

施工後 20 年が経過した鉄筋挿入工の健全度調査事例

株式会社興和 ○桐生 朋、上松 昌勝、目黒 恒平、佐藤 祐亮

1. はじめに

近年、のり面対策工の長寿命化に資するため、各地で対策施設の現状把握や維持管理が行われつつある。

筆者らは、崩壊を防止することを目的にのり枠工および鉄筋挿入工が施工され、その後約 20 年が経過した調査地において、鉄筋挿入工の現状把握を行った。

本稿では、それら調査結果について報告する。

2. 調査対象のり面の概要と現状

調査対象となる鉄筋挿入工が施工されたのり面の概要を、下表に整理した。

表-1 調査地の概要

地形	・斜面高さ：約 20m ・勾配：約 60°
地質	・段丘堆積物が堆積 ・主に粘性土層、礫層よりなる。
対策時期	・平成 13 年度（2001 年）
対策工種 ・規模	・工種：のり枠工および鉄筋挿入工 ・施工面積：A≒650 m ²

また、鉄筋挿入工の健全度調査に合わせ、該当法面および法枠工の踏査を実施した。その結果、亀裂や段差、はらみだしなど、斜面の不安定化を示す変状は認められなかった。また、法枠工にも亀裂や破断など、著しい機能低下を示す変状は確認されなかった。

3. 鉄筋挿入工の諸元と健全度調査の方法

(1) 鉄筋挿入工の諸元

設計図書や設計図を基に、現地に施工された鉄筋挿入工の諸元を整理した。

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| ① 施工本数：205本 | ② 施工延長：L=3.0m/本 |
| ③ 穿孔方式：自穿孔 | ④ 削孔径：φ 45mm |
| ⑤ 設計引張力：12.1kN/本 | ⑥ 定着材：グラウト |
| ⑦ 受圧構造物：法枠工 F3.0m 2.0m×2.0m | |
| ⑧ 頭部保護材：頭部キャップ+防錆油 | |
| ⑨ 表面材：メッキ加工 | |

このように、一般的な考え方により設計・施工された鉄筋挿入工である。

(2) 健全度調査の方法

鉄筋挿入工の健全度調査は、「斜面对策工維持管理実施要領 -点検・詳細調査編-」（一般財団法人 斜面防災対策技術協会）を参考に実施した（図-1）。各調査の詳細については上記要領を確認するとし、ここでは各調査の概要と目的を記載する。

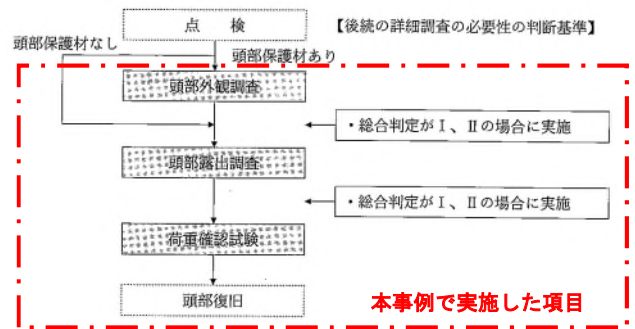
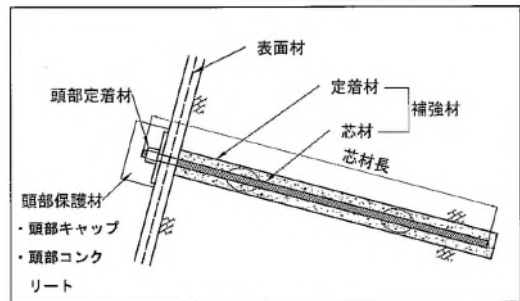


図-1 鉄筋挿入工に関する調査手順¹⁾



種別・構造	内容	
補強材	芯材	鉄筋・ロックボルトなどの引張り力を発する部材
	定着材	芯材と地山を一体化させるため、削孔後に充填するセメントミルクなどの注入材料
表面材	のり面・斜面の表面に設置し、補強材との相乗効果により崩壊を防止する部材	
頭部定着材	補強材と表面材の相互の力を伝達させる部材で、プレート・ナットなどで構成される	
頭部保護材	定着材を被覆する部材 頭部キャップと頭部コンクリートに区分される 最近の技術基準では、無保護を標準としている	
防錆材	頭部保護材の内部を充填し、頭部定着材の防錆を促す	

図-2 鉄筋挿入工の基本構造¹⁾

① 頭部外観調査

頭部外観調査は、頭部保護材の状況を目視により確認し、変状の有無や鉄筋挿入工全体の概況を把握することを目的とした。

② 頭部露出調査の結果と評価

頭部露出調査は、頭部保護材に覆われた頭部定着材や補強材、防錆油の劣化状況の確認を目的とした。

調査は、頭部定着材の露出を行った後に、目視により行った。また、必要に応じ打撃を行い、ぐらつきや緩みの有無などの定着状況の確認を行った。

③ 荷重確認試験

荷重確認試験は、鉄筋挿入工の残存引張力が設計引張力を満たすか確認することを目的とした。

試験は、60kN ボルトジャッキとワイヤーメーターを用い、設計引張力を計画最大荷重として実施した。

4. 試験の結果と評価

各種試験の結果とその評価について整理する。なお、結果の評価は「斜面对策工維持管理実施要領 一点検・詳細調査編-」（一般財団法人 斜面防災対策技術協会）に示す内容を参考とし、個別の鉄筋挿入工に対する「変状レベル（a～dの4段階、aを健全とする）」と、調査全体を通じた「対応レベル（Ⅰ～Ⅳの4段階、Ⅰは応急対策や改修工事を要する）」の2段階で実施した。

(1) 頭部外観調査の結果と評価

調査の結果、鉄筋挿入工全体で補強材の飛び出しといった変状は確認されなかった（変状レベル a）。しかし、湧水が認められた箇所を中心に、頭部保護材の腐食（錆）が認められた（変状レベル b）。

このことから、鉄筋挿入工の機能維持に影響する劣化は認められないが、類似の要因に起因すると推定される異常が一部に集中すると判断されることから、詳細調査の実施を要する「対応レベルⅡ」として評価した。



写真-1 変状レベル b 相当の鉄筋挿入工
湧水により、頭部保護材の腐食（錆）を確認した

(2) 頭部露出調査の結果と評価

調査の結果、補強材や頭部定着材のぐらつき・抜け出しなど、抑止力の低下を推定させる変状は認められなかった（変状レベル a）。しかし、ほとんどの鉄筋挿入工において、頭部定着材の腐食と防錆油の劣化を確認した（変状レベル b～c）。特に、湧水付近ではこれらの腐食・劣化が著しく補強材の腐食も認められた（変状レベル c～d）。

このことから、鉄筋挿入工の機能維持に問題があると判断し、改修工事や応急対策の実施を要する「対応レベルⅠ」として評価した。



写真-2 変状レベル d 相当の鉄筋挿入工
著しい腐食（錆）と防錆油の劣化・流出を確認した

(3) 荷重確認試験の結果と評価

荷重確認試験の結果、補強材の引き抜けや変位量の不

安定な推移（最大荷重時でも変位が継続する、変位が直線的でないなど）は認められなかった。

このことから、当地の鉄筋挿入工は設計時の引き抜き荷重を満たす状態であると評価した。

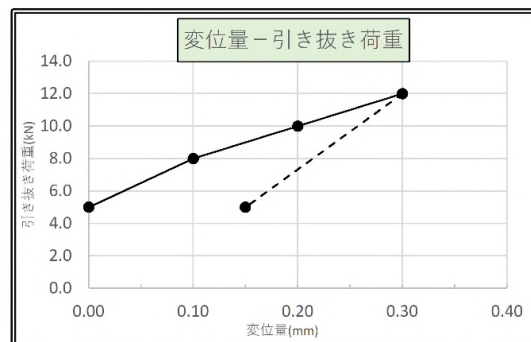


図-3 変位量-引き抜き荷重曲線
引き抜き荷重と変位量に一定の相関があり、最大計画荷重時にも補強材の引き抜けは生じなかった

(4) 総合評価

前述の要領に従い、頭部露出調査の評価である「対応レベルⅠ」を当地の鉄筋挿入工の総合的な評価とした。しかし、頭部露出調査にて認められた変状はいずれも抑止力の低下を推定させるものでないこと、頭部確認試験においても安定した変位が確認されたことから、現在も残存引張力は設計引張力を満たしていると推定される。

5. 対策方法

現在も設計引張力を得られていると推定されることから、既存の鉄筋挿入工に対する抜本的な修繕や応急対策は不要とした。しかしながら、経年劣化や湧水の影響により、頭部保護材や頭部定着材の劣化が顕著である。これらを放置することで、頭部定着材や補強材の腐食が進行し、残存引張力の低下につながると考えられる。

そこで、湧水の処理と防錆油の再注入等の腐食対策を行い、施設の長寿命化を図ることとした。

6. まとめ

本事例では、施工後約20年が経過した鉄筋挿入工の現状を調査し、現状の評価と修繕の方法について検討を行った。その結果、現在も設計引張力が得られていることが確認された。その一方で、地表に露出する部材である頭部保護材・定着材には、経年劣化や湧水の影響により著しい劣化が確認された。これらを放置することで、補強材の劣化と残存引張力の低下が懸念されることから、頭部保護材・定着材の腐食対策と湧水の処理を計画した。

<引用参考文献> 1) 「斜面对策工維持管理実施要領 一点検・詳細調査編-」（平成28年12月23日 一般財団法人 斜面防災対策技術協会 発行）