

平行、斜交、直交トンネル

東京都立大学大学院 学生会員 ○ 鈴木 健
金沢工業大学 正会員 土屋 敬
鉄道総合技術研究所 正会員 小島 芳之
金沢工業大学大学院 荒川 恭行
(株)アーキ 大嶋 将和

1. 目的

トンネルの近接施工では、複雑な角度で交叉する 3 次元的な問題がある。しかし、3 次元解析では要素数が非常に多くなり、2 次元解析で取り上げている設計条件を織り込むことは困難である。そこで 3 次元解析の結果を修正係数として、2 次元解析の結果に乘じる方法が現実的ではないかと考える。本研究は昨年度の研究に新たに斜交トンネルを加えたものである。即ち、平行、斜交、直交トンネルについて既設トンネルの下側に鉛直離隔距離を隔て、新設トンネル施工時における既設トンネルの垂直相対変位の影響度を調べる(表 - 1、図 - 5)。また、斜交トンネルでは平行から直交に至るまでの影響の変化を調べる(表 - 2、図 - 6)。これらの結果より 3 次元解析から 2 次元解析への修正係数を求める。

2. 解析手法

MSC/PATRAN によって有限要素モデルを作成し、条件を設定する。作成されたデータを MSC/NASTRAN に移動させて線形解析を行なう。解析結果を再び MSC/PATRAN に移動し出力する。

3. 解析条件

物性値データは単位体積重量 21kN/m^3 、ポアソン比 0.3、弾性係数 200MN/m^2 とする。平行、直交トンネルでは鉛直離隔距離の問題について考えたいので、鉛直離隔距離 10m、20m、30m、40m で解析を行う。斜交モデルでは交叉角度の違いを調べるため、 0° (平行)、 30° 、 45° 、 60° 、 90° (直交)で解析を行う。鉛直離隔距離は 5m、10m、15m とする。モデルは図 - 1 から図 - 4 に示す。

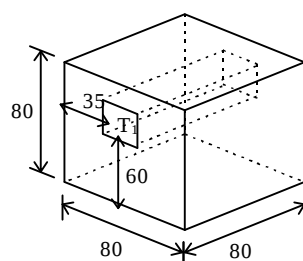


図 - 1: 単設トンネル

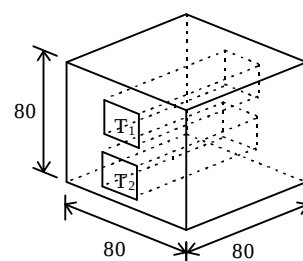


図 - 2: 平行トンネル
鉛直離隔距離 10m, 20m, 30m, 40m

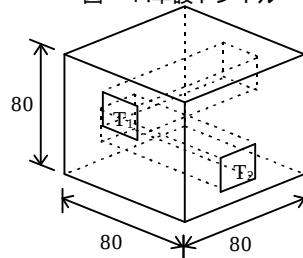


図 - 3: 直交トンネル
鉛直離隔距離 10m, 20m, 30m, 40m

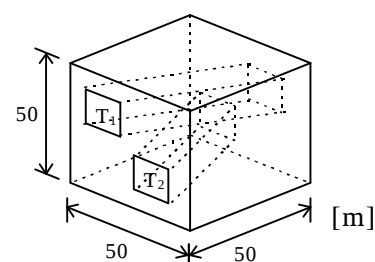
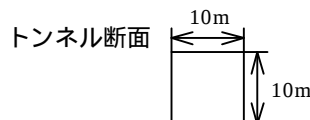


図 - 4: 斜交トンネル
鉛直離隔距離 5m, 10m, 15m
交叉角度 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$



T₁: 既設トンネル T₂: 新設トンネル

4. 解析結果

表 - 1 は鉛直離隔距離の違いによる新設トンネル施工時の既設トンネルの増分変位と比率である。直交トンネルについては、中央からの水平距離によってもこの比率を表す。表 - 2 は交叉角度の違いによる新設トンネル施工時の既設トンネルの増分変位と比率である。増分変位とは、平行、斜交、直交トンネル施工時の既設トンネルの天端・底盤間の垂直相対変位から単設トンネルの垂直相対変位を引いたものである。

キーワード：近接施工、地下構造物、3 次元 FEM

〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL: 076-294-6712 FAX: 076-294-6713

比率は平行トンネル施工時の増分変位を 100%とした時の斜交、直交トンネル施工時の増分変位の割合である。図 - 5 は平行トンネルを 100%とした時の直交トンネル施工時の比率をトンネル中央からの水平距離の関係で表したグラフである。図 - 6 は平行トンネルを 100%とした時の交叉角度の違いによる増分変位の比率を表したグラフである。図—7 は、増分変位と鉛直離隔距離の関係を示したものである。鉛直離隔距離 40m では、ほとんど影響が無いことがわかる。

表—1：鉛直離隔距離の違いによる増分変位と比率

鉛直離隔距離	平行トンネル mm	直交トンネル(中央からの水平距離)											
		0m		5m		10m		20m		30m		40m	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
10m	9.69	7.48	77.2	5.16	53.3	0.46	4.8	-2.44	-25.2	-1.03	-10.6	-0.41	-4.2
20m	5.44	4.40	80.8	3.71	68.1	2.04	37.5	-0.82	-15.0	-1.33	-24.4	-1.19	-22.0
30m	3.51	2.91	82.9	2.62	74.8	1.88	53.6	0.06	1.7	-1.01	-28.7	-1.27	-36.2
40m	2.52	2.13	84.4	1.97	78.2	1.56	61.8	0.35	14.0	-0.64	-25.2	-0.99	-39.3

表—2：交叉角度の違いによる増分変位と比率

交叉角度 鉛直離隔距離	0 ° (平行)		30 °		45 °		60 °		90 ° (直交)	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
5m	13.54	100.0	12.55	92.7	11.60	85.7	10.89	80.5	10.25	75.7
10m	9.00	100.0	8.26	91.9	7.34	81.6	7.05	78.3	7.03	78.1
15m	6.42	100.0	5.48	85.4	5.39	84.0	5.34	83.1	5.14	80.1

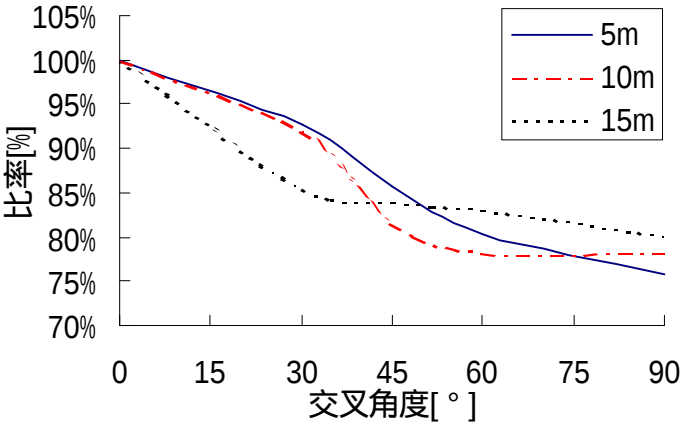
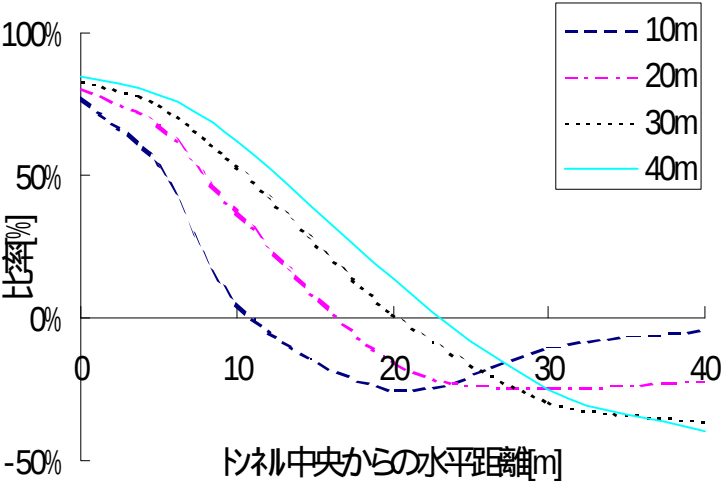


図5 直交トンネルによる増分垂直変位の平行トンネルとの比較

図6:斜交トンネルの増分垂直相対変位の比率

5.結論

増分垂直相対変位の比率はトンネル中央で平行トンネルを 100%とすると直交トンネルは約 80%である。
鉛直離隔距離を 30m 以上とれば、交叉角度に関わらずその影響度はほとんど同じである。
トンネル中央部から水平距離 30m 以上は新設トンネルの影響をほとんど受けない。
垂直相対変位は鉛直離隔距離が 40m になるとほとんどゼロに収束し、考慮しなくても良いことがわかる。