

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

地下駅をリニューアルする

都市圏の地下駅では、混雑緩和や機能向上などを目的として、既設トンネルの一部を開口し、新設トンネルと接続する拡幅工事が増加しています。しかし、拡幅規模が大きくなると、既設トンネルに多くの補強が必要になる場合があります。ここでは、地下駅の大規模な拡幅工事を解説するとともに、既設トンネルの補強量を低減した新しい新旧トンネルの接続構造を紹介します。

はじめに

これまで、都市圏の地下駅では、バリアフリー化（エレベーターやエスカレーターの設置）のため、既設トンネルを開口し、新設トンネルと接続する拡幅工事が数多く実施されてきました。さらに、近年では、乗降客数の増加によるホームおよびコンコースの混雑緩和や、コンコース内に店舗を設けるなどを目的として、図1のように、新設トンネルが既設トンネルと同程度の寸法となる大規模な拡幅工事も増加しています。

これまでの規模の大きい拡幅工事が計画または施工された事例として、例

えば、関東圏では、都営大江戸線の汐留連絡線¹⁾や勝どき駅²⁾、東京メトロ銀座線の新橋駅³⁾、浅草駅⁴⁾、東京メトロ東西線の高田馬場駅⁵⁾、東陽町駅⁶⁾など、関西圏では、阪神電鉄本線の三宮駅⁷⁾、春日野道駅⁸⁾、京阪電鉄京阪本線の天満橋駅⁹⁾などがあります。

都営大江戸線の勝どき駅では、図2のように、ホーム上やコンコースなどの混雑緩和を図るため、地下2階部分に新たなホームを1面増設するとともに、分断されているコンコースを一体化するという改良工事がなされています²⁾。一般には、このように1層1径間～2層1径間（☞参照）の新設トン



仲山 貴司
Takashi Nakayama
構造物技術研究部
トンネル研究室
副主任研究員
[専門分野]都市トンネル



焼田 真司
Shinji Yakita
構造物技術研究部
トンネル研究室
室長
[専門分野]都市トンネル



図1 大規模な拡幅工事例（新たな接続構造を用いた場合）

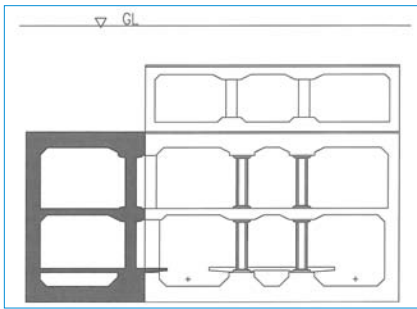


図2 都営大江戸線勝どき駅の例²⁾
出典：トンネルと地下, Vol.42, No.12

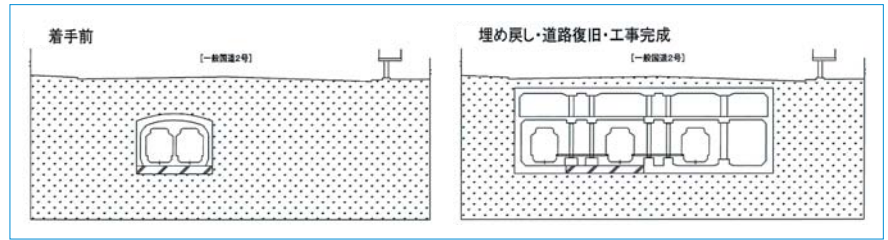


図3 阪神電鉄本線三宮駅の例⁷⁾
出典：トンネルと地下, Vol.41, No.2

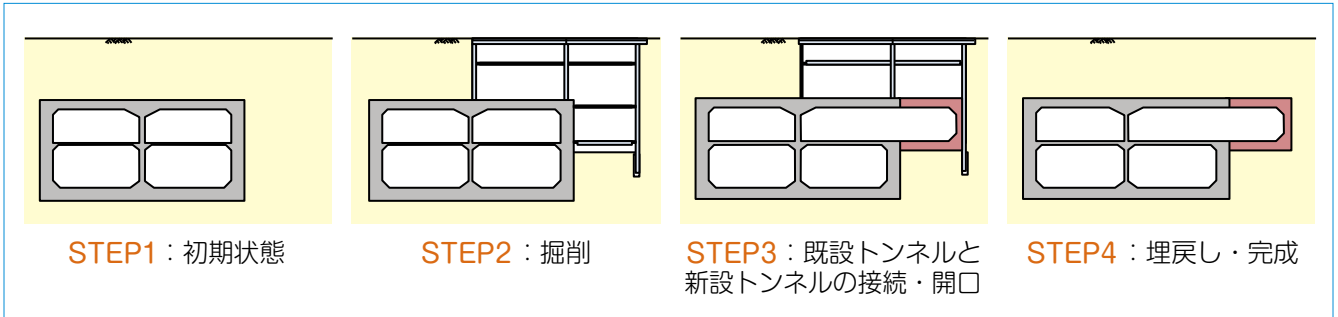


図4 一般的な拡幅工事の施工手順

ルが接続される場合が多くみられますが、既設トンネルをほぼ撤去した事例もあり、阪神電鉄本線の三宮駅では、**図3**のように、列車が運行する下床版のみを残して拡幅が行われています⁸⁾。

このように拡幅の規模が大きくなると、既設トンネルの断面力増加が大きくなり、供用中の既設トンネル側への補強が多く必要となります。この補強工事は既設トンネルを供用しながら行う必要があるため、工期や工事費が増加する一因となる可能性があります。

今後も、このような大規模な拡幅工事は増加していくことが想定されており、より安全かつ経済的な設計、施工

を行うための技術開発が重要と考えられています。

拡幅工事における従来の施工方法

鉄道地下駅は、開削工法(☞参照)により築造されたトンネル(開削トンネル)である場合が多く、拡幅工事においても、**図4**に示すように、新設トンネルの位置まで地表面から掘削を行い、新旧トンネルを接続して、埋め戻しを行う施工方法が多く採用されています。

この際、施工のクリティカルパスとなる新旧トンネルの接続構造には、以下の2つの方法が用いられています。

(1) 重ね継手による接続

既設トンネルの鉄筋をはつり出して、新設トンネルの鉄筋と重ね合わせて接続する方法です。この方法は、新設トンネルと既設トンネルを確実に一体化できるというメリットを有しています。ただし、その反面、一次的にコンコース内に大きな仮囲いが必要となる、既設トンネルの鉄筋のはつり出し作業に騒音を伴うというデメリットも有しています。

(2) アンカー継手による接続

既設トンネルにモルタル系のアンカーを2段に施工して、このアンカーと新設トンネルの鉄筋を重ね合わせて接続する方法です。この方法は、重ね継手のように、施工時の大きな仮囲いや鉄筋のはつり出し作業に関する問題は解消されます。ただし、アンカーの施工に際して、既設トンネルの鉄筋との干渉やひび割れなどの変状を避けた施工が必要となるため、アンカーの設置位置が部材の中心側に寄ることもあ

☞ 1層1径間, 2層1径間

トンネルの構造は、その階層と階の横断方向の間の数を合わせて呼ばれます。2層1径間の場合、地下2階建てで、それぞれの階に1間ある開削トンネルをいいます。

☞ 開削工法

地表面から土留めを施工しながら所定の位置まで掘削を行い、構造物を築造するトンネル工法です。地表面の制約が少なく、比較的土被りが浅いトンネルの建設に用いられています。

ります。

この場合、接続部が回転に対する抵抗力を十分に発揮できず、既設トンネルへの補強が多く必要となる可能性があります。

このように、従来の新旧トンネルの接続構造には、重ね継手とアンカー継手が用いられてきましたが、いずれもメリットとデメリットを有していました。

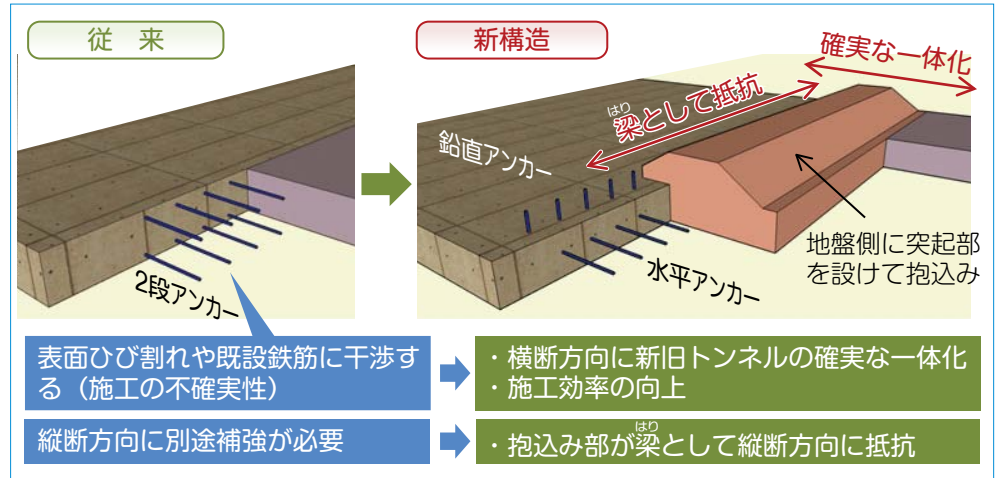


図5 新しい新旧トンネルの接続構造(従来はアンカー継手の場合)

新しい新旧トンネルの接続構造

ここでは、図5の新しい新旧トンネルの接続構造を紹介します。これはアンカーを使用しますが、新旧構造の一体性と縦断方向への抵抗性を、既設トンネルを抱き込む突起部(以下、逆はり)と、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(以下、十字配置のアンカー)で確保するものです。

この新しい新旧トンネルの接続構造のメリットは、アンカーを十字配置とすることで、アンカーが既設鉄筋と干渉し

にくい位置に配置できるため施工効率向上すること、そして、逆はり部により、確実に既設トンネルとの一体化を図ることができ、既設トンネルの補強量の増加を抑止できる点にあります。つまり、従来の重ね継手とアンカー継手の両方のメリットを有するものです。

性能確認試験

この新しい接続構造の性能を確認するため、1層2径間の開削トンネルの

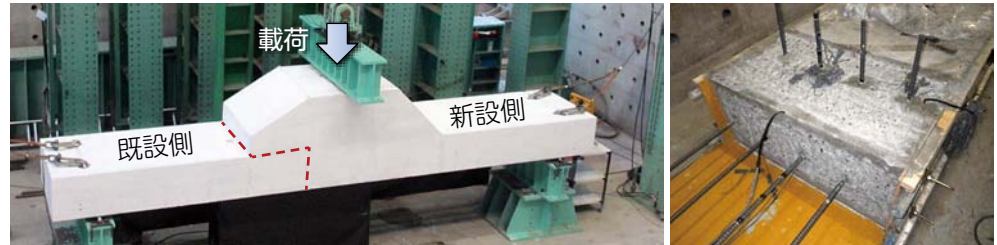


図6 新しい接続構造の荷重実験状況

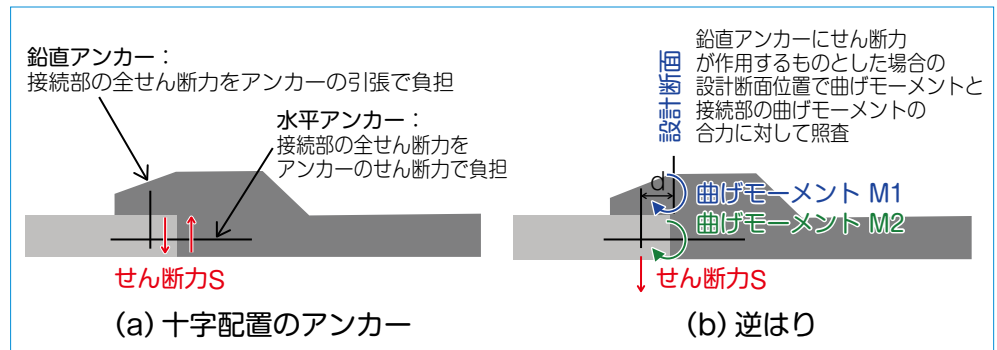


図7 供試体諸元の検討方法

側壁を縦断方向に10m開口部する場合を想定した実物大の供試体を製作し、図6に示すように3点曲げ試験を実施しました。

供試体の作成にあたっては、十字配置のアンカーの本数および逆はりの配筋と断面寸法は、以下のように仮定して、両側の梁部よりも曲げ耐力が高くなるように設定しました。

(1) 十字配置のアンカー(図7(a))

安全側の配置となるように、水平ア

ンカーのせん断耐力と鉛直アンカーの引張耐力のそれぞれが単独でも接続面のせん断力Sを負担すると仮定しました。

(2) 逆はり(図7(b))

既設トンネルの補強が不要となるように、縦断方向の逆はりとしての設計を行うとともに、横断方向に確実な一体化を図るため、接続面の曲げモーメント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

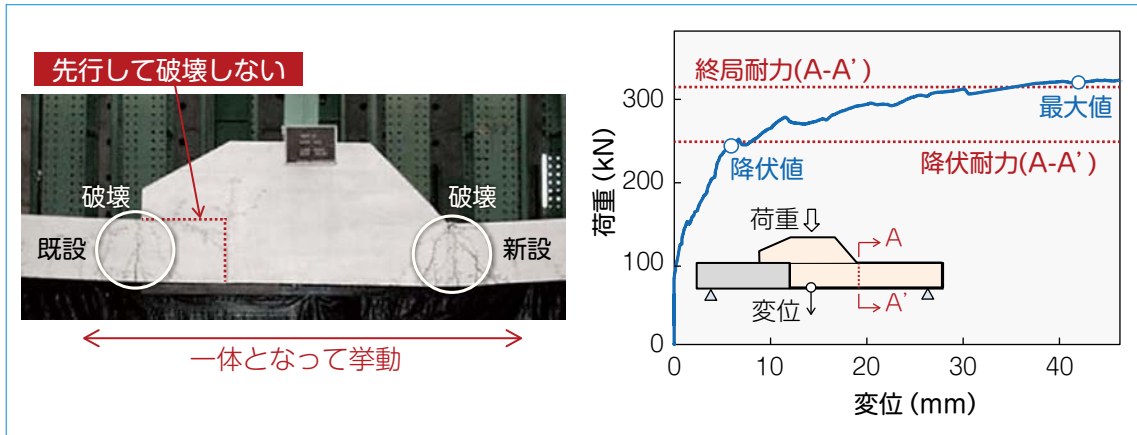


図8 載荷実験の結果

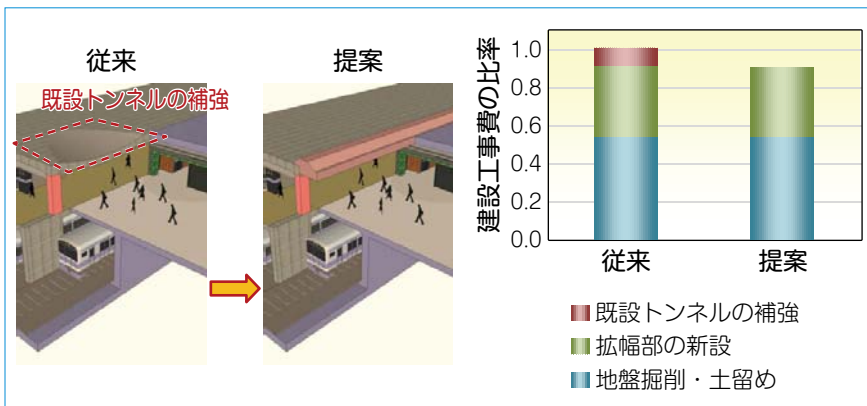


図9 建設工事費の比較

合力を負担するものと仮定して、配筋を決定しました。

供試体の載荷実験の結果を図8に示します。接続部が先行して破壊せず、新設部材と既設部材が一体的に挙動すること、また、一般部よりも高い曲げ耐力を有する結果が得ることができました。

新しい接続構造を用いた場合の建設コスト試算

2層2径間の地下駅の上層階に、開削工法によって1層1径間の新設トンネルを増築する拡幅工事を想定して、従来のアンカー継手と新しい接続構造を採用した場合の施工手順を検討したうえで、工事費を算出しました。

なお、既設トンネルの負担増分が大

きくなる箇所については鋼板接着工法で補強することを想定しました。

この結果、図9に示すように、新しい接続構造を用いた場合には、補強工が不要となり、直接工事費全体で約10%のコスト縮減が期待できることが明らかになりました。

おわりに

地下駅の大規模拡幅のリニューアル技術を紹介しました。今後は、施工効率などの向上を目指して、さらなる新しい接続構造の改良を進めていく予定です。

なお、本研究の一部は平成24～26年度国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて行いました。[RRR]

文献

- 1) 三木克彦, 中村茂之, 平山義貴, 岩本史生: 大江戸線と浅草線を結ぶ - 都営大江戸線汐留連絡線 東新橋区 -, トンネルと地下, Vol.33, No.11, pp.25-35, 2002
- 2) 坂口淳一, 梶山雅史, 石田和彦: ホーム増設とコンコース一体化により地下駅を大規模改良 - 都営大江戸線 勝どき駅 -, トンネルと地下, Vol.42, No.12, pp.45-51, 2011
- 3) 中村繁之, 横山一雄, 蒲地芳征: 銀座線新橋駅の改造工事, トンネルと地下, Vol.12, No.7, pp.29-39, 1981
- 4) 平田幸雄, 佐々木繁: 還暦を迎えた浅草駅の改良工事 - 営団地下鉄 銀座線 -, トンネルと地下, Vol.18, No.11, pp.42-47, 1987
- 5) 平田幸雄, 福田茂: 混雑する営業駅の改良工事計画 - 営団東西線高田馬場駅 -, トンネルと地下, Vol.20, No.2, pp.45-48, 1989
- 6) 中島宗博, 古館健一: 混雑緩和のための地下駅大規模改良 - 営団地下鉄東西線 東陽町駅 -, トンネルと地下, Vol.34, No.4, pp.37-43, 2003
- 7) 八島敦, 宮武一都, 増見雅臣: 線路切替を伴う地下駅大規模改良工事 - 阪神電鉄本線 三宮駅 -, トンネルと地下, Vol.41, No.2, pp.15-21, 2010
- 8) 松井順一, 大橋由武, 北嶋武彦, 名越聖子, 梶原邦夫, 三木浩司: 既設地下駅の大規模改良 阪神春日野道駅改良工事, 土木施工, Vol.47, No.2, pp.84-90, 2006
- 9) 谷口智之, 南裕一: 営業中の複線躯体を抱え込んだボックストンネル - 中之島新線建設工事 京阪本線天満橋駅 -, トンネルと地下, Vol.37, No.6, pp.39-44, 2006