DIAGRAM

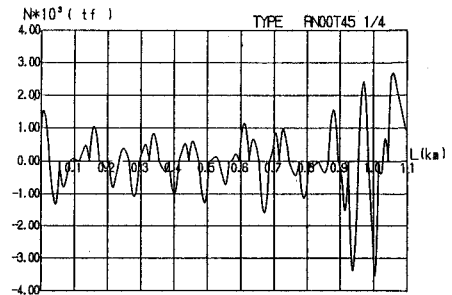


FIG.6 AXIAL FORCE DIAGRAM

参考文献

- (1) 小泉 淳・村上博智・西野健三：シールドトンネルの軸方向特性のモデル化について、土木学会論文集、第272号、1980. 4
- (2) 西野健三：シールドトンネルの軸方向挙動に関する研究、早稲田大学学位論文、平成元年、2月