

交差トンネルの3次元応力・変形解析

福井大学工学部 正会員 福井卓雄
福井大学工学部 学生員 ○ 東野忠雄

1 はじめに

近年、都市圏などにおいて地下空間の利用が増大している。それに伴って、地下構造物が互いに近接して施工されることが多くなってきている。本研究は、既設のトンネルの近傍に交差して新しくトンネルが施工される場合に、トンネル新設による応力の解放が、既設のトンネルに与える力学的な影響を概略的にとらえて、このような状況下でトンネルを新設するための基礎的な資料を得ようとするものである。

ここでは、二本のトンネルが近接して施工される場合の交差部周辺の応力・変形状態を、境界要素法を用いた3次元弾性解析 [1] により求めた。結果は、二本のトンネルの交差角度、トンネル間の距離、切羽の位置などについてまとめた。

2 解析条件

地山は等方均質の弾性体と仮定し、一様な等方圧力 σ_0 を受けるものとした。ポアソン比は 0.4 とした。二本のトンネルの「近接」と「交差」の影響を明らかにするために、トンネル形状やライニングの影響をできるだけ除去する解析を行った。トンネル断面形状は円形とし、同径 (半径 a) の二本のトンネルを想定した。また、これらのトンネルは素掘りの状態である。パラメータとして、二本のトンネルの交差角 θ とトンネルの壁面間の距離 d を変えた解析を行った。また、施工過程における影響を見るために、交差位置と切羽との間の距離 s を変化させた解析も行った。交差角 θ については、 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° の 5 ケースを、壁面間距離 d については、 $0.5a$ 、 a 、 $2a$ 、 $3a$ の 4 ケースを解析した。以下に解析結果を示す。

3 完成した二本のトンネル

図-1に交差角が 90° の場合の解析モデルを示す。上にあるトンネルを既設であるとし、変位解については、二本のトンネルの解から既設トンネル一本だけの解を差し引いて相対変位としている。以下の図では、既設トンネルの下側の鉛直下方の変位と交差部下側の点Aの応力を示す。図-2に交差角の違いによる既設トンネルの影響の違いを、図-3に壁面間距離の違いによる影響の違いを示す。

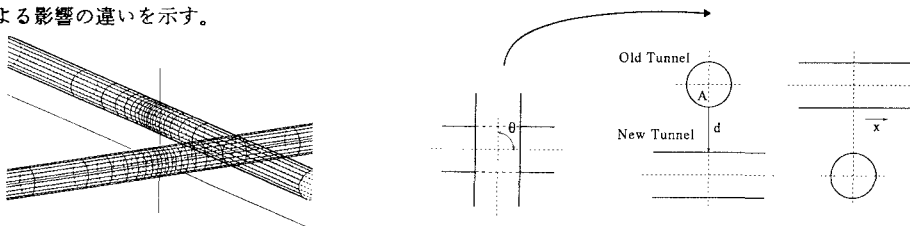


図-1 完成した二本のトンネルの境界要素モデル

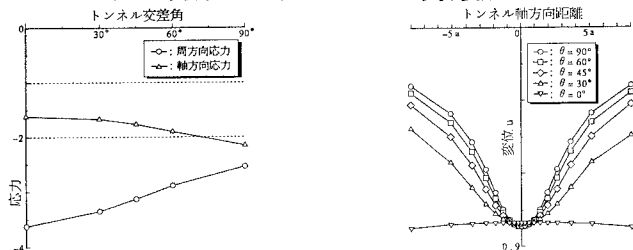


図-2 交差角の変化による既設トンネルの応力と変位の変化 ($d = 0.5a$)

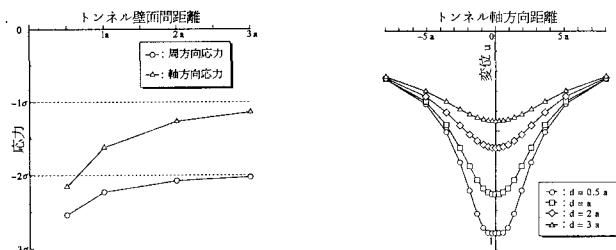


図-3 壁面間距離の変化による既設トンネルの応力と変位の変化 ($\theta = 90^\circ$)

4 施工中のトンネルの及ぼす影響

交差角が 90° 、壁面間距離が a の場合について、切羽の進行が既設トンネルに及ぼす影響を示す。図-4に解析モデルを示す。図-5に、切羽位置の変化による既設トンネルA点の鉛直変位および応力の変化を、図-6に、切羽の進行に伴う既設トンネルの交差部の断面の変形状態の変化を示す。

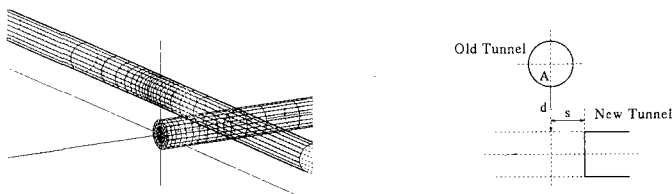


図-4 近接施工トンネルの境界要素モデル

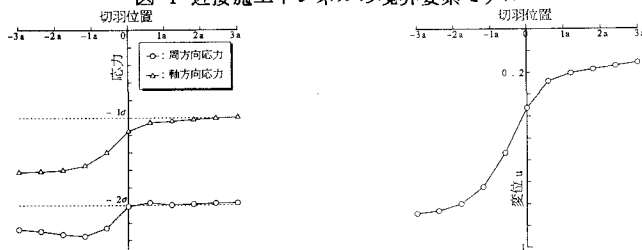


図-5 切羽位置の変化による既設トンネルの応力と変位の変化

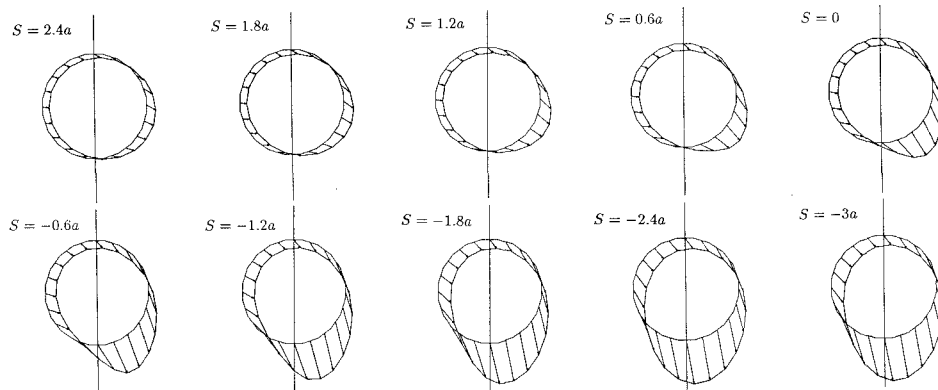


図-6 切り羽位置の変化による既設トンネルの変形の変化

参考文献

- [1] 丹羽義次, 小林昭一, 福井卓雄: 積分方程式による空洞周辺の三次元応力解析, 土木学会論文報告集, 266, pp.25-37, 1977.