

ライト工業株式会社開発本部 正会員 佐丸雄治
 開発部 近藤巻広
 機械部 木間正夫
 施工管理室 杉山好司

1. まえがき

自然傾斜地における法面保護工は、これまで硬質ゴムホースを使い材料を圧縮空気で搬送しその先端からノズルと呼ぶ筒先から高速(50~100m/s)で吐出する「吹付け工」として独特な発展を遂げてきた。そして近年、この吹付けシステムを使った現場打法棒工が開発されてから、RC構造物として使用することにより強度、耐久性など品質管理が従来以上求められるようになってきた。しかし最近では吹付け工による品質確保を困難にする要因すなわち供給材料の質の低下、施工条件の悪化等が生じてきた。

この吹付け工の限界に対し法面保護工の将来を見越し次代の施工システムとしてポンプ打設工法を導入することとした。導入にあたり圧送ポンプに求められる施工条件は次のとおりである。

- ・急峻な地形における安全帯による作業であり作業の簡便性が強く求められること。
- ・大規模法面に対応するためプラントの施工範囲を大きくとりたいこと。施工高さは100mを目標とする。

このことよりポンプの圧送管は2~3Bの小口径管、吐出最高圧力は100kgf/cm²が必要となる。

2. 圧送ポンプの求められる構造

圧送ポンプには大別してピストン式とスクイズ式がある。その使用実績と特徴は次の通りである。圧送管径2~3B圧送圧力100kgf/cm²を満足するための構造は結論としてピストン式を選択し特に圧送時の脱水を防ぐ意味で吸入吐出機構をシリンダー貫入式とする。この目的に沿う機械を試作し種々の実証実験を行った。その結果を以下に示す。

項目	ピ ス ト ン 式	ス ク イ ズ 式
高 圧 化	実績40~80kgf/cm ² 対応可	実績10~25kgf/cm ² 対応不可
小 口 径 化	実績4B~6B多い 可能であるが特効時に 脱水しやすい	実績1号~4B多い 対応不可
維 持 費	比較的高い	比較的安い

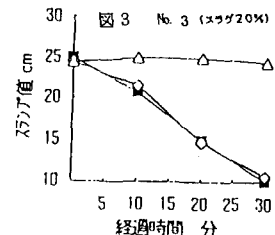
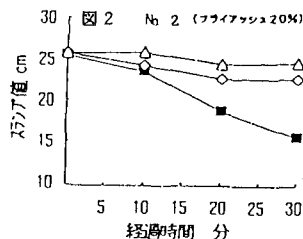
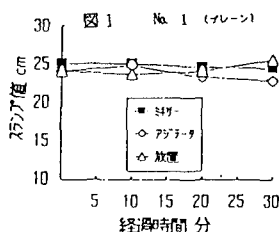
3. 実験結果

1) 混合材の比較試験

高性能AE減水剤を使用するためポンプ圧送中スランプロスが発生する可能性がある。スランプが下がると圧力損失が大きくなると考えられるので、スランプロスの少ない材料を選択する。試験結果を図1、2、3に示す。圧送する前のアジテータ部で30分後スラグはスランプが15cm減少した。これに対しフライアッシュは殆ど変化がなかった。このことより高性能AE減水剤はフライアッシュに対し相性が良いと考えられ、混合材として使用する。

配 合 比 (セメントに対し)						スランプ (cm)
セメント	細骨材	混合材 (%)	減水剤 (%)	増粘材 (%)	W/C (%)	
1	3.6	0	0	0	6.8	25.0
1	3.6	フライアッシュ 2.0	1.5	1	5.3	
1	3.7	2.0	1.5	1	6.2	

細骨材: 鬼怒川産川砂
 減水剤: 高性能AE減水剤、ナフタリン系
 増粘材: ホルマイト系鉱物



2) 試作機の実証実験

以上の経過をもとに試作機の完成後、当社機材センター
の屋外実験場で実証実験を行った。

ポンプ：シリンドー貫入式ピストンポンプ

圧送ホース：鋼管+樹脂コーティングホース

吐出口径：3B→2B

圧送距離：水平長さ150m、270m

その結果として最高吐出は60kgf/cm²テーパー、

ベント等を含めmあたりの平均圧力損失は0.22kgf/cm²/m、

直管のみの圧力損失は他の実験も含め0.11kgf/cm²/mであり
求める条件をほぼクリアし満足のいくものであった。

3) 実法面での実証実験

屋外実験場で当初の必要とした条件がほぼ満
たされたので実法面で確認のための実験を行う
こととした。

場所：関東北部の砕石工場における法面

ポンプ、圧送ホース：2)と同じ

吐出口径：3B→2 $\frac{1}{2}$ B

圧送高さ：45m

圧送総延長：144m

その結果は図-4に示す。スランプ25cmのうち

最高吐出圧は49.5kgf/cm²で予想範囲内の値であった。圧力損失をまとめると以下の通りである。

表 圧力損失一覧表

	圧 力 損 失 (kgf/cm ²) 1m当たり				水 平 換 算 距 離 (m)		
	90度ベント管	テーパー管	鋼管		90度ベント管	テーパー管	鋼管
スランプ15cm	2.55	—	0.28	スランプ15cm	9.1	—	1
スランプ25cm	2.27	2.0	0.11	スランプ25cm	33.1	18.2	1

これより、スランプ15cmに対し25cmの方が圧送性が良いことを示し直管よりテーパー管、テーパー管よりベンド管の方が圧送性が悪いことを示している。

4. まとめ

以上の実証実験の結果から、通常の土木工事における圧力損失に比べこの小口径、長距離ポンプ圧送においては当初かなり割増した値になると推定したが適当な混合材、混和剤を使用することによりほぼ同程度の圧力損失の範囲におさまっている。これよりこのポンプ施工の限界がほぼ分かりその後水平長さ500mの圧送実験で吐出出来、又首都圏のダム現場において圧送高さ93m、圧送総延長212mの位置の本工事でも無事打設が出来た。ここに当初目標としていた2～3B、高さ100mのポンプ施工はその圧送性において十分その目的を達した。これより従来施工出来なかった法面の長距離モルタル圧送が可能となり応用範囲が広がった。

謝辞：本研究に際しこの圧送ポンプの製作に協力していただいたヤマトボーリング（株）の皆様へ感謝致します。

配 合 比 (セメントに対し)					
セメント	細骨材	混合材 (%)	減水剤 (%)	増粘材 (%)	W/C (%)
1	3.6	2.0	1.5	1	5.5

配 合 比 (セメントに対し)					
セメント	細骨材	混合材 (%)	減水剤 (%)	増粘材 (%)	W/C (%)
1	3.6	2.0	1.5	2	5.7
					6.1

