

ケミカルアンカー工法を用いた3号マクラギのパンドロール化に関する一考察

ユニオン建設(株) 正会員 佐々木 大

ユニオン建設(株) 正会員 ○ 田中大輔

1. はじめに

現在、首都圏の在来線においては、PCマクラギの敷設が主流である。PCマクラギの種別は大きく分けてレールをボルト緊締によって締結する3号マクラギと、ばねクリップの変形によってレールを締結するパンドロール（以下、PNDと称す）型マクラギの2つに分けられる。

PCマクラギは寿命50年とされるが、3号マクラギをはじめとするボルト締結によるPCマクラギは寿命50年を前に埋込栓の不良により、所定レール締結力を確保できない状態に陥る。

PCマクラギの利点として、

- ・レールの座屈に対する抵抗が高い
- ・軌道変位が木マクラギに比べ生じにくいという点が挙げられるが、その反面1本あたり、百数十キロと重量が大きいため、交換には多くの労力を必要とする。

そのため、本稿において現位置（敷設状態のまま）において埋込栓不良の3号マクラギを対象として埋込栓にパンドロール型締結装置に使用できるショルダーを固定する方法にて、現位置（現場で敷設状態にて）PCマクラギの補修を行うこととした。

2. 補修方法

図-1に補修の施工フローを、図-2に本工法に使用するパンドロールショルダーとケミカルアンカーカプセルを示す。また、図-3は施工略図を示す。

①PCマクラギの埋込栓を所定の位置にせん孔ドリルにて所定寸法のせん孔（ $\phi=28\text{mm}$, $h=105\text{mm}$ ）を行う。図-2パンドロールショルダーとせん孔後、穴内及ケミカルアンカーカプセル
び穴壁に付着した削粉を取り除くために、ブローにて

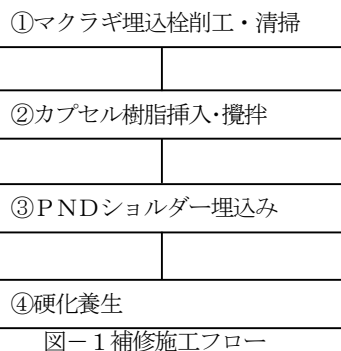


図-1 補修施工フロー



図-2 パンドロールショルダーとせん孔後、穴内及ケミカルアンカーカプセル

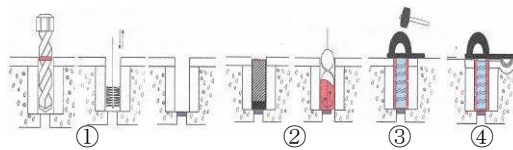


図-3 施工略図



図-4 埋込栓削孔清掃状況



図-5 カプセル樹脂挿入状況



図-6 ケミカルアンカーカプセル樹脂攪拌孔内の清掃を実施する。



図-7 硬化養生状況

孔内の清掃を実施する。

②ケミカルアンカー（固化材）入りのカプセル（ $D=28.5\text{mm}$, $L=120\text{mm}$ ）を孔内に挿れ、攪拌ドリルにて5秒以上攪拌する。この際、攪拌棒の先端が穴底まで到達するよう行う。

③前項の固化材を攪拌後、PNDショルダーをセット後、ハンマー（1kg 程度）等で所定の位置まで埋め込む。

④硬化養生中はPNDショルダーが変位しないよう固定し、ショルダーに衝撃や荷重が作用しないよう行う。固定はPNDインシュレーター及びくさび等で予め所定の軌間を確保して養生を行う。養生時間は概ね30分程度とし、養生後にPNDクリップの締結を行う。

3. 試験施工結果

現場での施工性の確認と強度確認のための実験としてPNDショルダーの引抜試験を実施した。

（1）引抜試験結果

引抜試験を図-8のように実施した。また引抜試験



図-8 引抜試験状況

キーワード PCマクラギ, 埋込栓, パンドロール化, 敷設状態での補修, 作業の省力化

連絡先

〒277-0022 千葉県柏市泉町6丁目地先

ユニオン建設株式会社 東関東支店 柏出張所

条件を表-1に示す。

PCマクラギの長期許容強度を30kN、設計破壊引抜強度50kNを適用した。試験結果を図-9に示す。いずれの供試体においても、引抜強度 $P=60\text{kN}$ を超えても破壊に至らず、良好な結果を得られた。また同図より、養生時間を30分と45分を比較した場合、強度の違いはあまり見られない結果を得た。従って、養生時間を30分程度で所定の強度を得られることとなる。

さらに養生条件について、乾燥状態(晴天時を想定)と湿潤状態(雨天時を想定)を比較した場合においても大きな差はないと言える。

図-10に長期許容強度 P_{30} と P_{50} における変位量 ε_{30} および設計破壊引抜強度 P_{50} における変位量 ε_{50} の関係を示す。同図より、 P_{30} において、 ε_{30} は供試体により多少のバラつきはあるものの、概ね1.5mm以内、 ε_{50} においても2mm以内となる結果を得た。バンドロールクリップのレール押え力が $P=9.75\text{kN}$ 程度であることから、レール締結装置としての強度は十分に満たしていると推測される。

また、PCマクラギ及びレール締結装置として必要な軌きょう状態における左右レールに対する電氣的絶縁についても確保されていることが確認済みである。

表-1 引抜試験条件

供試体 No.	せん孔寸法		孔内状態	養生時間 (min)
	せん孔径(d) (mm)	せん孔深さ(h) (mm)		
1	28	105	乾燥	30
2	28	105	乾燥	30
3	28	105	乾燥	45
4	28	105	乾燥	45
5	28	105	乾燥	45
6	28	105	湿潤	30
7	28	105	湿潤	30

(2) 試験施工における作業性の確認

当出張所での夜間における平均的な作業時間を2時

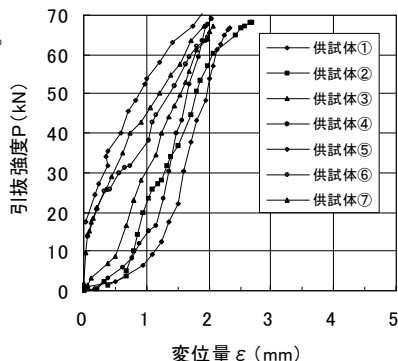


図-9 引抜強度 P と変位量 ε の関係

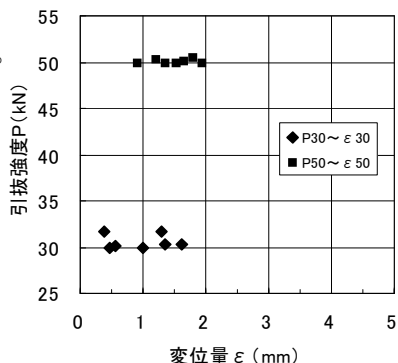


図-10 引抜強度 P_{30} 及び P_{50} に対する変位量 ε_{30} 及び ε_{50} の関係

間半し、本作業時間を1時間半と仮定した。試験施工において、前述2.における①～③の作業に要する時間はPCマクラギ1本あたり、7分程度。このことから1晩あたりPCマクラギ14本～15本程度施工可能である。ここで、マクラギ1本あたり埋込栓は4箇所あることから、56箇所～60箇所は補修可能である。

編成人員は削孔で2人、ケミカルアンカーカプセル挿入・PNDショルダー挿入で2人の計4人で施工が可能であり、PCマクラギ交換に要する人員に比して少人数で施工可能である。

(3) PCマクラギ交換との比較

PCマクラギ交換作業と本工法の比較を表-2にまとめる。

表-2 PCマクラギ交換との比較

比較項目	PND化	PCマクラギ交換
作業員への負担	小	大
作業コスト	小	大
作業騒音	小	大

同表により、作業員への負担、作業コスト、作業騒音いずれの場合においても本工法が今後の軌道工事における作業環境を考慮した場合、非常に高い効果が得られると推測される。

4. まとめ

本試験施工におけるまとめを以下に列記する。

- ① PCマクラギを敷設状態のままPND型マクラギへの補修を行うことが可能である。
- ② 簡便な道具にて施工可能で、作業員への負担も軽減できる。
- ③ 養生時間30分程度で所定強度の発現を得ることが可能である。

5. 今後の課題

本試験において、主に直線区間で用いられる3号PCマクラギにおいて一定の成果得られた。今後は急曲線で敷設されている6号PCマクラギにおいても同様の検討を行い、適用範囲を広げたいと考えている。

6. おわりに

本試験施工を実施するにあたり、近鉄軌道エンジニアリング株式会社 儀賀吉和氏、ならびに東京ファブリック工業株式会社 上野正巳氏、永吉貴史氏には技術的指導など多大なるご協力頂きましたことをここに感謝いたします。