

既設トンネル内への FRPM 管敷設工法について

大成建設株式会社 正会員 足達 康軌
大成建設株式会社 正会員 ○丸山 修

1. はじめに

本工事は、兵庫県赤穂市の国道 250 号に埋設されているガス本管から周辺の工場へガスを供給するガス事業の一環として、分岐したガス管の支保工となる FRPM 管（強化プラスチック複合管）を既設の坂越隧道（トンネル）内に敷設する工事である。この坂越隧道は、延長 760m の一定勾配ではない小断面水路トンネルで、掘削断面形状も凹凸があり一定ではない。本論文では、FRPM 管敷設に際して開発した施工技術について報告する。

2. 工事概要

当初、国道 250 号に埋設されているガス本管から $\phi 150\text{mm}$ の導管を分岐させ、海岸沿いに位置する工場へガスを供給する計画があった。しかし、国道 250 号と工場の間には山々が連なり、それらを越えてガス管を敷設することが困難であったため、配管ルートの調査・検討を行った。その結果、内陸側の千種川から海岸側の工場へ河川水を供給するために使われていた水路トンネル『坂越隧道』が国道 250 号と工場の間にあり、配管を敷設するルートとして使用可能であることが分かった。この坂越隧道は、昭和初期に施工された延長 760m の小断面トンネルで、底板部はコ型のインバートコンクリートとなっており、アーチ部は延長の 8 割程度は地山が露出したままである。また、縦断勾配が一定ではなく、断面も幅 1.3～2.7m、高さ 1.3～2.3m と一定ではなく掘削面も不均一で凹凸がある。本工事は、このトンネル内に敷設するガス管へトンネルからの荷重を作用させないために、坑内全線に渡り支保工として FRPM 管 $\phi 800\text{mm}$ を 0.4% 勾配で敷設し、トンネル—FRPM 管間をエアモルタルにて中詰め後、ガス管を FRPM 管内に配管し、最後に FRPM 管—ガス管間を CB 材で中詰めする工事である（図 1）。

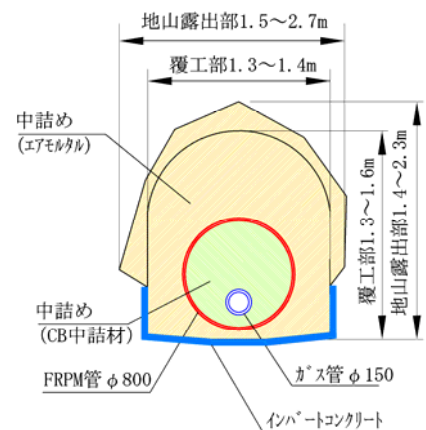


図1 断面図

3. FRPM 管敷設の問題点

FRPM 管は、軽量・高強度・耐食性に優れており、使用した管の仕様は内径が $\phi 800\text{mm}$ 、単位長 4m/本、重量 230kg/本である。FRPM 管の坑内への敷設手順は、①坑外にて運搬台車へ管の積み込み、②坑内運搬、③管の接続・荷下ろし、④管の固定、を繰り返し行う。この手順の中で特に『②坑内運搬』『③管の接続・荷下ろし』について現場状況や工程、施工性、経済性、安全性等を考慮し施工方法を検討した。

まず、坑内運搬の方法として、バッテリーカーと台車をレール上に走行させる軌条方式と、坑内底板上をタイヤで走行させるタイヤ方式が挙げられる。軌条方式は、一度レールを設置すれば、坑内内壁に接触することなく安全かつ速く運搬することができるが、坑内全線に渡りレールを設置し、かつ進捗に合わせ撤去しなければならず、仮設備費が高い。一方、タイヤ方式は、レールを設置・撤去する必要がなく仮設備費は安価であるが、本工事のようにトンネル断面が小断面でかつ一定ではない場合、バッテリーカー等が坑内内壁に接触しないようにハンドル操作をする必要があるため、運搬速度は軌条式に比べ大幅に遅くなり、常に坑内内壁への接触するリスクも高い。また、坑内への管運搬時は、台車をバッテリーカーで後押しするため、台車の方向が定まらず、バッテリーカーの運転手とは別に、台車を方向操作する運転手が必要である。以上より、両方式とも一長一短がある。

また、図2に示す専用の運搬台車『かご型台車』を使用した『パイプ・イン・パイプ工法』は、かご型台車を管内に挿入させて坑内を運搬し、管の接続時は、かご型台車の前輪をジャッキアップさせ既設管内に乗り上げ、そのまま新設管を押し込み接続する工法である。本工事の場合、勾配が一定ではない底板上に FRPM 管を 0.4% の一定勾

キーワード パイプ・イン・パイプ工法, FRPM 管（強化プラスチック複合管）敷設, トンネル閉塞

連絡先 〒542-0081 大阪市中央区南船場 1-14-10 大成建設株式会社 関西支店 TEL 06-6265-4604

配で敷設するため、底板と FRPM 管底部の高低差が最大約 40 cm となる。かご型台車の使用可能な許容高低差 15cm を大きく超えるため、本工法の適用は不可能と判断した。

4. 新技術について

本工事のため、従来の施工技術に代わり、人が立って作業が出来ない小断面内において、底盤と管底部の高低差 40 cm に対応し、かつ FRPM 管を安全かつ効率的に運搬、接続、荷下ろしができる新しい施工技術を開発した。

運搬方式は、軌条方式とタイヤ方式の長所を生かしたガイドローラー併用型タイヤ方式を考案した(写真1)。この方式は、タイヤ式のバッテリーカーと台車の両側面にガイドとなるローラーを取付け、このローラーを坑内底盤部に打設されているコ型のインバートコンクリートの側面に接触させながらバッテリーカーと台車を走行させる。これにより軌条を設置・撤去する必要がなくなり、かつ運転手がハンドルによる左右の操作をせず、常にバッテリーカーと台車を同じ経路で走行させることができた。その結果、坑内内壁への接触リスクが大幅に減少し、通常のタイヤ工法に比べ運搬速度を約 2 倍(約 60m/min)にすることができた。また、坑内への管運搬時に台車をバッテリーカーで後押ししても、ガイドローラーがあるため台車の舵を取る必要がなくなり、台車の舵とり操作を行う運転手が不要となった。

次に、底板と FRPM 管底部の高低差 40 cm に対応するため、運搬用平台車の上面にローラーコンベアを設置した。運搬時は管をローラーコンベア上に固定し(写真2)、接続時は管を既設管方向に台車からローラーコンベア上を滑らして押し出し、ローラーコンベアの端部を支点にして高さ・位置を調整しながら接続する(図3、写真3)。接続完了後、台車を後退させながら、ローラーコンベア上を滑らし、管をおろす。通常のかご型台車で管接続と荷下ろしでは、狭い中でジャッキ操作を複数回行って調整する必要があるが、その分手間と時間がかかるが、この方法では、人力で高さや位置を容易に調整することができるため、短時間でかつ安全に高低差 0~40 cm まですべて対応することができた。

5. おわりに

FRPM 管をトンネル内へ敷設するにあたり、断面が一定ではない小断面トンネル内で、底板と管底部の高低差が 0~40 cm に対応した施工方法として、工程、施工性、経済性、安全性を考慮した手法として確立できたと考える。この新しい技術が、小断面における管敷設工事の一助となれば幸いである。

最後に、技術を開発するに当たり、多大な支援を頂いた、大阪ガス(株)導管事業部兵庫導管部の方々に深く感謝の意を表します。

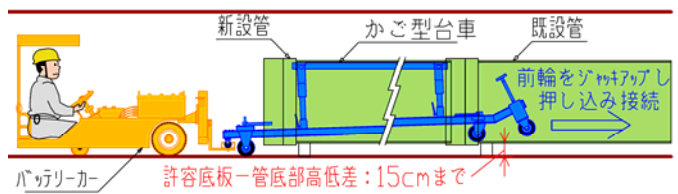


図2 パイプ・イン・パイプ工法

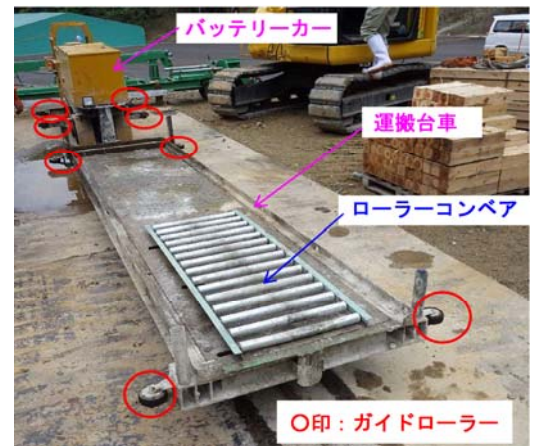


写真1 ガイドローラー併用型タイヤ工法



写真2 FRPM 管坑内運搬状況

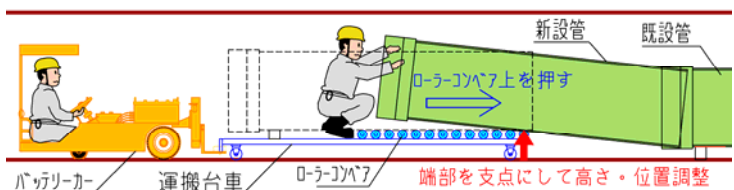


図3 ローラーコンベア工法



写真3 FRPM 管坑内接続状況