

41. 土の安定処理用防塵固化材と施工機械の開発

日本舗道(株)：佐藤 辰郎・*安松 仁

1. まえがき

路床、路盤及び軟弱地盤の安定処理工法は、現地工事に伴い発生する残土の有効利用や処分量の低減、工期短縮、施工の合理化等を図る有利性から、増加の傾向にある。現在施工されている路床の安定処理厚さは、施工機械の性能から最大60cmであるが、上載荷重や交通荷重に対する支持力増強の必要性から、より厚い層の処理が望まれている。アスファルト舗装要綱では、安定処理工法の場合は30～100cmの間で設定するとし、さらに、路床が非常に軟弱な場合は、施工機械が進入不能であったり、十分な締固めが行えないので、安定処理厚は、50cm以上とすることが望ましい、としている。しかし、同工法に用いられる石灰、セメント等の安定材は散布、混合時の発じんが問題とされ、超軟弱地盤の処理において安定材の散布量が増加し更に環境条件を悪くするため、適用箇所の制約を受けることや、現場の作業環境の面から発じん防止に対する改善が必要とされている。

そこで、安定処理工法の施工法の改善及び周辺環境対策のため作業時の発じんを抑制した防じん固化材(石灰系、セメント系)の開発を行うとともに、同安定材を効率よく散布できる散布機及び、厚さ120cmを処理できるスーパーディープスタビライザを開発し、試験施工を経て実用化に成功したのでその概要を報告するものである。

2. 防じん固化材

2-1 製品概要

本製品は、対象とする粉体にテフロン樹脂を添加し、適当な温度条件下で混合処理をしたものである。粉体粒子間に形成されたテフロンの微細繊維がクモの糸のように粉体粒子を捕捉し、発じんを抑制する。(写真-1)

施工状況(写真-2, 3)からも明らかなように、防じん固化材は通常品と比べ散布時に発じんがほとんど見られず、防じん効果が顕著である。これにより、粉じん飛散による周辺環境への影響が解消されるとともに、作業環境も著しく改善できた。¹⁾



写真-1 テフロン繊維による粉体捕捉状況(走査電子顕微鏡写真)

2-2 防じん固化材の安定処理効果

安定処理の効果は、図-1に示す通り、試験施工後平板載荷試験を実施し比較した結果、通常品と同等の値であった。水を添加するスラリーやウエットパウダー方式でみられる安定処理効果の低減がないことは、経済性の面で利点大きい。特に、防じん固化材のうち防じん生石灰(粒径5～0mm)の安定処理効果は回数による差がなく、また塊状の生石灰(粒径30～5mm)を用いる2回

混合方式の安定処理効果と比べても同程度以上の値を示した。したがって、粒径5～0mmの防じん生石灰では、塊状の生石灰を用いた場合に必要とされている2次混合が省略可能となり、施工の省力化、迅速化が図れることも大きな利点となる。



写真-2 防じん固化材（セメント系）



写真-3 通常セメント

3. 石灰・セメント散布機

3-1 開発理由

石灰、セメント等の安定材の散布は、工事規模に対応した適切な散布機が少ないことから、人力散布の占める割合が多いのが現実である。しかし、人力散布は作業環境の悪化などから作業員の確保が困難になりつつある。これらの問題を解消し、かつスーパーディーブスタビライザに対応して作業効率の向上を図るために、散布量自動管理システムを装備した散布機を開発した。（写真-4）機械の主な仕様は表-1に示す通りである。

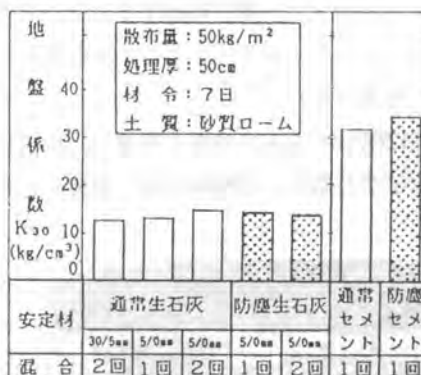


図-1 平板載荷試験結果



写真-4 石灰・セメント散布機

寸法・重量	ホッパー容量	5.0m³
全長 5,300mm	走行速度	0~8km/h
全幅 2,400mm	走行速度	10~80m/min
全高 2,600mm	登坂能力	10/30°
総重量 9,000kg	接地圧	積載時 0.32kg/cm² 空車時 0.21kg/cm²
性能	エンジン	
混合幅 2,400mm	出力	133ps/2,500rpm
散布量 5~100kg/m²		

表-1 石灰・セメント散布機の仕様

3-2 散布量自動管理システムの開発

現在の散布機は、所要の散布量を得るため各安定材のフィーダの吐出量曲線に基づき、フィーダ速度及び車速を手動にてコントロールしているが、この自動制御システムは、あらかじめ散布量を設定

することにより、その時の散布機の走行速度に応じてベルトフィーダ速度を自動制御するものである。この方式により、散布量の管理の合理化が図れるばかりでなく、オペレータの省熟練化にもつながる。

システムのフローチャートを図-2に示す。

4. スーパーディープスタビライザ

4-1 開発理由

従来のロードスタビライザは、処理厚が60cmをこえる場合、2層に分けて施工する例が多い。この方法では、安定材の散布回数、上層の被処理土の移動、混合回数の増加等、ロスが多い。そこで、この問題を解決するため、施工性、経済性の改善を目標とし、深さ1、2mまで一層で処理することができる、スーパーディープスタビライザを開発した。(写真-5)

図-2 散布機自動制御フローチャート

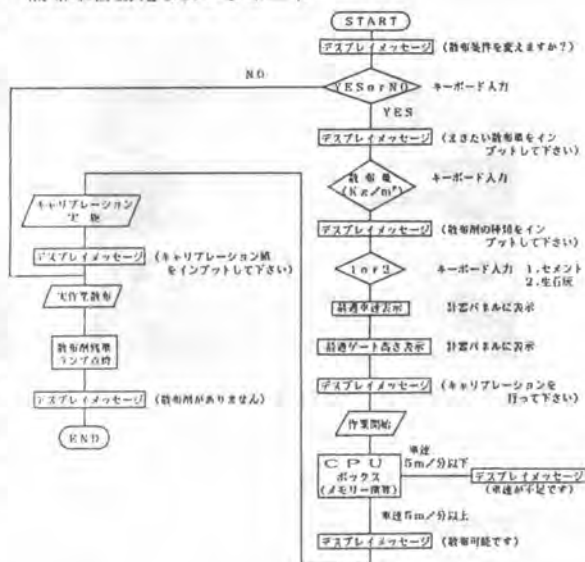


図-2 散布機自動制御フローチャート

開発に際して国内の事情を考慮し、機械は運搬を容易にし現場内の機動性を高めるため、従来のスタビライザと略同一の機体寸法、重量とした。機械の主な仕様は表-2に示す通りである。



寸法・重量	シフト量	620mm (左右)	
全長	9,100mm	混合刃速度	0~2.0 m/s
全幅	3,240mm	走行速度	0~3.2km/h
全高	3,640mm	作業速度	0~6.0m/min
総重量	24,000kg	登坂能力	20°
性能	接地圧	3.36kg/cm	
混合深さ	1,200mm	エンジン	
混合幅	2,000mm	出力	360ps/2,000rpm

写真-5 スーパーディープスタビライザ 表-2 スーパーディープスタビライザの主仕様

作業装置は、従来のロータ方式を採用した場合、検討の結果、ロータの外径が大きくなり大出力のエンジンが必要となることが予想されたので、比較的小さい動力で効率よく混合する手段を開発することとし、無駄な土の攪はんを抑え、土中にある混合機の体積を少なくすることが最良手段であるので、トレンチャー構造の作業装置を採用した。(図-3、図-4参照)

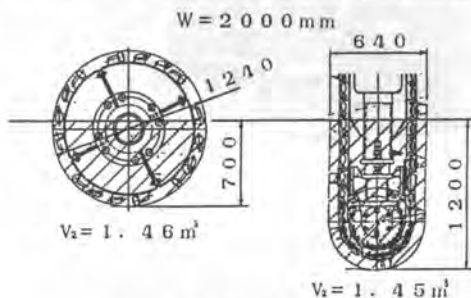


図-3 作業装置の比較

4-2 混合性能試験結果

スーパーディープスタビライザの混合性能は、下記に説明する試験施工により確認した。施工は、2区間に分け、いずれの区間も自然含水比60%の粘性土に70 kg/m²のセメントをスーパーディープスタビライザで厚さ1.0mまで混合した。締固めは、区間1は15t大型振動ローラ、区間2は15t級タイヤローラでおこなった。混合性能は7日養生後に測定した図-5に示す一軸圧縮強度で評価した。両区間ともに一軸圧縮強さは表面より90cm下まで多少のバラツキはあるものの、ほぼ同程度の改良強度が得られており、略々均一な混合が行われたものと推定される。

4-4 結論

今回の土質では、フェノールフタレイン試薬によりセメント分散を確認した結果および厚さ方向の改良後の強度の状況等から判断し、ほぼ均一な混合が確認できた。以上より、スーパーディープスタビライザによる、深さ1mの路床改良は十分可能であることが確認できた。

5. おわりに

防じん固化材、散布機、スーパーディープスタビライザはいずれも、安定処理の施工に伴う作業環境の改善、周辺に及ぼす影響の低減、オペレータの省熟練化、施工の省力化等に着眼して開発し、所期の成果を得ることができた。今後は軟弱土の多いわが国では、より厚い層の地盤改良を行うことにより『路床』を効率よく構築することが可能となるので、様々な土質で厚層の安定処理をおこない、施工機械の改良と工法の確立に取り組むこととしたい。

最後に開発に御協力いただいた(株)小松製作所ならびに小松造機㈱に感謝いたします。

<参考文献> 1) 下田ほか：石灰系・セメント系安定処理工法における発塵防止対策、第18回日本道路会議、平成元年。

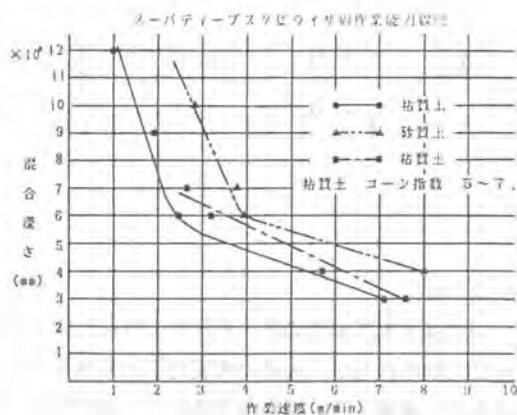


図-4 作業能力図

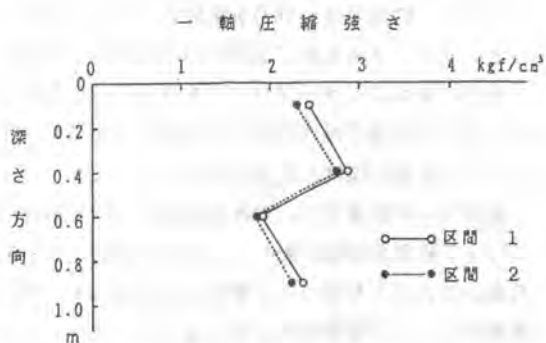


図-5 一軸圧縮試験結果