

## スリップレスモータグレーダの現場適用性の検証

大成ロテック（株） 中部支社 ○正会員 田中 純  
 大成ロテック（株） 生産技術本部 非会員 高山 拓也  
 大成ロテック（株） 生産技術本部 非会員 中村 和瑛

## 1. はじめに

建設業界において、ICT 技術を利用したマシンコントロール（以下、MC）技術は、一般的な技術となり、幅広く活用されている。しかし、MC 技術は、省力化や施工精度の向上など様々なメリットがある反面、デメリットも存在しており、すべての作業において自動制御に頼ることは難しいのが現実である。

例えば、モータグレーダの MC 技術に着目すると、MC 施工中、作業装置に大きな負荷が掛かった場合、駆動輪のスリップが発生する。この場合、熟練のオペレータは、作業装置の負荷を感じ取り、排土板を上昇させてスリップを回避するが、非熟練者の場合は、繰り返しスリップさせてしまうケースが散見され、品質の低下が懸念される。このように、本来、オペレータの補助をするはずの自動制御が、逆にデメリットとなり、作業効率を低下させてしまうケースもある。

これらの矛盾を解決し、MC 技術の利点を最大限に引き出す為、排土板にかかる負荷が過大な場合や、駆動輪のスリップを検知した場合、スリップを最小限に抑える『スリップ回避装置』（以下、当該装置）を開発、現場導入した。本稿では、試験施工および、現場導入の結果より得られた導入効果について報告する。

## 2. 装置概要



図-1 装置概要

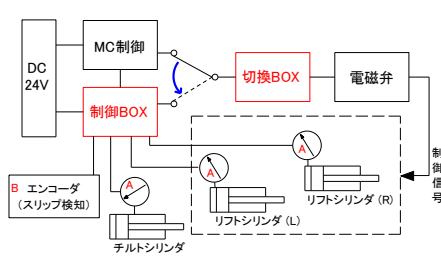


図-2 装置概要

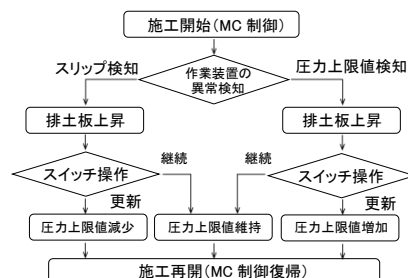


図-3 システムフロー図

当該装置は、各シリンダの圧力（A）とスリップ状況を監視（B）する『制御 BOX』と、異常を検知した際に、制御信号を切替える『切換 BOX』から構成される。（図-2 参照）

そのため、任意に設定したシリンダの圧力上限値の超過や、駆動輪のスリップを検知した際に、MC 側制御から当該装置に制御信号が切替わり、自動で排土板が上昇する装置を構築した。また、圧力上限値やスリップを検知した場合には、警告音とともに異常を表示させる。閾値の変更には、閾値を更新する『更新スイッチ』、または、更新せずに継続させる『継続スイッチ』を備え、異常を検知した際に、どちらかのスイッチをオペレータが選択する方式とした。当該装置の概要を図-1、-2 に、システムフローを図-3 に示す。

閾値の変更の例として、排土板の圧力上限値を仮に 7.5MPa と設定した場合について解説する。スリップが発生して、オペレータが『更新スイッチ』を選択した場合、閾値に減少係数 0.90 を掛けて圧力上限値を下方へ更新(6.75MPa)する。次回の施工では、閾値の更新により圧力上限値が減少し、スリップ発生前に排土板を上昇させる。その際、減少係数とは逆に、上昇係数 1.05 を掛けて、圧力上限値を上方へ更新(7.08MPa)する。これを繰り返すことで最適な閾値を求めるシステムフローとした。

キーワード i-Construction 路盤工 MC

連絡先 〒456-0074 愛知県名古屋市港区九番町 4-5-16 大成ロテック(株)中部支社 TEL045-651-0115

3. 試験施工及び現場導入結果

【試験施工結果】



写真-1 スリップ状況

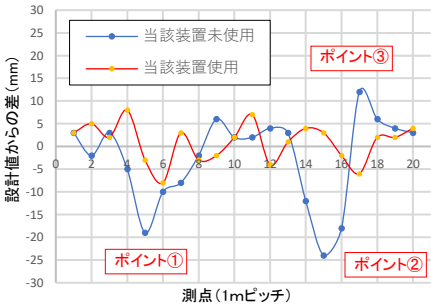


図-4 出来形結果

試験施工は、熟練者(経験年数 28 年)のオペレータによって、路盤整正を当該装置の有、無の 2 条件で実施した。なお、仕上がり面は、路盤整正終了後、トータルステーションを使用して、路盤上の中央、右、左の 3 測点の出来形(設計高との差)を計測した。

○出来形結果

図-4 の装置未使用青線出来形結果より、ポイント①、ポイント②は、材料を多く抱えたことで、スリップが発生した箇所である。この箇所ではスリップが発生し、車体が沈みこみ、排土板が瞬間的に下がった。ポイント③については、施工面が低く仕上がった箇所を抜ける際に、車体が段差を乗り越えるため、車体が持ち上がり、瞬間的に排土板が上昇し、高く仕上がる結果となった。

装置を使用(圧力調整済み状態)した赤色線出来形結果より、スリップ発生直前に、当該装置が圧力上限値を検知し、排土板を上昇させ、スリップを回避した。また、排土板を上昇させた同位置から再整正することで、凹凸の無い施工面を構築できることが確認できた。

○オペレータの技量による比較

熟練度の影響を評価するため、同条件の試験を非熟練者の操作で行った。その比較結果を表-1 に示す。  
非熟練者の場合でも、当該装置を使用することで、熟練者のオペレータと比較しても施工精度は大きな差異が見られないことが確認できた。また、非熟練者からは、今まではスリップ時の対応に不安があったが、当該装置で不安が解消され、再整正の手間もなくなり、作業負担が軽減するとの評価を得られた。

【現場導入結果】

当該装置を導入した試験現場の特徴は、急勾配のランプ施工が多く、スリップの発生しやすい施工条件であり、操作は経験年数 3 年程度のオペレータが実施した。また、当該装置の圧力上限初期値は、試験施工結果のデータを元に設定した。

表-2 の導入結果より、試験施工時と施工条件が異なることから、圧力上限値の収束に時間がかかったが、3 日後には、スリップ回数が 8 回から 0.33 回へ減少、出来形の標準偏差 5.09mm から 4.35mm の改善が確認できた。

上記の結果より、当該装置を使用することで、スリップの回数および再整正回数が減少し、作業効率の向上、施工品質の向上が期待できることが確認できた。

4. 今後の課題

今回の評価を踏まえて、以下の課題について検討するとともに、今後も省力化や作業効率の向上など、MC 施工の普及拡大に寄与できる装置やシステムを提供できるように努力する所存である。

- ・ 施工データの蓄積
- ・ 操作性の改善
- ・ 装置の普及拡大

表-1 技量による比較結果

|       | オペレータA              |                   | オペレータB              |                    |
|-------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 経験年数  | 28年                 |                   | 3年                  |                    |
| 装置の有無 | 装置無                 | 装置有               | 装置無                 | 装置有                |
| 標準偏差  | 9.62mm              | 4.23mm            | 11.74mm             | 4.44mm             |
| 誤差範囲  | -24mm<br>~<br>+12mm | -8mm<br>~<br>+8mm | -28mm<br>~<br>+14mm | -10mm<br>~<br>+8mm |

表-2 現場導入結果

|        | 1日目                 | 2日目                 | 3日目以降<br>(平均値)         |
|--------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 施工数量   | 1,659m <sup>2</sup> | 1,674m <sup>2</sup> | 1,823m <sup>2</sup> /日 |
| スリップ回数 | 8回                  | 3回                  | 0.33回/日                |
| 再整正回数  | 5回                  | 1回                  | 0.17回/日                |
| 標準偏差   | 5.09                | 4.62                | 4.35                   |