

VI-242 通信用開削トンネルの耐震及び補修技術向上について

NTTアクセス網研究所

正会員 ○土屋 正幸

正会員 武田 悦雄

NTT関西設備建設総合センタ

正会員 梅田 弘幸

1. はじめに

平成7年1月17日に発生した『阪神・淡路大震災』は、ビルの倒壊・大規模な液状化等による甚大な被害が発生したが、通信用トンネル（以下とう道と呼ぶ）の収容ケーブルは一切被害を受けず、とう道本体の機能を果たし、震度7の激震に対しても信頼性の高さが立証された。

ただ、地下構造物としてとう道を見ると、震度7の激震の範囲（三宮周辺）にある開削とう道の伸縮継手部のうち、建物や立坑等の取付け部において、左右及び上下に最大十数cm程度の段差が生じると共に、漏水が発生した。また、一般部において数箇所、く体に亀裂が発生した。このような現状を踏まえNTTでは、既設開削とう道の耐震性向上及び補修方法の改善に取り組んでおり、その内容について報告を行う。

2. 課題と開発目標

(1) 継手部

地震に伴う伸縮継ぎ手の変位は震度7の同一地域でも、液状化エリアのほうが非液状化エリアよりも発生率及び変位量とも大きかった。また、液状化エリアでもビル取り付け部等の断面変化部の変位量が大きかった。神戸三宮周辺とう道の継ぎ手部の調査結果は表-1のとおりである。また、液状化に伴い開削とう道も浮き上がり現象が発生したが、その量は数cm程度であった。

以上のことより、既設とう道の耐震性向上を図るため、不等沈下対策に用いられている可とう継手の導入を行うこととした。

しかし、既設とう道に、現状の可とう継手を設置するにはアンカーボルトの締結のため（図-1）、とう道内の通信ケーブルの移設が必要となる。このケーブル移設費は、収容条数が多いとう道では、全体工事費の約2/3を占めるため、ケーブル移設を伴わない施工方法の構造開発並びにその実験的検討を行った。

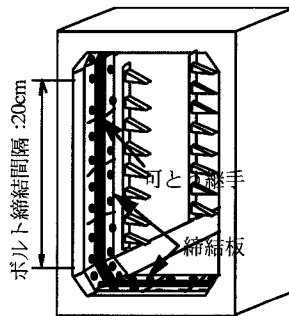


図-1 現行

表-1 継手部の調査結果

	継手箇所数	変位発生箇所	発生率
液状化エリア	24	8	33%
非液状化エリア	12	1	8%



写真-1 一般部被災状況

(2) 一般部

既設とう道の天井部にコンクリート亀裂が発生（写真-1）し、引張鉄筋の損傷が懸念される箇所の補修・補強法として、とう道内からの施工が出来かつ、内空断面を侵さない、火気を用いない等の条件を考慮し、炭素繊維シートの張り付けによる補修方法の検討を行った。

3. 伸縮継手部の検討

(1) 実験目的

既設とう道での施工性を向上させるため、可とう継手取付けボルト間隔を延長させることを目的に、取付け構造の見直しに伴う実験検討を行う。

(2) 可とう継手・締結板の選定

可とう継手は、阪神淡路大震災で発生した最大ズレ量をを考慮し20cm程度のズレに対応できるタイプとする。耐水性については、設置環境を考慮し、水圧1kgf/cm²に耐える構造とする。また、締結板は、作業性及び仕上がり寸法を考慮し表-2の通りとする。

表-2 締結板要求条件

項目	条件
重量	60kg以下 (とう道内作業より)
厚さ	7.5mm以下 (内空断面より)
締結軸力	3tf以下 (とう道内作業より)

(3)実験概要

実験装置の概要図を図-2に示す。装置は可とう継手を締結板で、両側4点を油圧ジャッキで押さえ、締結部からの漏水の有無を確認するものである。軸力は、0.5tf毎に最大4tfまで载荷を実施し、締結間隔を変化させた時の軸力と耐水圧（漏水する直前の水圧）の関係を確認した。

(4)実験結果

図-3・図-4に軸力と耐水圧の関係を示す。

- ・締結間隔が短いほど、小さい軸力で耐水圧を確保出来る。
- ・締結板剛性が高いほど、締結間隔を延長出来る。

等の傾向が確認できた。

(5)考察

締結板の剛性を大きくすることにより、ボルトの締結間隔を現行方法より5～6倍広くすることが可能であり、既設とう道への可とう継手取付け工事を容易に行うことが可能になると判断される。

4.一般部の検討

(1)実験目的

とう道内の壁に曲げ引張応力による損傷が発生した箇所の補修方法として、炭素繊維シートの有効性及び、とう道内施工環境を再現した湿潤養生における効果の確認を行った。

(2)実験概要

実験は供試体中央部に荷重を加え、上部の鉄筋ひずみ等を測定し、①無補強②補強（乾燥養生）③補強（湿潤養生）④損傷+補強（乾燥養生）⑤損傷+補強（湿潤養生）の5種類各3供試体で行った（図-5）。炭素繊維シートの設置量の算出は、既存の鉄筋が降伏状態にあるものと想定し、既存鉄筋の断面積に見合う炭素繊維シート量を補強した。

なお、湿潤養生は、気温20℃、湿度80%程度にし、とう道内の環境を再現した。損傷+補強は、無補強の供試体破壊試験結果より、鉄筋が降伏点（鉄筋ひずみ2140 μ ）以上までの载荷後、炭素繊維シートを補強した。

(3)実験結果

供試体上部の鉄筋ひずみと荷重の関係を図-6に示し、本供試体の設計荷重である荷重25tfで比較した結果を下記に示す。

- ・無補強と補強を比較すると、補強の方がひずみが1/4程度に抑えられ補強により剛性が高くなる効果が現われている。
- ・無補強と損傷+補強を比較すると、損傷+補強の方がひずみが小さくなっており耐力は回復している。

図-7に乾燥状態と湿潤状態における施工・養生の比較を示すが、载荷時のひずみ量は、乾燥・湿潤とも大差がないことがわかった。

(4)考察

実験結果から、炭素繊維シートがとう道の補修・補強材として効果があることが判明した。また、とう道内湿潤状態での施工においても、下地処理を適切に行うことで、補修・補強効果が得られることがわかった。収容ケーブルが多く補修・補強方法の制約を受けるとう道へ、本工法を今後活用していく予定である。

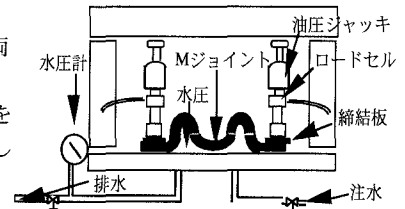


図2 実験概要図

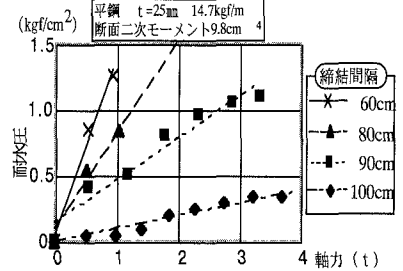


図3 軸力と耐水圧の関係

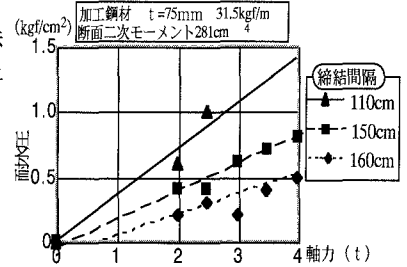


図4 軸力耐水圧の関係

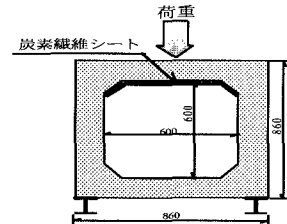


図5 実験概要図 (単位: mm)

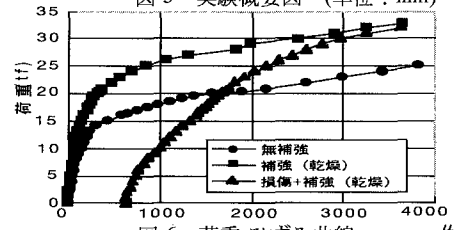


図6 荷重-ひずみ曲線

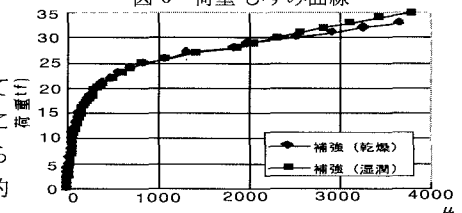


図7 乾燥と湿潤の比較