

建設省工本研究所	○ 正員	柴田弘雄
建設省工本研究所	正員	川島一孝
建設省工本研究所	正員	栗林栄一

1. まえがき

沈埋トンネルは、一般にみかけの単位体積重量が周辺の地盤の湿潤単位体積重量よりも小さく、かつ、長手方向に細長い線状の構造物であることから、地震時にはおおむね周辺の地盤に従って運動すると云われている。したがって、沈埋トンネルの長手方向に於ける地震時の地盤の運動を正しく推算することがトンネルの地震応答を精度良く算定する鍵となる。トンネル周辺の地盤の運動はせん断振動が支配的であるため、基盤が一様な地震動入力を与えることによりせん断振動モデルにより算定する場合が多い。基盤における平面的な地震動を直接観測した事例はほとんど無いが、数km離れた地点間では、基盤地震動になんらかの位相の差、もしくは振幅の差、もしくは波形の特性の差が生じることが予想される。本報では、このような相対的位置関係に伴う基盤地震動の差異を仮に基盤に作用する地震動入力の位相の差に置きかえて沈埋トンネルの長手方向に沿う断面力（軸力）を試算により、検討した結果を報告するものである。

2. 解析モデルおよび基盤地震動のモデル化

対象としたのは幅44.2m、高さ13m、長さ900mの鉄筋コンクリート方式の仮想の沈埋トンネルであり、図1に示すように長手方向に表層地盤の厚さの変化の度合いの異なる2種類の地盤モデルに埋設されている場合を取り挙げた。表層地盤は厚さの変化がある以外は、密度(2t/m³)およびせん断弾性波速度(100m/sec)とも一様と仮定した。沈埋トンネルは図2に示すように、地盤に弾性的に保持された棒構造としてモデル化し、長手方向に加振した場合をとりあげた。

基盤に作用させた地震動入力は、1963年6月17日の根室半島沖地震により静内橋地下40mの砂礫層中で採取された地中地震動の記録¹⁾である。加速度の波形とこれを積分して算出した変位の波形を図3に示す。地震動入力は図1に示した仮想地盤モデルの一端Aから他端Bまでの距離に比例した位相の差を設けて基盤に作用させることとし、A～B間の位相の差(時間遅れ)は任意に0～2.4秒とした。ここで、位相の差が0秒の場合は基盤に一様な地震動が作用した場合を、2.4秒の場合にはA点からB点へと、あたかも900m/2.4秒=375m/secのみかけの伝播速度を持つ地震動が基盤に作用した場合をそれぞれ表わしている。

3. 計算結果

沈埋トンネルに生じる軸力の最大値の分布を図4(長手方向に表層地盤の厚さが一定の場合)および図5(長手方向に表層地盤の厚さが変化する場合)に示す。ここで、長手方向に表層地盤の厚さが一定で、かつ、一様な地震動が基盤に作用した場合には計算上トンネルには応力が生じない。図4はトンネル全長の中の軸力の最大値に着目し、これが地震動入力の位相の差によってどのように変化するかを示したものである。

4. まとめ

(1)表層地盤の厚さ、密度、堅さが長手方向に均一であっても、基盤に作用させる地震動入力の位相の差があれば、表層地盤の運動は箇所別に相異を生じ、沈埋トンネルには計算上応力が生じる。

(2)表層地盤の厚さが長手方向に一様でないことによりトンネルに生じる応力と基盤における地震動入力に位相の差があることによりトンネルに生じる応力は、互いに重畳される場合がある。

参考文献 1

1)岩崎、若林、堀内：地中地震動の観測結果，工研資料第1103号，昭和51年。2)栗林、川島、柴田：沈埋トンネ

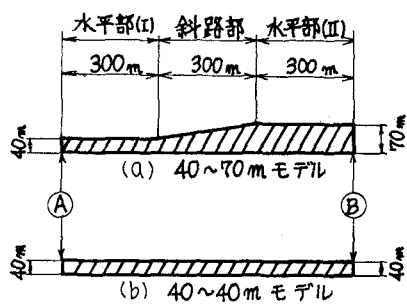


図-1 解析地盤モデル

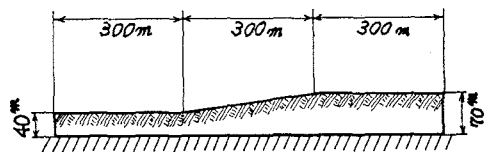
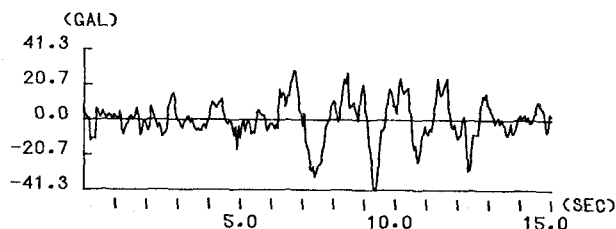


図-2 トンネルおよび表層地盤の力学モデル



(a) 静内橋地震動加速度記録

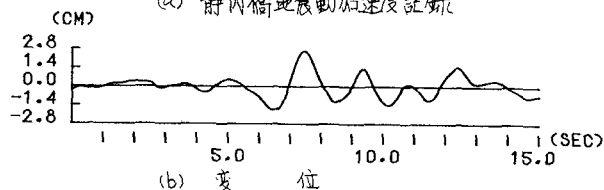


図-3 入力地震動

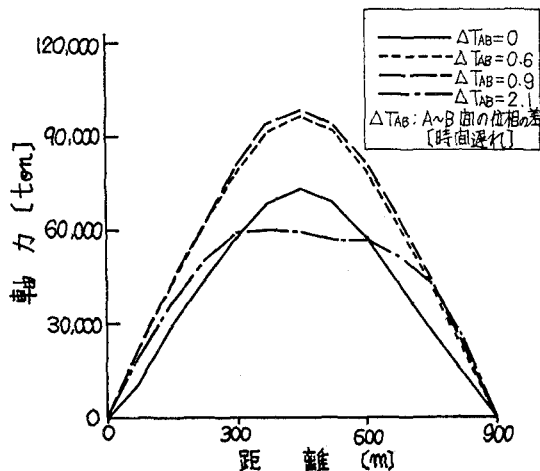


図-4 表層地盤の厚さが長手方向に
変化する 場合の軸力

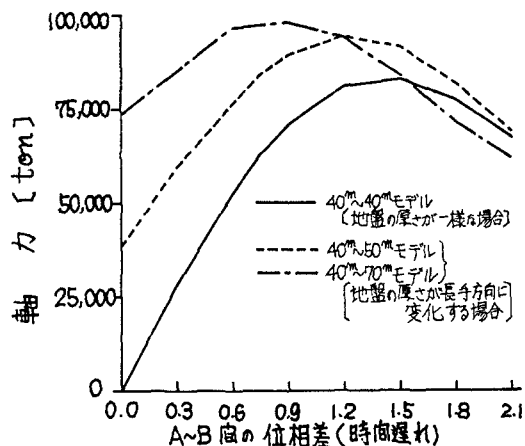


図-6 A~B間の位相の差とトンネルに生じる軸力の関係

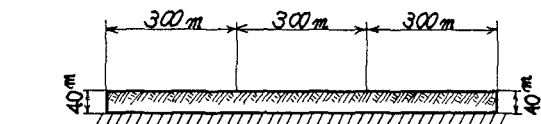


図-5 表層地盤の厚さが長手方向に
変化しない 場合の軸力

参考文献 2

ル軸線上の変位および断面力に及ぼす耐震継手の影響
に関する研究、土研資料1280号、昭和52年