地盤連成解析を用いない既設開削トンネルの耐震診断

東電設計	正会員	宮本岳人
同上	正会員	本田国保

同上 正会員 松原勝己

1. はじめに

一般に、既設開削トンネルの耐震診断を行う場合には、構造物が地盤内に設置されるため、地盤と構造物の 相互作用を考慮して地震時応答を推定する必要がある。そのためには、構造物と地盤の双方をモデル化した応 答変位法や動的 FEM 解析などが適用されることが多い。しかしながら、開削トンネルのような線状地中構造 物の場合、トンネル長手方向に地盤構造や地盤特性が変化する場合があり、断面形状ごとに地震時応答の推定 を行うと、その手間と費用が増大することになる。したがって、危険箇所のスクリーニング、詳細耐震診断の 必要性有無および補強要否の優先度判定などを目的として既設開削トンネルの耐震検討を行う場合には、地盤 連成解析を用いずとも高精度の耐震性照査が可能な方法が望ましいと考えられる。

筆者らは、上記の目的のため、応答変位法の概念に基づき地盤と構造物の相互作用を考慮した構造物応答変 位の推定式と非線形 FEM によるパラメータスタディに基づいて作成した限界変位の推定式を組み合わせるこ とにより、トンネルの実用的な耐震性照査法を開発するとともに、その適用性検討を実施してきた[本田ら (2001)、安部ら(2005)]。

本報告は、既設開削トンネルの長手方向に地盤構造が変化する場合を想定して、トンネル断面位置の違いに よって耐震照査結果がどう異なるかを検討し、筆者らが開発した耐震性照査手法の有効性を確認したものであ る。

2. 想定した開削トンネルの諸元

図-1 に、想定した開削トンネル長手方向の地盤構造を示す。開削トンネルが設置される箇所の基盤深さお よび地盤剛性が、トンネル長手方向に変化するものとした。なお、構造諸元に関しては、検討する各断面で 同一とした。図-1 に示す断面 A、B および C の 3 断面の横断方向を対象に耐震性照査を行った。表-1 に、検 討対象の開削トンネルの構造および地盤の諸元を示す。図-2 に、一次元地盤応答解析より得られた各断面の 地盤変形角を示す。断面 A が断面 B,C と比較して地盤変形角が大きいことがわかる。



キーワード;開削トンネル、耐震診断、構造物・地盤相互作用、線状地中構造物、既設構造物 連絡先(住所;〒110-0015東京都台東区東上野 3-3-3・TEL;03-4464-5669・FAX;03-4464-5595)

ľ	∖諸元	構造諸元							地盤条件			
	断面	内空幅 b(m)	内空高 h(m)	部材厚 t(m)	有効高さ d(m)	主鉄筋比 (pt)	せん断 補強 鉄筋	圧縮強度 f _c (N/mm ²)	鉄筋降伏強度 f _y (N/mm ²)	土被り (m)	基盤深さ (m)	せん断波 速度 Vs(m/s)
	А	5	5	0.5	0.43	0.0072	なし	23	350	5	12	150
	В			ハンチなし							20	150
ſ	С			th=0							10	200

表 - 1 開削トンネルの構造・地盤諸元

3. 開削トンネルの耐震性照査

図-3 に、開削トンネルの耐震照査手法のフローを示す。照査に用いた地震動は、土木学会・コンクリート標準示方書・耐震性能照査編に提示される L2 地震動(内陸型)とした。図-4 および図-5 に、降伏および終局に対する照査結果を示す。ここで、終局時とは、構造物が崩壊しないことを前提に、構造物の荷重変位関係において荷重低下が生じ始める変形時(曲げ破壊に対しては圧縮側コンクリートのひずみが、せん断破壊に対してはせん断ひずみが急増し始める変形)とした。図-4 および図-5 には、構造諸元から得られる構造特性値(____、

u)によって定められる限界変形角(降伏および終局変形角)と、地盤変形角,地盤と構造物の剛性比等によっ て求められる応答変形角を各検討断面について示した。それらによると、断面 A,C ともに、L2 地震動に対し て部材降伏が生じることがわかる。また、終局限界に対しては、いずれの断面も照査を満足しているが、終局 限界に対する裕度は、B,C および A 断面の順に小さくなっており、A 断面が L2 地震動に対し最も危険な箇所 であると判断される。これは、断面 A はトンネル底面が洪積層の基盤位置が近く、断面 B に対して基盤深さ が浅いため、トンネルの応答変形に影響する地盤せん断ひずみが大きくなったためと考えられる。また、断面 A は断面 C と比較して地盤変形角は 1.5 倍大きかったが、応答変形角では 1.1 倍と差が小さくなった。

以上のように、提案手法によれば、地盤構造が変化する場合にも簡単に診断可能であることが確認できる。 なお、本検討では、検討断面の構造諸元は同一としたが、部材厚や鉄筋比が設置箇所によって異なる場合にも 適用可能である。



図-3 耐震性照査手法のフロー

図-5 終局時の照査結果

〔参考文献〕1)安部明夫・本田国保・足立正信・嶋田昌義・弘重智彦(2001);地中 RC 構造物の耐震一次診断 手法、第26回地震工学研究発表会講演概要集、Vol.2、pp.1381-1384、2)稲垣宏和・柴崎尚史・安部明夫(2005); 地中ボックスカルバートの実用的な耐震性照査手法、電力土木、No.316、pp.10-17