

## 2

## 開削トンネル構築における躯体から突出した仮設鋼材の切断工法の開発

中村 征史\*<sup>1</sup>・千々岩 三夫\*<sup>2</sup>・鈴木 唯夫\*<sup>1</sup>

## 概 要

路面覆工をともなって、開削トンネルや立坑を構築する際に、中間杭と呼ばれる仮設の鋼材（H型鋼）などを設置することがある。中間杭は躯体構築が完了するまで撤去できないため、床面や天井面の躯体コンクリートに巻き込まれる部分が生じる。中間杭の撤去方法はコンクリートに熱の影響を与えない離隔をとり、アセチレンガスによる切断が一般的である。切断部は、床面の場合は道路舗装や軌道などで隠れることがほとんどで後処理は不要であるが、天井面の場合はそのままの状態が残る。そのため、美観を損ねないようにガス切断後にグラインダーによる研削を行うが、離隔を取っているため研削量が多く作業に労力と時間を要している。当社は東日本旅客鉄道株式会社からの要請を受け、天井面から5mm程度の位置で切断を行い、美観に優れ後処理が不要な切断方法の共同開発を行った。

キーワード：開削工法，中間杭，美観向上

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CUTTING TEMPORARY STEEL MEMBERS  
PROTRUDING FROM THE MAIN STRUCTURE IN CUT-AND-COVER TUNNELING

Seishi NAKAMURA\*<sup>1</sup> Mitsuo CHIDIWA\*<sup>2</sup> Tadao SUZUKI\*<sup>1</sup>

## Abstract

When constructing a cut-and-cover tunnel or shaft, with road decking, temporary steel members (wide flange beams) called intermediate piles are placed in some cases. Since the intermediate piles cannot be removed before the main structure has been completed, they are partially buried in the structural concrete of floor or ceiling. Acetylene gas cutting is an ordinary practice for removing the intermediate piles. The cutting device must be kept a certain distance from the concrete surface to prevent heat from adversely affecting the concrete. The cut portions of intermediate piles in the floor are usually concealed by road pavement or railway track, so no further treatment is necessary. In contrast, the cut portions in the ceiling remain unconcealed. They are therefore finished with a grinder after gas cutting to improve the appearance. This work requires much manpower and time, since there is considerable grinding volume because of the distance requirement mentioned above. At The East Japan Railway Company their request, we here at Tekken Corporation jointly developed a cutting technique that provides attractive finishing without further treatment. This technique cuts the temporary pile at about 5 mm from the ceiling surface.

Keywords: Cut-and-cover tunneling, intermediate pile, improvement of appearance

\*1 Construction Technology Group, Engineering Technology Center, Engineering Division

\*2 Manager, Construction Technology Group, Engineering Technology Center, Engineering Division

## 開削トンネル構築における躯体から突出した仮設鋼材の切断工法の開発

中村 征史\*<sup>1</sup>・千々岩 三夫\*<sup>2</sup>・鈴木 唯夫\*<sup>1</sup>

## 1. はじめに

大規模な開削トンネルや立坑を、路面覆工をともなって構築する際に、中間杭と呼ばれる仮設の鋼材（H型鋼など）を設置することがある。中間杭は躯体構築が完了するまで撤去できないため、床面や天井面の躯体コンクリートに巻き込まれる部分が生じる。躯体構築完了後の中間杭の撤去方法はコンクリートに熱の影響を与えない離隔をとり、アセチレンガスによる切断が一般的である。切断部は、床面の場合は道路舗装や軌道などで隠れることがほとんどで後処理は不要であるが、天井面の場合はそのままの状態が残るため、以前は箱抜きでくぼみをつくり、ガス切断後に無収縮モルタルなどを充てんして対処していた。しかし、最近では剥落の問題があることから、箱抜きをせずに切断後の鋼材に防錆塗装をして施工を終えるようになっている。この場合、美観を損ねないようにガス切断後にグラインダーによる研削を行うが、離隔を取っているため研削量が多く作業に労力と時間を要している。

東日本旅客鉄道株式会社では、この作業の効率化を現場第一線のテーマとして取り上げた。当社では東日本旅客鉄道株式会社の要請を受け、従来工法よりも施工性がよく、低コストな中間杭切断工法を共同開発した。

## 2. 工法選定

低コストで中間杭を切断するために種々の工法を以下の点について比較検討を行った。

- ・コスト
- ・施工性

- ・コンクリート面からの鋼材の突出長
- ・切断面の状態

検討の結果、砥石による切断が優位であるとの結論に達した（表－1参照）。

表－1 工法選定比較表

工法	アセチレンガス	プラズマカッター	ウォータージェットカッター
コスト	低 (○)	高 (×)	高 (×)
施工性	仕上要 (×)	仕上不要 (○)	仕上不要 (○)
突出長	30mm (×)	2 mm (○)	25mm (×)
切断面	粗 (×)	平滑 (○)	平滑 (○)
その他	従来工法 (△)	プログラム開発要 (×)	大規模設備要 (×)
評価	—	×	×
工法	ガソリン切断機	切断砥石	セグメントソー
コスト	低 (○)	中 (△)	高 (×)
施工性	仕上要 (×)	仕上不要 (○)	仕上不要 (○)
突出長	10mm (△)	5 mm (○)	1 mm (○)
切断面	粗 (×)	平滑 (○)	平滑 (○)
その他	仕上作業要 (△)	設備が簡易 (○)	潤滑油飛散 (×)
評価	×	○	×

## 3. 開発内容

砥石による切断はモーターに砥石を取り付け、高速回転させることによって行う。砥石の表面には写真－1に示すように、回転軸部の固定金具分の突起が30mm程度あるため、この部分を写真－2に示すように改造して、砥石表面からの突起物をなくし、砥石による切断位置をコンクリート面に接近させるようにした。

\*1 エンジニアリング本部 技術センター 施工技術グループ

\*2 エンジニアリング本部 技術センター 施工技術グループ グループリーダー

また、コンクリート面に近接した位置で平行に段差なく切断できるように切断装置を取り付ける把持装置の開発も行った。



写真-1 砥石固定金具改良前

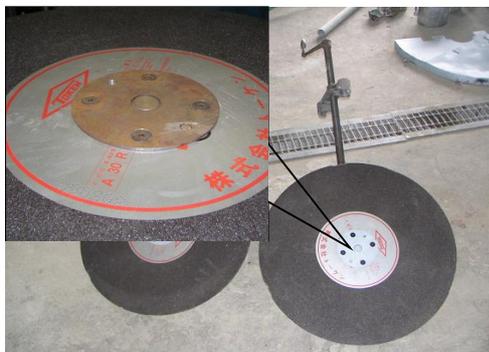


写真-2 砥石固定金具改良後

#### 4. 1回目性能確認試験

今回開発した砥石による切断装置の性能を確認するために以下の条件で鋼材の切断試験を実施した。イメージ図を図-1に示す。

- ・切断する鋼材はH400×400×13×21
- ・切断装置は相対する2面に取り付ける
- ・切断は2台の切断装置で半分ずつ行う

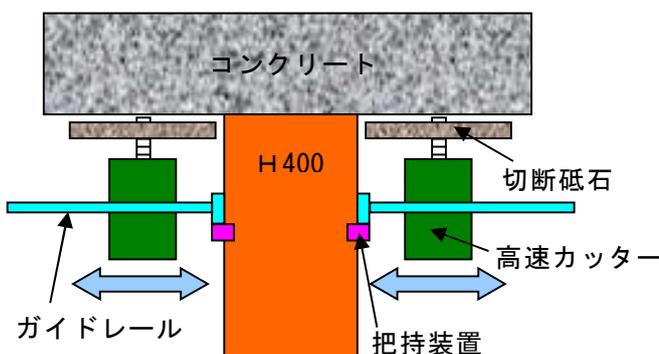


図-1 鋼材切断イメージ図

性能確認試験の確認項目を表-2に示す。

性能確認試験状況を写真-3に示す。

1回目性能確認試験の結果を表-3に、切断面の写真を写真-4に示す。

表-2 確認項目

確認項目	目標
コンクリート面からの鋼材の突出量	10mm 以内
切断所要時間	30 分以内 (装置の設置撤去込み)
H形鋼切断面の状態	美観上問題なし
コンクリート面の状態	損傷なし
コンクリート温度	鋼材切断時に有害な温度上昇無し
その他	コンクリート面の傾斜に対応



写真-3 1回目性能確認試験実施

表-3 1回目性能確認試験結果

確認項目	結果	評価
コンクリート面からの鋼材の突出量	4 ~ 9 mm	○
切断所要時間	設置 25 分 切断 15 分 撤去 10 分	×
H形鋼切断面の状態	段差 1 箇所 (4 mm)	×
コンクリート面の状態	損傷あり	×
コンクリート温度	最高 98.0℃	○
その他	傾斜対応時の調整に時間がかかる	×

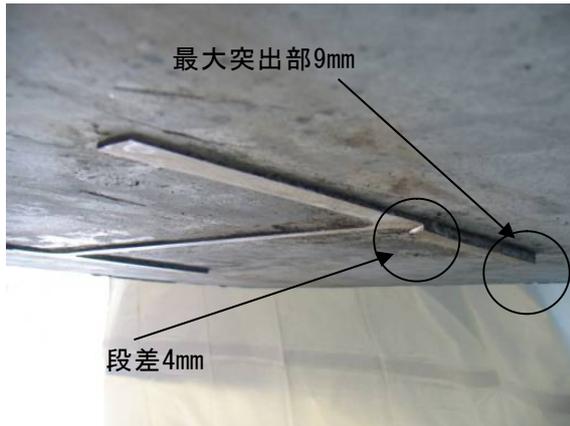


写真-4 1回目試験結果切断面

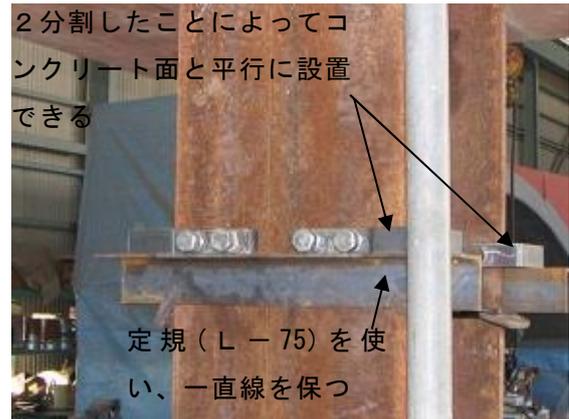


写真-6 改良後の把持装置

### 5. 改善項目

1回目性能確認試験の結果、鋼材の突出長が不均一で段差が生じた上に、コンクリート面を損傷させた。これは切断装置を設置後に砥石の位置を微調整させたことに起因しており、装置の設置時間が延びることにもなった。さらに把持装置が鋼材と直角に設置されるようになっていたため、砥石も鋼材と直角になり、コンクリート面と鋼材が直角でない砥石とコンクリート面が平行にならないことが判明した。以上の結果を踏まえて、把持装置を改良することとした。把持装置の改良前後の写真を写真-5、6に示す。また、新しい把持装置は、コンクリート面に傾斜がある場合にも微調整無しに対応可能となった。傾斜への対応状況写真を写真-7、8に示す。



写真-7 傾斜への対応状況1



写真-8 傾斜への対応状況2



写真-5 改良前の把持装置

そのほかの改善項目として、コンクリート温度が100℃程度まで上昇したため、砥石への散水位置を変更した。散水位置改良図を図-2に示す。当初の散水位置は、水が鋼材と反対方向に飛ぶようになっていたので、散水位置を180°変えて水が鋼材に直接当たるようにした。

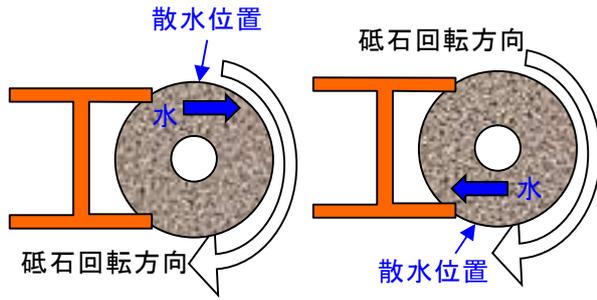


図-2 散水位置改良イメージ図

### 6. 2回目性能確認試験

1回目性能確認試験と同様の条件と確認項目で2回目性能確認試験を実施した。

性能確認試験状況を写真-9に、2回目性能確認試験の結果を表-4に、切断面の写真を写真-10に示す。



写真-9 2回目性能確認試験実施

表-4 2回目性能確認試験結果

確認項目	結果	評価
コンクリート面からの鋼材の突出量	4～6mm	○
切断所要時間	設置 8.5分 切断 20分 撤去 3.5分	△
H形鋼切断面の状態	段差2箇所 (1～2mm)	○
コンクリート面の状態	損傷あり	△
コンクリート温度	最高 30.7℃	○
その他	傾斜に対応可能	○



写真-10 2回目試験結果切断面

### 7. 試験結果考察

2回目性能確認試験では本工法の性能を確認することができた。

切断所要時間は合わせて32分を要しているが、切断作業者が作業に慣れれば切断は13～15分程度で行うことが可能なので目標である30分以内は十分に達成可能である。

H形鋼切断面の状態で段差は1～2mmに減少した。本来、段差が生じないことが理想であるが、美観を損ねない程度の1～2mm段差は問題ではないとの見解から目標を達成したと判断した。なお、写真-11に示すように作業者の熟練により段差は1mm程度以下に抑えられることが確認できた。

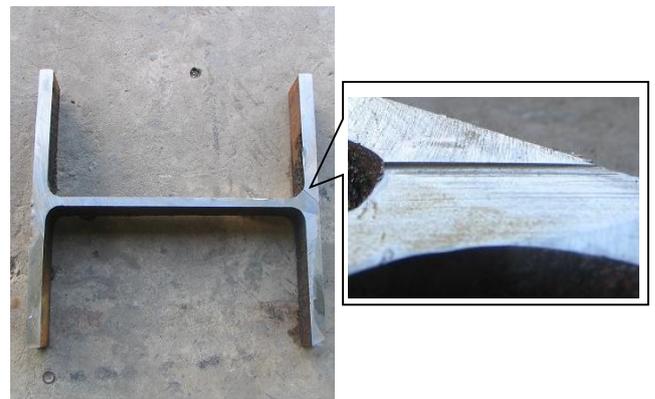


写真-11 段差1mm以下の切断面

コンクリート面に損傷が1ヶ所あったが、これは、鋼材を巻き込んだコンクリートの試験体を作成する際にコンクリート面を左官仕上げしたときに生じた不陸が原因である。通常の躯体コンクリート工事では、天井面は左官仕上げではなく、型枠で仕上げられるため、傾斜は生じても局所的な不陸は生じにくい。したがって、今回のような損傷は生じ難いと考える。

傾斜への対応は性能確認試験では天井面がほぼ水平であり確認できなかったため、それとは別に鋼材の斜め切断を実施した。その結果、写真-12～14に示すように天井面に傾斜があってもH型鋼切断面に大きな段差を生じることなく切断が可能であることが確認できた。



写真-12 フランジ方向 20%勾配切断面

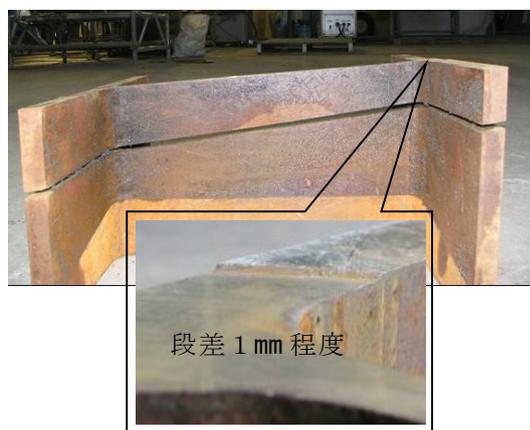


写真-13 ウェブ方向 5%勾配切断面



写真-14 フランジ方向 5%  
ウェブ方向 2%勾配切断面

## 8. まとめ

砥石による仮設鋼材切断工法の性能確認試験を行った結果、以下の知見を得た。

- 1) 砥石による切断は可能であり、砥石の固定金具を改良し躯体コンクリート面から5mm程度の位置で切断ができる。
- 2) 把持装置は躯体コンクリート面の傾斜に微調整無しで対応可能である。
- 3) 砥石は躯体コンクリート面と平行に設置されるので、砥石と躯体コンクリートが接触して損傷する恐れがない。
- 4) 切断時は散水することによってコンクリートに高熱に伴う劣化などの悪影響を与えない。
- 5) 1ヶ所の切断は切断装置の設置撤去を含めて30分程度である。
- 6) 切断後の仮設鋼材面は平滑で美観に優れ、防錆処理以外の作業は不要である。
- 7) 本工法で使用する資機材は、すべて手運搬が可能（最大500N程度）であり、狭隘な場所での施工にも対応できる。

以上のように、従来工法と比較して本工法の有効性を確認することができた。

今後は現場施工を通じて砥石の使用量や1日あたりの施工量などのデータを収集して使える技術としての確立を図る。