

III-227

注入式ロックボルト用2連式電動注入装置の開発

東京都立大学 正員 山本 稔
 久保田鉄工(株) 正員 木川富男
 久保田鉄工(株) 堀木雅之

1. はじめに

注入式ロックボルトは、布パッカー、注入用チューブ、排気用チューブなどをボルトの一端に取り付けた簡単な構造のもので、これを削孔内に挿入し、簡便な手動式注入装置で、セメントミルクを1ショット注入、または急硬液とセメントミルクを1.5ショット注入する全面接着型のロックボルトである。

おもな特長は、①長尺物でも簡単に施工できる。②削孔内に空隙を残さず、しかも亀裂なども埋めて圧力注入できる。③その充填度も排気用チューブからの注入材のリターンにより確認できる。④布パッカーはロックボルトの仮り止めの役割を果し、特別に仮り止めを工夫する必要はない。⑤注入材には必要に応じて早強性を与えることができるので短時間に高い引き抜き強度が得られる。などである。

これらの特長から、地山に対する適用範囲が広く、すでに約10万本の使用実績がある。しかし、自立性の弱い低強度の地山や風化岩、砂礫などの地山で削孔後のボルト孔周辺に亀裂や空隙のある場合、または長尺のロックボルトを打設する場合は注入量が多くなり、手動式注入装置では注入に長時間を要し施工性に劣る。そこで手動式を電動式に改良し、注入時間の短縮と省人化による施工性の向上を図ることとした。

2. 2連式注入装置開発の経過

注入装置はボルトランドセメントミルクと急硬液を2:1の容積配合で1.5ショット注入するもので2液を2:1の割合で送りこむ能力が必要になる。

最初に開発した注入装置は無段変速機付スクリー型ポンプ2台を設置し、2液の注入量を調整できる機構のものであった。しかし、この注入装置は注入量の調整はうまくいくが、かさが大きく、重いため、実用的でなく、軽量化する必要があった。種々に検討した結果、モーターを一台にしてベルト伝導により2台のポンプを作動させることとし、そのプーリーの直径の大きさを変えることにより、ポンプの回転数を調整して注入量を2:1にするようにした。これにより大幅に軽量化し、コンパクト化できたが、重量が約300kgと重くやはり運搬は機械力にたよらざるを得なかった。

そこで、人力により移動でき、しかも漕ぐ手の感覚により注入状況がわかる手動式の注入装置の開発にとりかかることとした。

手動式のポンプはダイヤフラム型とし、2台が連動して動き、しかも2液の注入量が2:1になる機構とした。すなわち、ポンプは手動のダイヤフラム吸込型とし、2台のハンドルを連結してひと漕ぎで2台のポンプが同時に作動するようになっている。2台のポンプの吐出量は2:1に調整できるようダイヤフラムシャフトのストロークをねじ調整により加減できる機構である。ホースの長さは約10mとし、ホース先端の注入圧は3kgf/cm²が確保できるようになっている。

手動式注入装置は軽量(40kg)で取扱い易く、耐久性に優れ、メンテナンスが簡単で、故障した場合でも容易に補修できるなど、特長を有することから広く利用され、多くの実績を上げてきたが、先述の通り使用条件によっては注入量が多くなり施工性が悪くなるので、施工能率向上のため再度、電動式の注入装置を開発することにした。

3. 新型の2連式電動注入装置

注入装置の形式は耐久性、メンテナンス等を考慮して、手動式注入装置で実績を上げてきたダイヤフラム

型を採用し、吐出量を2:1とする機構は次の2通りのうちいずれかによることとした。①ダイヤフラムシャフトのストロークが1/2になるようクランク軸アームの偏心量を変える。②インバーター使用により電動機の回転数を変える。その他主な機構の特徴は次の通りである。

a) 注入材のつまり防止には圧力センサーをつけ、つまりにより注入圧力が上昇した時は自動的に電源のスイッチが切れる機構とする。b) ポンプのつまり易い箇所は手入れし易いようにワンタッチで開閉できる構造とする。c) ポンプの作動指示は注入する者が手許の注入ガンに併設したスイッチで操作できる機構にする。

注入装置は2連式であり、セメントミルク注入用と急硬液注入用の2台からなる。急硬液注入用はセメントミルク注入用と同一の型式であるが、吐出量がセメントミルク注入用の1/2あるいは適当に調整できる構造になっている点が異なる。セメントミルク注入装置の仕様を表1に掲げる。

4. 2連式電動作動注入装置による実施工

注入装置は吹付、削孔、ボルトセットなど一連の作業工程の中でそれに合わせて速やかに移動できることが必要である。しかるに2連式電動注入装置は重く人力による移動は困難である。そこでこれらの装置をキャタピラ車または小型トラックに積載して移動することにした。

注入式ロックボルト、2連式電動注入装置およびこれらを積載する自走車の組合わせによるロックボルト実施工は次の3つのトンネル工事現場で行なわれ、順調に施工された。

①東富士道路籠坂トンネル西工事

発注者 日本道路公団

施工 三井建設(株)・(株)福田組

②五福トンネル工事

発注者 新潟県

施工 (株)福田組・(株)水倉組

③新榎トンネル工事

発注者 新潟県

施工 (株)福田組

表1 セメントミルク注入装置の性能

作 動 方 式	電動ダイヤフラム作動方式
吐 出 圧	6 kg/cm ² (Max) 5 kg/cm ² でリミットスイッチ作動
吐 出 量	10 l/min (Max)
標準ホース	19φ×10m
動 力	三相200V、0.4KW、4P 1/50 ギヤードモーター
寸法・重量	長さ700m/m×幅700m/m×高さ740m/m・80kg

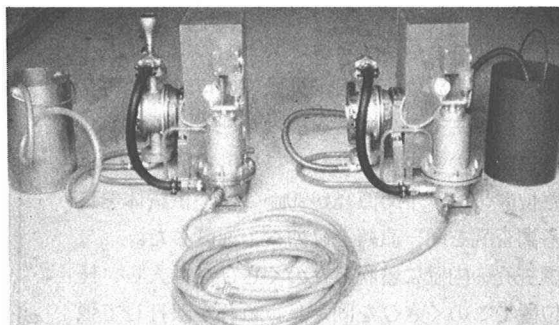


写真1 2連式電動注入装置

5. おわりに

注入式ロックボルトは引き抜き強度の早期発現、セメントミルクの圧力注入による孔壁回りの空隙や亀裂の充填など、地山の安定化や湧水地盤における打設可能などの特性を有することから徐々に使用範囲を広げ、多くの使用実績を上げて来ている。

この度、2連式電動注入装置の開発により、従来の手動注入装置の場合に比較して更に亀裂や空隙の多い地山へのボルト打設や長尺のロックボルト打設において注入時間の短縮と省人化を可能にし、施工性を向上することができた。

この注入式ロックボルトシステムの特徴が理解され、NATMの施工に広く利用されることを期待する。

おわりに、2連式電動注入装置の開発に当たり、試験施工ならびに実施工に色々と助力をして下された日本道路公団、新潟県土木部、三井建設(株)、(株)福田組、日本産業機械(株)をはじめ関係の皆様へ厚く御礼申し上げます。