

46. トンネル内連続鉄筋コンクリート舗装における材料供給装置

日本舗道㈱： 青山 俊行, 樋口 文彦
* 井久保 吾郎

1. はじめに

従来の2車線トンネル内連続鉄筋コンクリート舗装における全幅一括施工では、施工エリア前方からボックスブレッダを用いて材料供給を行うのが一般的である。従来のこの方法では、材料運搬車から材料を受け取って、コンクリートフィニッシャ手前に供給する時間的ロスが大きい。更にコンクリート打設と鉄筋組立作業を並行して行うことが出来ないため施工効率も低かった。

このような状況を踏まえ、施工の省力化、コストの縮減を図るために、施工エリア前方から材料の供給を行いながら、平行して配筋作業を行う工法を開発した。なお本工法は、北陸自動車道能生舗装工事において採用したものであり、本報告において施工機械と施工方法を紹介する。

2. 機械開発の経緯

2車線トンネル内のコンクリート舗装における材料供給方法として、①ボックスブレッダによる方法、②材料横取り機による方法、③コンクリートポンプ車圧送による方法、④コンクリートスタッカによる方法、の4方法を検討した。

①の方法は、ボックスブレッダが施工エリア前方で材料運搬車1台分の材料を受けて、コンクリートフィニッシャ手前まで運搬する作業を繰り返す。このため連続した材料供給が出来ず、時間的ロスの大きいことが問題となった。

②の方法は、材料横取り機をコンクリートフィニッシャの隣に配置する必要があるために1車線ずつ施工しなければならない。トンネル内での施工を考慮すると施工幅員が狭すぎて大型の機械を入れることが出来ないため、施工効率、品質ともに低下するおそれがあった。

③の方法は、配筋の完了した施工エリア前方からコンクリートポンプ車で材料を圧送供給するために、圧送用配管作業にかかるコストや、配管延長距離が長くなることによる材料圧送能力の低下が懸念された。

加えて①～③の方法は、いずれも配筋作業を打設の前日に行うことになるため、作業員の体力的負担増と、人件費が問題となった。

これらの経緯より、材料供給の時間的ロスが少なく、なおかつ高い供給能力を持つ機械が必要となり、④のコンクリートスタッカを新たに開発した。コンクリートスタッカはベルトコンベヤによる施工エリア前方からの材料供給が可能であるため、時間的ロスを生じることなく連続して大量の材料を供給することが出来る。さらに、材料供給ベルトコンベヤ下空間で効率的な配筋作業を可能にする配筋補助機械としてメッシュセッタも併せて開発した。これら2つの機械を組み合わせることによりコンクリート打設と配筋作業を同時に行うことが可能となった。

3. 開発機械の概要

コンクリートスタッカと、メッシュセッタについて、各々の機械の概要、仕様等を説明する。

3-1 コンクリートスタッカ

機械の主な構成として、コンクリート材料を材料運搬車から受け取るホップと、このホップから材料供給用ベルトコンベヤに中継する第1コンベヤと、コンクリートフィニッシャに材料を供給する第2ベルトコンベヤの3つから構成されている。

ホップは、材料運搬車の車輪を押しプッシュローラ、受け取った材料を第1コンベヤに集めるスクリュューフィーダと上下可動式ウィング、第1コンベヤへの材料送り量をコントロールする開閉式ゲートで構成されている。プッシュローラはアスファルトフィニッシャと同様のもので、材料運搬車を押しながら材料を受け取ることが出来る。

第1コンベヤは、スラットコンベヤ形式でホップ内のスクリュューフィーダと運動しており、第2ベルトコンベヤとの中継点には、材料流出防止シュートを取り付け、材料漏れを防止している。

第2ベルトコンベヤは、コンベヤ下空間での配筋作業のスペースを出来るだけ広く確保しなければならないので、延長を20mとした。この第2ベルトコンベヤは上下方向の動きに加え、進行方向左右にも各15度ずつ旋回が可能となっており、コンクリートフィニッシャ手前に材料を均一に供給することが出来る。ベルトコンベヤ先端部付近において下方に折り曲げており、ベルトコンベヤ先端部の地上高さを低く保ち、材料排出時に骨材の分離を防止する構造としている。ベルトコンベヤの上下左右の動きは、ベルトコンベヤ先端部においてリモートコントロール操作が出来る。安全対策としてベルトコンベヤの操作やコンクリートスタッカの操作は、オペレータと誘導員が無線による通話確認を行った後に実施した。

コンクリートスタッカの主要諸元を表-1、概略図を図-1に示す。

表-1 コンクリートスタッカ主要諸元

| | | |
|--------|--------|-------------------------|
| エンジン | 型式 | BF6M1013CP (三井ドイツ) |
| | 定格出力 | 209PS/1800rpm |
| 性能 | 走行方式 | 4輪駆動、 |
| | 操向方式 | 4輪ステアリング方式 |
| | 作業速度 | 0~10m/min |
| | 回送速度 | 0~60m/min |
| | 材料移送能力 | 48m ³ /h |
| ホップ | 容量 | 3m ³ |
| | 寸法 | 2800(W)×1000(H)×1300(L) |
| 第1コンベヤ | 型式 | スラットコンベヤ (下引き方式、傾斜型) |
| | 寸法 | 850(W)×780(H)×7000(L) |
| 第2コンベヤ | 型式 | ベルトコンベヤ |
| | 寸法 | 600(W)×20000(L) |

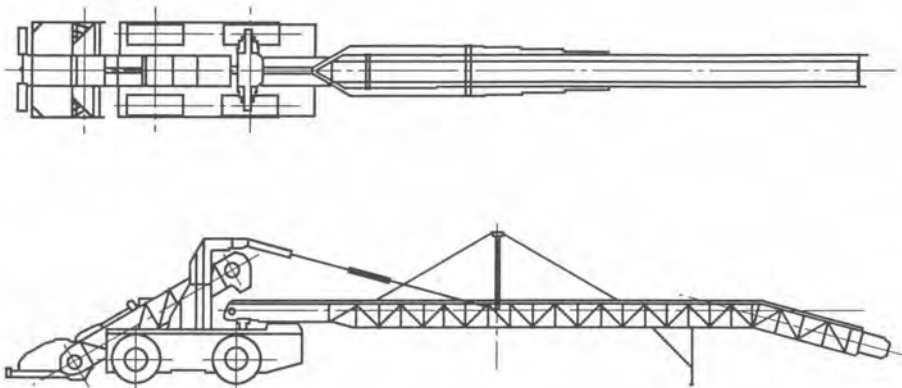


図-1 コンクリートスタッカ



写真-1 コンクリートスタッカ

3-2 メッシュセッタ

機械の主な構成要素は本体台車部と吊り装置部の2つからなる。本体台車部には、機械進行方向前部の両端に立ち上げた2本の柱からアームが出ており、その先端に吊り装置の横行用レールが設置されている。台車後部には各装置の動力源としての発電機を乗せている。走行は円形水路構造物上になるため、構造物を傷めないように重量用ウレタンゴム車輪を使用している。各車輪には脱輪防止対策を行っているため、スムーズに往復走行が出来る。

吊り装置は電気トロリ結合形の電動ホイストを使用し、吊り荷方式は、ワイヤロープとフックを用いた4点支持で、メッシュ式プレハブ鉄筋を1度に3枚まで吊り上げることが出来る。このホイストの横行や、吊り荷上下は作業者が安全に操作出来るように、リモートコントロール方式とした。

メッシュセッタ主要諸元を表-2、概略図を図-2に示す。

表-2 メッシュセッタ主要諸元

| | | |
|------|------|-------------------------------|
| 動力 | 型式 | 0.75kw×4p×1/240発電機 |
| 性能 | 走行方式 | 後輪左右単独式 |
| | 操向方式 | 前輪ステアリング (パワーシリンダ作動) |
| | 作業速度 | 5.7m/min |
| | 遠隔操作 | 走行、操向、ホイスト、非常停止 |
| 形状 | 寸法 | 5800(L)×8615(W)×2850(H) |
| | 重量 | 4500 (発電機除く) |
| | 車輪 | 重両用ウレタンゴム車輪 φ300×100(W)×2個×4輪 |
| 吊り装置 | 型式 | 上下横行1速型電気トロリー結合形 |
| | 揚程 | 4000 |
| | 巻上速度 | 4m/min |
| | 横行速度 | 20m/min |
| | 吊り荷重 | 490kg |

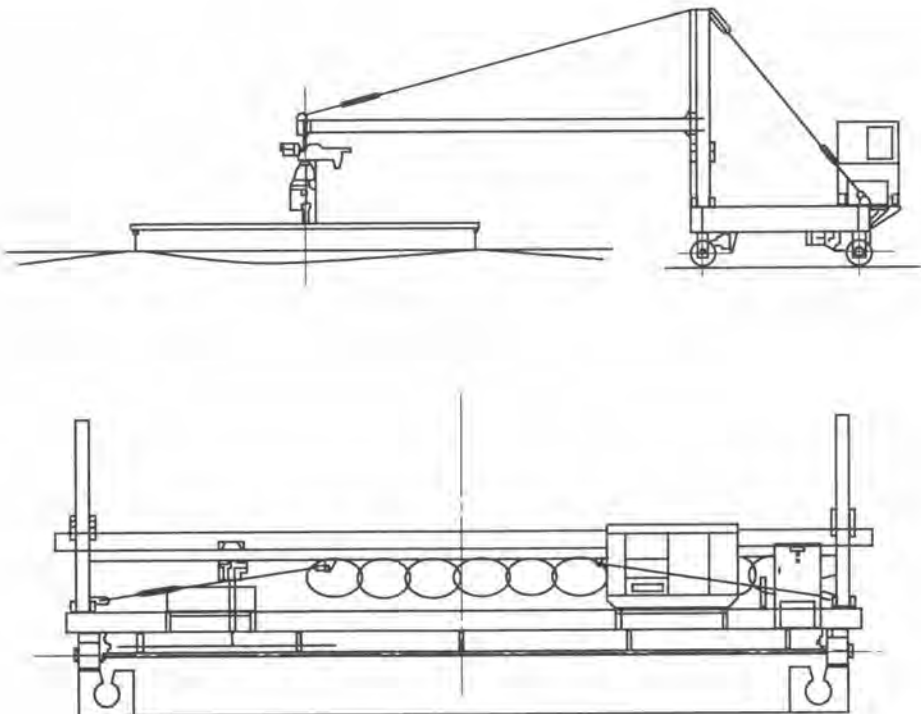


図-2 メッシュセッタ



写真-2 メッシュセッタ

4. 施工状況

平成11年2月から4月にかけて、北陸自動車道能生舗装工事において本工法を実施したので、その概要について述べる。

工区延長約6kmのうち、能生トンネル（延長約3km）と山王トンネル（延長約2km）の区間に、コンクリート舗装の上にアスファルト舗装を行うコンポジット舗装を実施した。このコンクリート舗装では、コンクリートスタッカによる材料の供給と、メッシュセッタによる配筋、及びコンクリート打設を同時に進行させるトンネル内2車線全幅一括施工を行った。材料運搬車の方向転換にはターンテーブルを用いたことにより、限られた施工エリア内でも安全に方向転換することが出来た。さらに材料運搬車が長い距離を後進する必要がないので、トンネル内の排気ガスが低減され作業環境を改善出来た。さらに、コンクリートの打設は、スリップフォーム工法によって施工したので機械走行用レールの設置、及び撤去作業をなくすことが出来た。また、メッシュ式プレハブ鉄筋は、工場にて予め所定の寸法に作成し、小型移動式クレーン車で数枚ずつ重ねて路肩の円形水路上に仮置きしておき、これをメッシュセッタによって配置し結束した。

1日当たりの施工量は、施工延長が約250m、打設数量は約380m³であった。本工事のコンクリート舗装に要した実働日数は、計画工程通り能生トンネル部が13日間、山王トンネル部が8日間であった。施工機械編成図を図-3に示す。

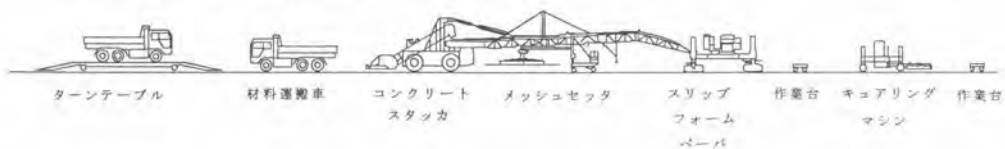


図-3 施工機械編成図



写真－3 施工状況（北陸自動車道能生トンネル内）

5. 従来工法との比較

従来の2車線トンネル内の連続鉄筋コンクリート舗装において全幅一括施工を行う場合は、ボックススプレッダによる施工エリア前方からの材料供給が主体であった。この方法では、材料運搬車とコンクリートフィニッシャーとの間をボックススプレッダが何度も往復しなければならないため、時間的ロスが大きかった。更に、鉄筋組立作業はコンクリート打設の前日の作業となるため、コストの縮減や工期の短縮を図ることは困難であった。

これに対して配筋作業とコンクリート打設を同時に行う本工法は、材料運搬車から受け取った材料をコンクリートスタッカにより、連続してコンクリートフィニッシャー手前に供給出来る。また供給用ベルトコンベヤ下空間での配筋作業は、メッシュセッタによりメッシュ式プレハブ鉄筋を作業員に負担をかけることなく、少人数で配置することが出来る。但し、メッシュ式プレハブ鉄筋は工場で製作することに加え、継ぎ目をオーバーラップさせて結束するため現場組立より鉄筋量が多くなり、材料にかかる費用が多少割高になる。しかし、前日の配筋作業が不必要となるので、労働条件が大幅に改善され、工期の短縮を図ることが出来る。この結果、コスト縮減を図ることも出来る。

6. まとめ

今回施工した北陸自動車道能生工事は、本工法を実用化した最初の工事であるにもかかわらず、従来工法による施工計画と比較して確実に施工効率の向上が見られた。さらに、前日の配筋作業を解消したことにより、労働条件が改善されるメリットもあった。

今後は、日本道路公団等の御指導により改良を進め、工法の確立と品質の向上を図る所存である。