



### 3. 解析結果と考察

最大トンネル軸ひずみと免震区間長 $L_i$ の関係を図-3に示す。図中免震区間長 $L_i=0$  mは、立坑壁とトンネル間のみが免震層で絶縁された構造を意味しており、図に示すように立坑との絶縁だけでは、顕著な免震効果は得られない。また図中には、可撓セグメントを適用したケースとして、立坑外壁に隣合う1リングのセグメントの物性としてヤング率 $E=1$  kgf/cm<sup>2</sup>を与えた解析ケースの最大トンネル軸ひずみを併せて示したが、立坑とトンネル間のみ免震効果は、可撓セグメント適用の効果とほぼ同等であることがわかる。免震区間が5 mまでは、免震区間長の増加とともにトンネル軸ひずみの最大値が直線的に低減するが、免震区間が10 mを超えると、免震区間長の増加に伴う最大トンネル軸ひずみの減少はあまり顕著とならない。したがって、費用対効果の観点から、10 m以上むやみに免震区間長を増大させることは得策とは言えず、効果的な免震区間長は、このケースでは10 m程度とすることが望ましいと考えられる。

図-4には、すべての解析ケースについてトンネル軸ひずみ分布の結果を重ね合わせて示した。図のように、免震区間長 $L_i=10$  mを超えた15 m, 20 m, 30 mの3ケースの最大トンネル軸ひずみの値はほとんど変わらず、また免震区間長 $L_i=30$  mでは最大値発生箇所が平坦なひずみ分布となっており、免震区間長を増加しても、最大トンネル軸ひずみ値は頭打ちとなってこれ以上大きなひずみの低減は期待できないことがわかる。

### 4. まとめ

本解析で取り上げた立坑ならびに地盤のケースでは、立坑接合部において効果的な免震区間長は10 m程度と結論づけられた。本解析では基盤に根入れされ比較的剛な立坑を取り扱ったが、立坑が基盤まで根入れされておらず全体として立坑の見かけのせん断剛性が小さい場合や、地盤条件によっては、立坑接合部における効果的な免震区間長は10 mより長くなることもある。したがって、効果的な免震区間長の目安としては10 m程度以上とし、立坑ならびに地盤条件に応じて、解析に基づいて必要とされる免震区間長を設計することが望ましい。

なお、本研究は、建設省土木研究所、(財)土木研究センターならびに民間17社による建設省官民共同研究「地下構造物の免震設計に適用する免震材の開発」の一環として実施されたものである。

### 参考文献

- 1) 鈴木猛康, 金聲漢, 植村靖美: シールドトンネルの免震構造の地震応答評価のための解析法の提案, 土木学会第1回免震制震コロキウム論文集, pp.125-132, 1996.
- 2) 鈴木猛康: 軸対称モデルによるトンネル縦断方向耐震解析法の提案とその免震シールドトンネルへの適用例, 第24回地震工学研究発表会講演論文集, pp.349-352, 1997.
- 3) 建設省土木研究所耐震研究室, (財)土木研究センター, 民間17社: 免震材を用いた地下構造物の免震設計法マニュアル(案), 1998.

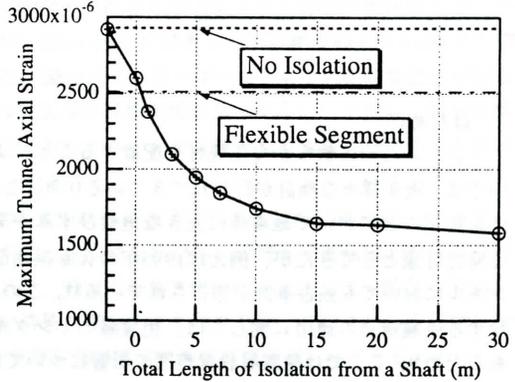


図-3 免震区間長と最大トンネル軸ひずみの関係

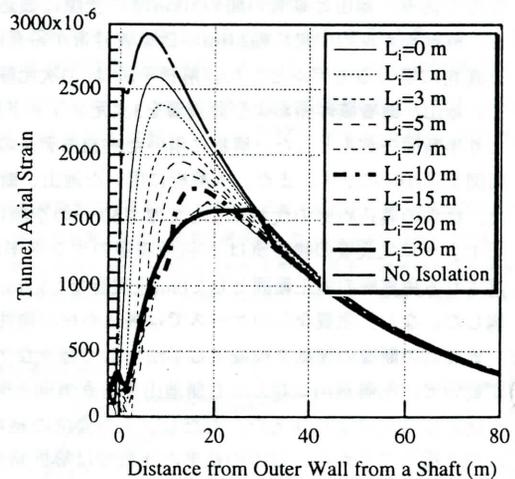


図-4 免震区間長によるトンネル軸ひずみ分布の比較