

開削トンネル大規模拡幅時の新旧接合構造に関する一考察

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 仲山貴司 牛田貴士 焼田真司
中央復建コンサルタンツ (株) 正会員 ○坂田智基 室谷耕輔

1. はじめに

都市部の既設地下駅では、複々線化、商業利用等の機能向上を目的として、地下空間を大規模拡幅する等のリニューアル工事が多く実施されている(図-1)。しかし、拡幅規模が大きくなると、供用中の既設く体の大規模な補強が必要となる場合もあり、工事費の増大や工事期間の長期化等が懸念されることから、合理的な補強工法の開発の要望が高い¹⁾。本稿は、開削トンネル拡幅時における既設く体の補強量低減を目的として、既設く体開口部の新たな補強構造を考案し、実物大部材の載荷実験と試設計を行い、その妥当性について検証したものである。

2. 補強構造の概要

図-2 に補強構造の概要図を示す。従来の接合構造は、新設設計に用いられる設計基準等²⁾を適用して、新旧接続部に2段アンカーを配置して新旧構造の一体性を確保し、トンネル縦断方向への抵抗には別途の開口補強桁を設ける構造とする場合が多い。一方、今回考案した補強構造は、既設く体を抱き込む逆梁と、新旧構造の一体性は既設床版の側面に設置する水平アンカーと上面に設置する鉛直アンカー(十字アンカー)により確保するものである。従来の補強方法との違いは、十字アンカーとすることで、アンカー筋が既設鉄筋と干渉しにくい配置とできるため施工効率が向上すること、また、抱込式逆梁とすることで、確実に既設と新設の一体化を図り、直下に柱または側壁を配置できるため、既設く体の断面力増加の抑止が期待できることにある。なお、既設く体の影響評価については、文献3)で報告している。

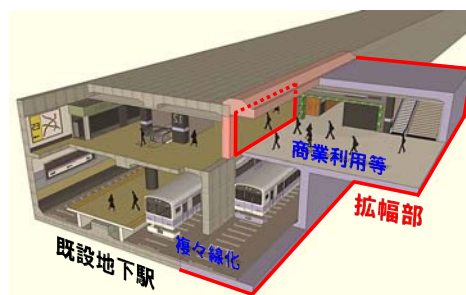
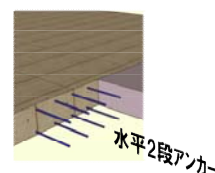


図-1 既設地下駅のリニューアル工事

従来の接合構造



提案

新設床版接合構造

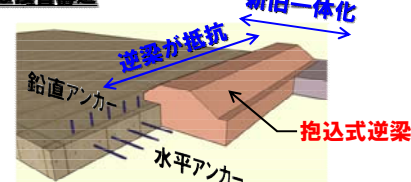


図-2 補強構造の概要図

3. 補強構造の載荷実験による妥当性の検証

補強構造について、新旧構造の一体性を確認するために実物大部材の載荷試験(三点曲げ試験)を実施した(図-3)。その結果、逆梁部は剛体挙動を示し、新旧構造ともに継手部よりもスラブが先行して曲げ破壊に至ることから、継手部はスラブと同等以上の部材耐力を有することが確認できた(図-4, 5)。

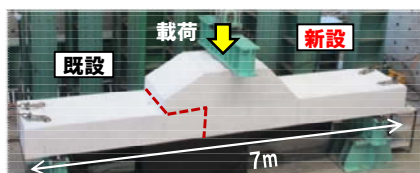


図-3 載荷試験の状況



図-4 破壊状況

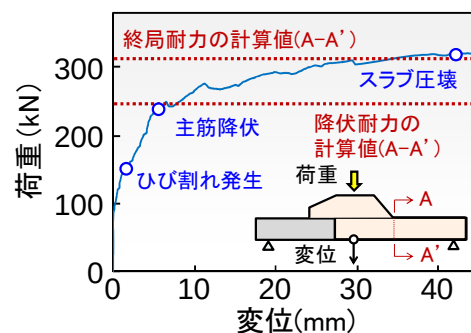


図-5 荷重変位曲線

キーワード：トンネル切拡げ，リニューアル工事，接合構造，載荷試験

連絡先 〒102-0083 東京都千代田区麹町 2-10-13 中央復建コンサルタンツ (株) TEL : 03-3511-2006

4. 補強構造の設計の考え方

図-6 に補強構造の設計の概念図を示す。設計はアンカー部とコーベル部について計算を行い、部材諸元等を算定する。

(1)アンカー部の設計

水平アンカーのせん断耐力により接合部のせん断力 S を全て負担できる鉄筋量を算定する。この場合、水平アンカーは既設部材（既設床版）の中立軸位置に配置する。また、鉛直アンカーの引張耐力により接合部のせん断力 S を全て負担できる鉄筋量を算定する。

(2)コーベル部の設計

コーベル部（既設床版上面にある設計断面位置）には接合部の曲げモーメント $M2$ と鉛直アンカーに作用するせん断力 S による曲げモーメント $M1$ の合力に対して断面照査を行う。

5. 補強構造の試設計

標準的な地下駅モデルである2層2径間の開削トンネル（土被り3.5m、幅17m×高さ12m）を2層3径間に拡幅（全幅25m×高さ12m）する場合の新旧接合構造の試設計を行う（図-7）。

従来の接合構造では水平アンカー D29@250mm×2 段（ $A_s=5,139\text{mm}^2/\text{m}$ あたり）が必要となるのに対し、補強接合構造では水平アンカー D29@250mm×1 段、鉛直アンカー D22@250mm×1 列（ $A_s=2,570\text{mm}^2+1,548\text{mm}^2=4,118\text{mm}^2/\text{m}$ あたり）とでき、アンカー鉄筋量を約22%低減できる（図-8）。さらに、別途の開口補強桁や既設床版等の補強を不要とできるため、更なるコスト削減を図ることができると考える。

6. おわりに

本稿では、開削トンネル拡幅時における既設く体の補強量低減を目的として、既設く体開口部の新たな補強構造を考案し、実物大部材の載荷実験と試設計を行い、その妥当性について検証した。

その結果、今回提案する補強構造では実物大部材の載荷実験により新旧構造の一体性が確認されたとともに、従来の補強構造に対して、既設く体の補強量（アンカー鉄筋量）を約20%低減できることが分かった。さらに、アンカー本数低減による施工性の向上も図れることから、開削トンネル大規模拡幅時の新旧構造接続工法として有用であると考ええる。

今後は、様々なトンネルの状態、部材寸法および改造パターンへの妥当性について検証し、鉄道開削トンネル設計の性能照査型設計法への移行を見据えた設計手法の確立をしていく計画である。

なお、本研究の一部は鉄道総合技術研究所が平成26年度国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて行ったものである。

参考文献 1)牛田貴士, 仲山貴司, 津野究, 福留和人, 粥川幸司: 地下拡幅工事における躯体接続部に関する実験的検討, トンネル工学報告集第22巻, pp.471-474, 2012.11

2)鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル 財団法人鉄道総合技術研究所, 2001.3

3)仲山 貴司, 津野究, 牛田貴士, 焼田真司, 室谷耕輔: 既設開削トンネル側壁の開口に関する構造解析手法の検討, 土木学会論文集, Vol. 71 (2015) No. 1, pp. 29-40, 2015.2

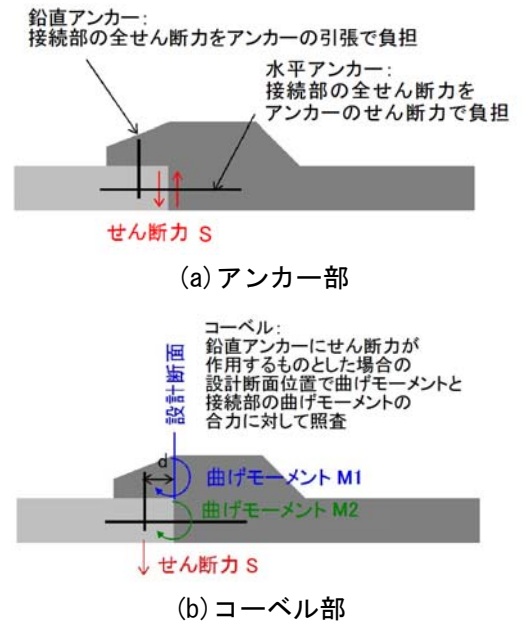


図-6 補強構造の設計の概念図

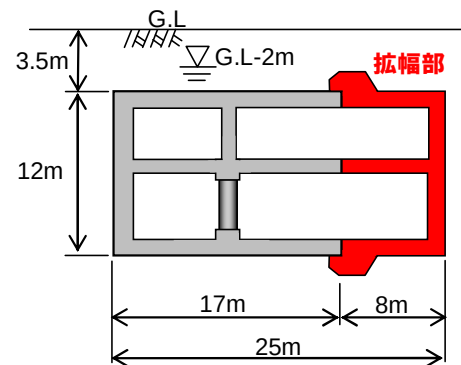


図-7 試計算モデル

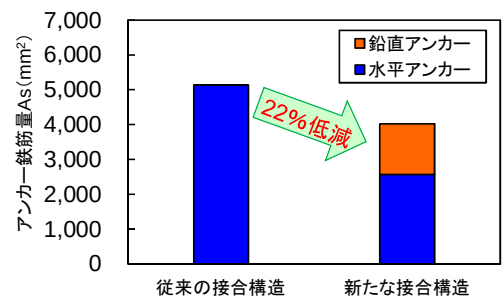


図-8 接合アンカー鉄筋量の比較