

III-B 73

掘割・開削トンネルの隅角部に関する実験

阪神高速道路公団 正会員 中島裕之
 阪神高速道路公団 正会員 安田扶律
 ㈱大林組 田坂幹雄

1. はじめに

都市内トンネルでは、既存の地下埋設構造物等により空間の制約条件が厳しいため、トンネル断面の合理化を求められる場合が多い。そこで、本稿では、箱形断面を有するトンネル構造物の隅角部に着目して、設計における剛域の取扱いおよびハンチの有効部分の評価を検討することにより、合理的な断面設計が図れると考えた。

ここでは、上記のような観点から実施した、箱形断面のトンネル隅角部の地震時挙動を把握するために実施した実験および解析の結果について述べる。

2. 実験概要

試験体は、箱形断面の隅角部を取り出したL字型形状とし、ハンチの有無、隅角部補強筋の有無および載荷方法をパラメータとして、ケース決定した。試験体の形状寸法および代表的な検討ケースを図-1に示す。加力方法は、単調載荷を荷重制御、交番載荷を変位制御とし、外側鉄筋が降伏した変位 δ （隅角部が閉じる方向）を基準変位量とした。

3. 実験結果

基準試験体となるNo.9（ハンチ有り、補強筋無し）および比較試験体となるNo.6（ハンチなし、補強筋無し）・No.10（ハンチ有り、補強筋有り）の荷重～変位関係を図-2に、また、エネルギー吸収量～累積変形を図-3に示す。

No.6とNo.9を比較してみると、No.6に対してNo.9は、最大荷重が、押し側で約1.3倍、引き側で約2.1倍と増大しており、荷重～変位関係のループが安定した形状を示している。また、エネルギー吸収量もNo.9はNo.6の約2倍になっており、ハンチの効果が確認できる。

一方、No.9とNo.10を比較してみると、最大荷重・エネルギー吸収量には大きな差はみられないが、No.10の荷重～変位関係はNo.9に比べ、ループが大きくより安定した形状を示している。また、No.9では、3 δ で最大荷重を示した後、荷重が徐々に減少しているのに対し、No.10では減少傾向が現れておらず、補強筋による靱性の向上が確認できる。

4. シミュレーション解析

実験では、全体的な耐力の向上や靱性の向上については確認できるが、隅角部内の応力の流れ等が把握しにくい。した

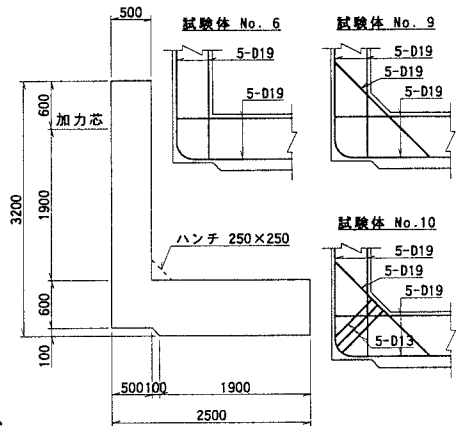


図-1 試験体の形状寸法
および代表的な検討ケース

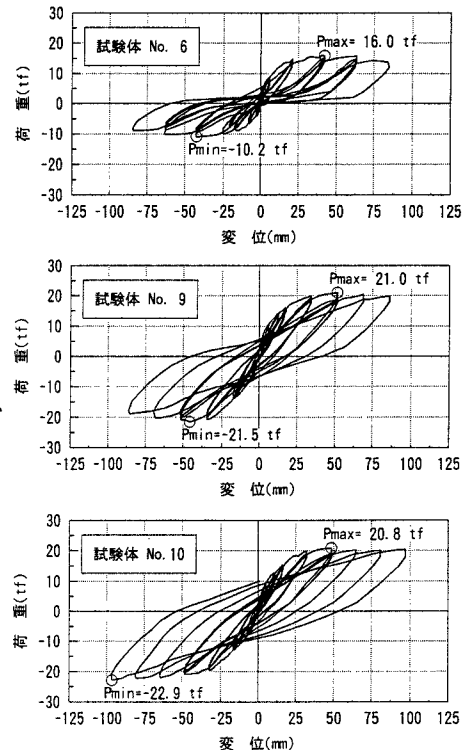


図-2 荷重～変位関係：実験結果

がって、隅角部の剛域の取扱いやハンチの有効部分の評価を行うためには、FEM等による解析を用いる必要がある。ここでは、No.9試験体に対して実施したシミュレーション解析について述べる。

解析は、コンクリートを2次元の平面ひずみ要素、鉄筋をトラス要素としてモデル化し、FEMによる非線形弾塑性解析とした。また、コンクリートの繰返し応力下の履歴特性は、長沼¹⁾らが提案するモデルを用いた。

解析結果の、荷重～変位関係を図-4に、外側鉄筋および内側鉄筋のひずみ分布の比較をそれぞれ図-5および図-6に示す。荷重～変位関係をみると、最大荷重については実験とよく一致しているが、ループ形状は実験よりも多少大きめとなっている。鉄筋のひずみ分布は、ひずみが2000 μ 程度までは比較的よく一致しているが、2000 μ を越えるとあまり一致していない。しかし、実験の測定誤差等を考えると、本解析によってある程度実験を再現できているものと考えられる。また、剛域の取扱いやハンチの有効部分の評価は、塑性ヒンジができる以前を対象とすることから、本解析は、十分有効であると考えられる。

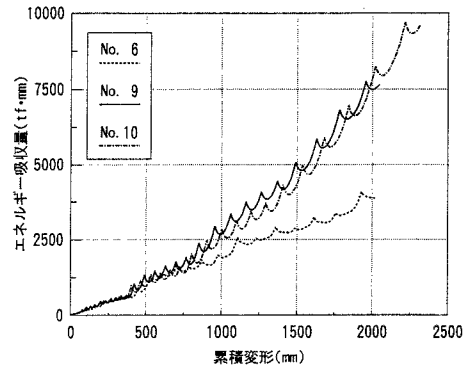


図-3 エネルギー吸収量～累積変形

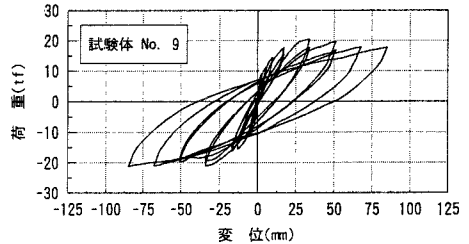


図-4 荷重～変位関係：解析結果

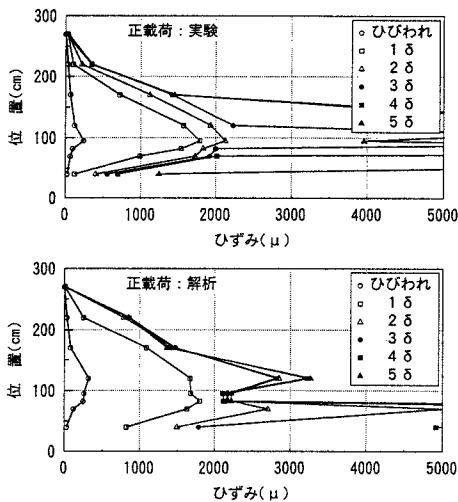


図-5 外側鉄筋ひずみ分布の比較

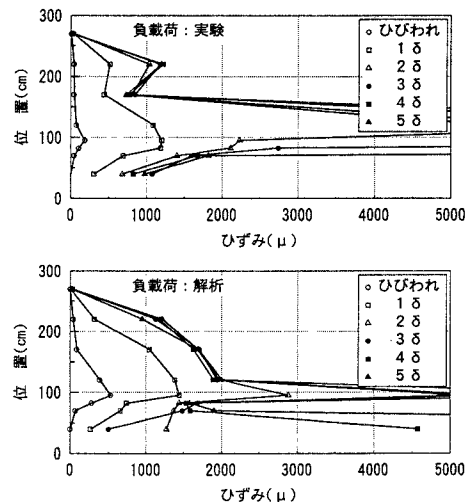


図-6 内側鉄筋ひずみ分布の比較

5. おわりに

トンネル構造物の隅角部を取出し交番载荷による実験を実施した。その結果、ハンチおよび補強筋の有効性が確認できた。また、実験に対するシミュレーション解析を実施し、解析によってある程度実験を再現できることがわかった。今後は、実験および解析の結果を基に、トンネル構造物の隅角部に関する力学的挙動を把握し、合理的な設計法を検討していく予定である。

最後に、本実験に当たり、御指導、御助言を頂きました大阪工業大学の小林教授に厚く御礼申し上げます。

【参考文献】1)長沼ほか：正負繰返し荷重を受ける鉄筋コンクリート耐震壁の解析（その1）コンクリートの履歴特性のモデル化、1995年度日本建築学会関東支部研究報告集