

3

受けプレート構造によるREDEEM工法の施工効率向上

伊藤 康裕^{*1} ・ 齋藤 雅春^{*2} ・ 松岡 茂^{*3}
 千々岩 三夫^{*4} ・ 山村 康夫^{*1} ・ 鈴木 唯夫^{*1}

概 要

コンクリート構造物の経年劣化に伴う老朽化に対して、場所打ちにより効率的かつ効果的に補修・補強する REDEEM 工法を開発した。本工法は、リディームボードを直止めする構造としていたが、作業性が悪く、取付手間を要した。これに対して、受けプレート構造を新たに開発し、施工効率の向上、施工コストの低減を図った。

ここで、従来の取付方法と比較するため、特に実績の多いトンネルの内巻き補強を例にとり、実物大の施工確認試験を実施した。本稿は、その検証結果について報告するものである。
 キーワード：REDEEM 工法、内巻き補強、直止め構造、受けプレート構造

WORK EFFICIENCY OF REDEEM METHOD IMPROVED
 BY A RECEIVING PLATE MECHANISM

Yasuhiro ITO^{*1} Masaharu SAITO^{*2} Shigeru MATSUOKA^{*3}
 Mitsuo CHIDIWA^{*4} Yasuo YAMAMURA^{*1} Tadao SUZUKI^{*1}

Abstract

Aging of concrete structures is now a critical issue. In this context, the REDEEM method was developed, which efficiently and effectively repairs and reinforces aged concrete structures on site. Previously REDEEM boards were directly fixed, but the work was not easy, requiring a considerable time for fixing. As a solution for this drawback, a receiving plate mechanism was newly developed, aimed at improved work efficiency and reduced labor cost.

In order to compare this new mechanism with the previous fixing method, we conducted full-scale validation tests on the application to tunnel secondary linings, since many relevant work records can be referred to. This paper reports the validation test results.

Keywords: REDEEM method, reinforcement of secondary lining, direct fixing mechanism, receiving plate mechanism

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

*2 Deputy General Manager, Engineering Technology Center, Engineering Division

*3 Manager, Material / Structure Group, Engineering Technology Center, Engineering Division

*4 Manager, Construction Technology Group, Engineering Technology Center, Engineering Division

受けプレート構造によるREDEEM工法の施工効率向上

伊藤 康裕*1 ・ 齋藤 雅春*2 ・ 松岡 茂*3
 千々岩 三夫*4 ・ 山村 康夫*1 ・ 鈴木 唯夫*1

1. はじめに

近年，コンクリート構造物は，経年に伴う劣化，侵食，疲労などにより，その機能，性能，美観が失われつつある。この中でも，特に，トンネルは現状の機能維持と今後の耐久性を確保するための補強対策を必要としている。しかし，運用中のトンネルでは車，列車，人などの交通機能を保持する必要があることから大掛かりな工事は困難であった。そこで，トンネルを供用しながら効率的かつ効果的に補強できるREDEEM工法を開発した。

2. 工法概要

REDEEM工法は補強するコンクリート構造物の表面にPVA（ポリビニールアルコール）繊維で形成したリディームマット（繊維補強材）を取り付け，次にその表面にPVA繊維で補強したセメント系材料であるリディームボードを押しつけ，埋込み型枠としてアンカーで固定する。この状態で，リディームボードに設置した注入口から，既設コンクリート覆工とリディームボードに挟まれた，リディームマットの部分にモルタルを注入する。注入されたモルタルは，リディームマットの間隙に浸透し，そのまま硬化して，じん性に優れたセメント系繊維補強材，ダクティリティモルタルの補強層を形成する。

本工法は，優れた引張破壊特性と圧縮強度を備えたダクティリティモルタルによって，薄

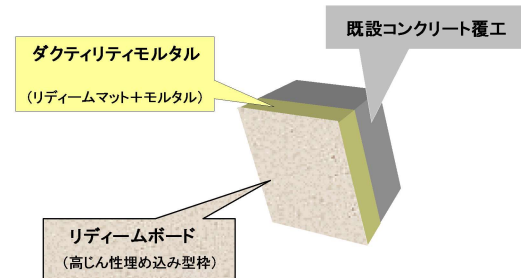


図-1 補強イメージ図

肉で耐力を備えた強固な自立した補修・補強層を形成するものである。

また，以下に示すような特長を有する。

- ・ 曲げ耐力に優れる。
- ・ 脆性的な破壊をしない。
- ・ 現場打ちで施工対象の寸法・形状に対応する。
- ・ 下地面の段差や不陸，軽度の断面欠損に追従が容易である。
- ・ 材料が軽量でハンドリング・施工性が良い。
- ・ セメント系材料なので耐火性能に優れる。
- ・ 埋込型枠は施工効率がよく，美観に優れる。

3. 取付構造の改善

本工法はリディームボードを埋込型枠として用い，従来は既設覆工面にリディームボードを直止めする構造であったが，アンカー打設位置の精度が要求される，リディームボード取り付け時の位置合わせに時間を要す，ボードの突合せ目地部からグラウト材が漏出するなどの問題が生じてきた。

*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 副所長

*3 エンジニアリング本部 技術センター 材料・構造グループ・リーダー

*4 エンジニアリング本部 技術センター 施工技術グループ・リーダー

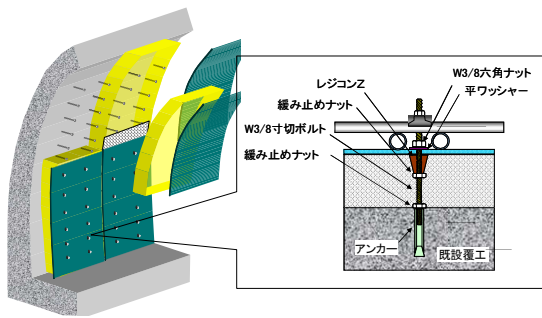


図-2 直止め構造

3. 1 直止め構造

従来の直止め構造は、図-2に示すような構造であった。

組立手順は、リディームボード1枚当たり（910 mm×1,820 mm×5.5 mm）8本のアンカーを取付位置に合わせて打設し、リディームマットをアンカーにネジ止めした寸切ボルトに、突き刺すように仮固定した上から、リディームボードに予め設けた取付穴を寸切ボルトに合わせながらはめ込み固定する。

このように、リディームボード全面にわたりアンカーで直接固定する構造で、前述するような問題が生じていた。

3. 2 受けプレート構造

直止め構造を改善した受けプレート構造は、あらかじめ一定間隔にベースプレート、受けプレートによる骨構造の支保を建て込み、これにリディームボードを貼り付ける構造である（図-3参照）。

4. 作業手順

以下、具体的な作業手順を図-4に示すフローに従い説明する。

まず、既設覆工面に一定間隔でナット付きベースプレートをアンカーで取り付ける。次にナット部分に寸切ボルトを立ち上げる（写真-1参照）。

引き続き、リディームボードを15 cm幅の短冊状に切り出し、穴あけ加工した受けプレート

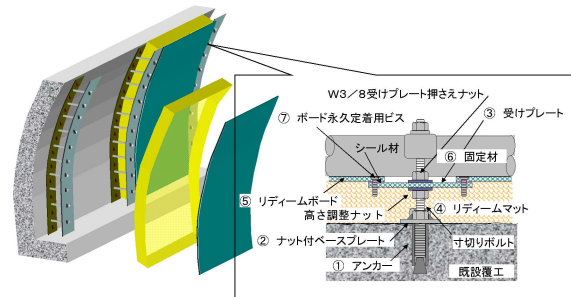


図-3 受けプレート構造

を、この寸切ボルトにナットを用いて設計補強厚の位置に固定する（写真-2参照）。

次に、隣り合う受けプレート間にリディームマットを挟み込むようにして取り付ける。さらにその上からリディームボードを受けプレート部に仮止めしながら取り付ける（写真-3参照）。

続いて、寸切ボルトに三型座金、単管パイプを取り付け、全体を固定する。リディームボードは受けプレートにビス止めする。

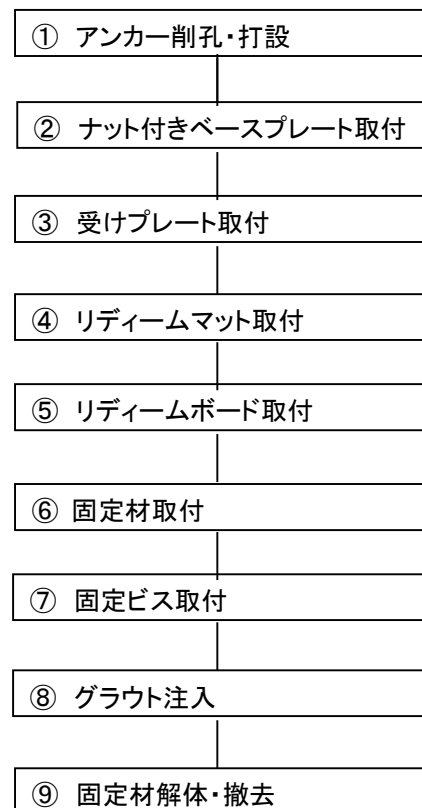


図-4 作業手順



写真-1 ナット付きベースプレート取付



写真-2 受けプレート取付



写真-3 リディームマット・ボード取付



写真-4 固定材取付

このビスは、受けプレート背面に貫通させ、グラウト硬化後、ダクティリティモルタルとリディームボードを一体化する。

グラウト充填は脚部から天端方向に打ち上げ注入を原則としている。グラウトが硬化したら固定材を解体、撤去して補強層が完成する。

5. 構造比較

今回、開発した受けプレート構造を従来の直止め構造と工種別に比較してその特徴を検証する。比較一覧を表-1に示す。

(1) 墨だしの手間

アンカー打設に先立ち実施する墨だし作業は、従来の直止め構造では、1本1本について全てアンカー位置を墨だししなければならなかった。受けプレート構造ではベースプレートが取り付け位置のみを全周にわたり野書けば良く、作業が簡略化された。

(2) アンカー打設精度

表-1 構造形式の比較

構造形式	受けプレート方式	直止め方式
墨だしの手間	ベースプレート取付位置	全てのアンカー位置
アンカー打設精度	ベースプレートが取付ば良い	個々、全てに精度を要する
マットの取付	受けプレート部に挟み込むのみ	取付時、寸切ボルトに突き刺して取り付け、仮止めが必要
ボード取付	受けプレートに押し付け、ビス止めするだけで、重ね代の範囲で位置調整が可能	ボードの取り付け穴を寸切ボルトに差込、ナット止めするため、位置調整が困難
高さ調整	受けプレート取付時にナットで調整	レジコンZにより予じめ調整、再調整は不可

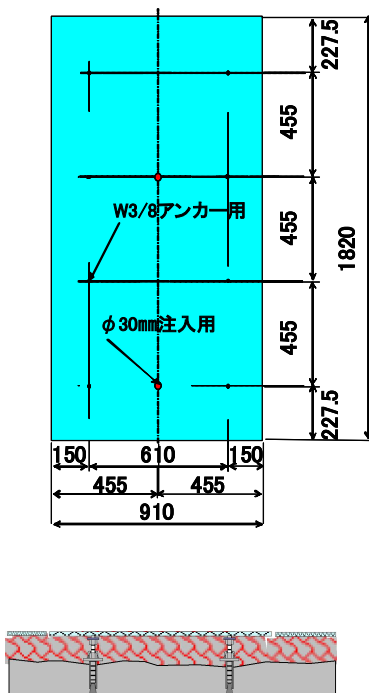
アンカー打設については、直止め構造では取付構造上、アンカー位置はリディームボードの取付穴位置と全て一致する打設精度が要求され

た。受けプレート構造ではベースプレートが所定の位置に取り付けばよく、特にアンカーの精度は要求されない。

これまで、アンカーが打設できないような部分的に脆弱な箇所は、従来の取り付け構造の場合、その位置をずらすと同時に、リディームボードの穴加工位置も同様に開け直していたため、作業が煩雑であった。これに対して、受けプレート構造では、補助部材などの利用によりベースプレートを間接的に固定することが可能で煩雑な作業を伴わない利点を有している。

(3) リディームマット取付

直止め構造では、リディームマットを取り付けるにあたり、部分的に切り裂いて、寸切ボルトに突き刺すような形で取り付けており、作業性が悪かった。これに対して、受けプレート構造では、ベースプレートと受けプレートの間の空間にリディームマットの端部を挟みこむようにして取付けるため、リディームマットを損傷することなく、作業の効率化が図れ、施工時間の短縮につながっている（図－5、6参照）。



図－5 直止め構造

(4) リディームボード取付

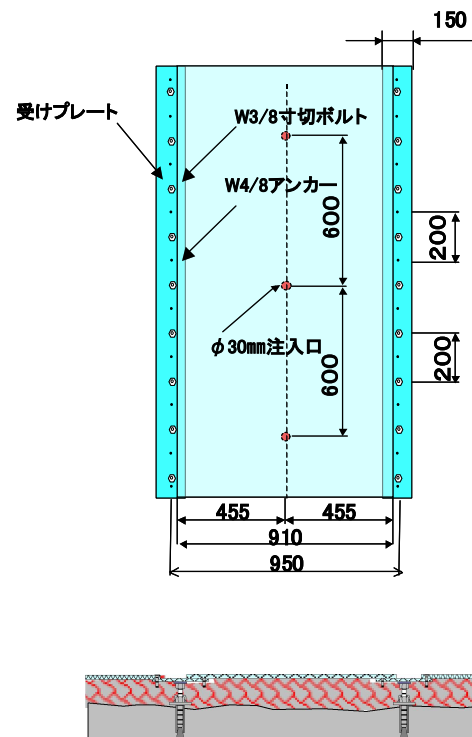
直止め構造では、リディームボードの全面にわたり取付穴が設けられており、これら全ての取付穴（1枚当たり8ヶ所）の位置合わせができないとリディームボードの取り付けができないため、作業に時間と手間を要した（図－5参照）。

受けプレート構造では、受けプレートの重ね代の範囲で位置合わせの余裕があるため、短時間で位置合わせができ作業効率が上がった（図－6参照）。

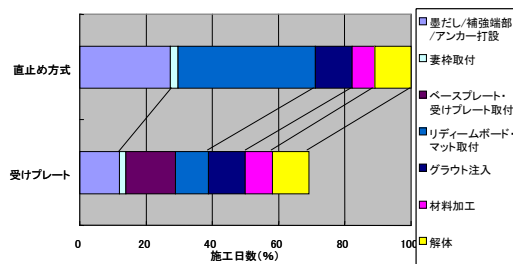
(5) 高さ調整

直止め構造では、レジコンZにより補強層厚となるように調整していたが、リディームボードを貼るために全面にわたり同一面を形成できるように調整しなければならず、また、調整代も少なく、作業は煩雑で時間を要した。

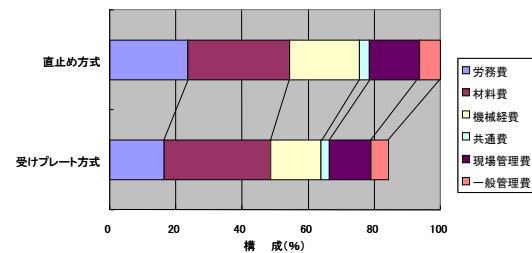
受けプレート構造では、ダブルナットによる位置固定であり、固定後の緩みも少なく、調整位置も受けプレート部のみであり、作業領域が限定される。また、リディームマットの取付前であれば、再調整も可能である。



図－6 受けプレート構造



図－７ 施工時間比較



図－８ 施工コスト比較

6. 考 察

6. 1 機能比較

今回の模擬トンネルでの注入試験の結果、取付構造を受けプレート構造に替えたことで、リディームボードの目違いは発生せず、目地部からのグラウト漏洩は特に認められなかった。

6. 2 施工時間比較

模擬トンネルにおける直止め構造、受けプレート構造の施工性確認試験結果から、その施工性について比較する。試験データから、従来の直止め構造の施工時間を基準とした場合、受けプレート構造では、墨出しからアンカー打設の作業で 15%の施工時間の短縮となっている。なお、ベースプレートおよび受けプレートの取付作業が工種として増えたにも関わらず、妻枠取付からリディームボードの取り付けまでで 15%短縮されている。

従って、全体としては約 30%の施工時間の短縮が可能であり、結果として 1 日当たりの単位施工量は 40%増加することとなる（図－7 参照）。

6. 3 コスト比較

施工材料、施工性、施工量等の検討から経済性について検証してみる。直止め構造の施工費を基準とする。

受けプレート構造では、ベースプレート、受

けプレートに関わる材料費が 3%割高になるが、6. 2 に示したように施工速度の向上により労務費は 17%低減でき、これに伴い現場管理費、一般管理費の間接費も低減でき、結果として、全体工事費で 17%の低減が可能であると推定する（図－8 参照）。

7. ま と め

リディームボードの取付構造を直止め構造から受けプレート構造に替えることにより、材料費は 3%割高になるが、施工速度の向上により単位施工量が 40%増加し、施工コストとしては、従来の 17%低減が達成できると考える。

今後は、現場での実証結果から必要な改良・改善を加え効率的な施工方法として確立し、コンクリート構造物の有効な補強工法として、更なる、施工性、安全性、品質の向上を図り、REDEEM 工法の普及拡大を目指していく。

参考文献

- 1) 伊藤康裕ほか：REDEEM工法の開発，鉄建技術研究報告No. 16, pp. 89-95, 2002. 10