

15. 水路造成システムの開発

和 田 光 召
嶋 田 英 之
(株)小松製作所 大阪工場

1 まえがき

当社は、沙漠の緑化をはじめ、乾燥地域の開発に必要な技術開発を行うため、数回にわたり、中近東諸国及びオーストラリア、アメリカなどの調査を続けて来た。これらの調査の結果をもとにして、乾燥地緑化システムからみた諸問題を整理すると、次の様に要約することが出来る。

- 1) 水資源を如何に確保するか。
- 2) 確保した水を如何に効率的に活用するか。
- 3) 如何にして、過剰の集積を防ぎ、土地を改良していくか。
- 4) 経済的に実施するために、現地で得られる天然資源を、如何に有効に活用するか。

これらの諸問題のうち、2)、3)項については、先に当社にて開発を終えた「アスファルト阻水敷設機」があり、今回、それに引き続き、水の輸送途中での漏水損失を防ぎ、水を有効に活用するために、現地で容易に入手できる耐水材料(例えば、沙漠の流砂+アスファルト、あるいは、ソイルセメントなど)を使用して、中小水路を経済的にライニングする技術を、システムとして開発して来た。ここにその概要を紹介する。

2 乾燥地域における水路網の概要及び問題点

中近東諸国は、農業基盤を整理し、食糧の自給率至少くも上げるために、長期計画による投資額の相当部分を農業開発に注ぎ込んでいる。イランに例をとれば、オ5次5ヶ年計画により、農業用水確保のため、ダムや主要幹線水路を建設して来たが、昭和53年春から始まるオ6次5ヶ年計画により、全イラン10プロジェクト、約100万haの灌漑施設を建設することになっている。

水路網の基準は、地帯により若干異なるが、概略図1の如くで、その末梢水路の延長距離は、実に10万kmにも達している。

この遠大な計画に対し、従来の工法では、末梢の中小水路の造成は、大半人力に頼っており、このため、未だライニングが行われぬおそれ、水の輸送途中での漏水損失が、35%にも達し、また流水による侵蝕崩壊のため、そのメンテナンスに多大な管理費を必要としている。

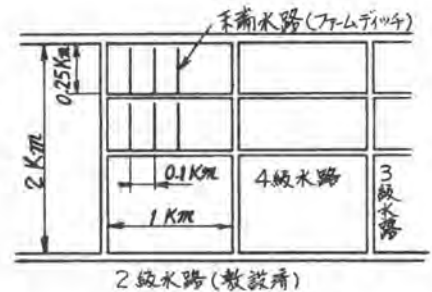


図-1 水路網の基準
(イスラン地区の例)

3 水路造成システムの概要

以上の問題を、種々の角度から検討し、当社技術研究所にて、基礎研究を重ねた結果、図2に示す

水路造成システムを考へ、中小水路を経済的にライニングするための、2種類のライニング機械を開発した。

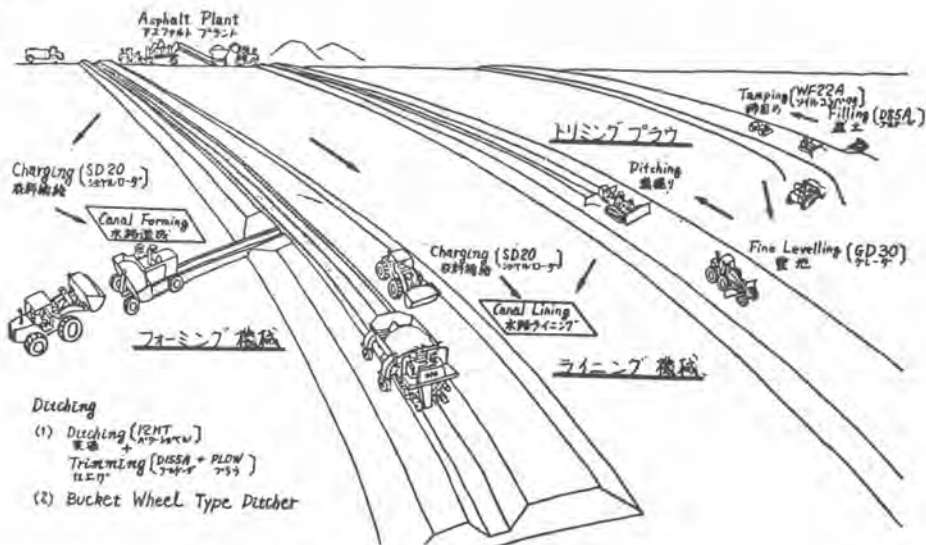


図-2 水路造成システム

即ち、平瀬の小水路には、清掘削工程を省略して、平坦な農地面上に直接ライニング材料を敷設し小水路を造成して行く「フォーミング機械」を開発し、中断面水路には、ライニング材料を節約するために、清掘削機、表面にライニングして行く「ライニング機械」を開発した。ライニング方式の場合、前記フォーミング水路と比べて、同サイズの水路では、材料費は約1/2に節約出来る。更に、清掘削工程に於いては、パワーショベル等による荒掘り後の溝の整形用として「トリミングプラウ」を開発し、盛土からライニングまで、全工程を機械化して、水路造成システム全体の作業能率向上を図った。

4 水路造成システムの特徴

本システムは、従来の施工法に比べて、次の様な特徴を有している。

- 1) 水路の全断面一休造成方式で、又、連続打設が可能のため、工期が大幅に短縮出来る。
- 2) 人力による施工を機械化し、省力化出来るため、人件費を大幅に削減出来る。
- 3) ライニングするために、水の漏水損失が5%を、2%以下に押えることが出来る。
- 4) 流水による侵蝕崩壊等のメンテナンスを省くことが出来る。
- 5) 施工地区に於けるライニング材料を使用出来るため、施工コストが有利である。

5 開発機種の仕様諸元と構造概要

5-1 水路造成機の仕様諸元

図3にフォーミング機械、図4にライニング機械の全体図を示し、表1に仕様諸元を示す。造成水路の断面形状は、スリッパフォームの形状を変えることにより、可変であるが、その1例を示す。

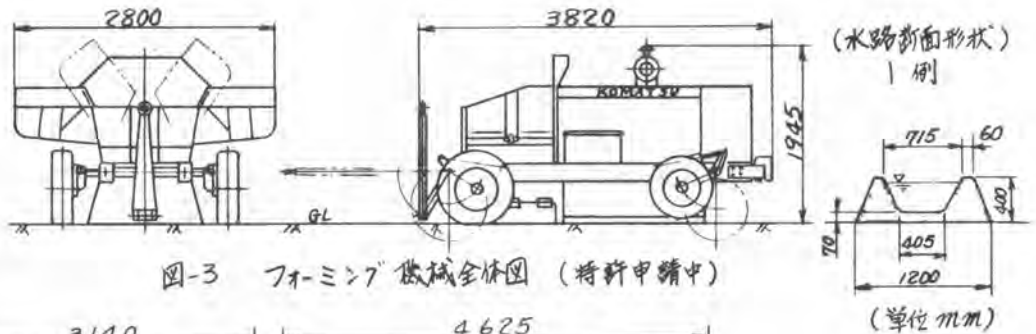


図-3 フォーミング機械全体図 (特許申請中)

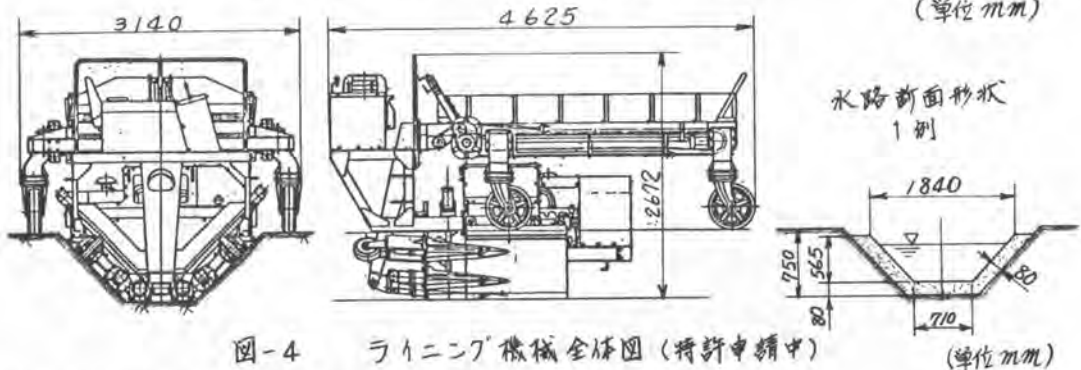


図-4 ライニング機械全体図 (特許申請中)

5-2 水路造成機の作動原理

フォーミング機械、ライニング機械は、作動原理は同じで、ホッパーに受けたライニング材料は、スクリュコンベア部に投入され、スクリュコンベアにより、スリップフォーム内に圧入される。(図5参照)

ライニング材料は、ここで必要な密度まで締められると同時に、そのスクリュスラストの反力を受け、機械は前進し、連続的に水路を造成またはライニングしていく。

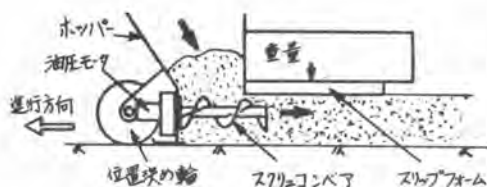


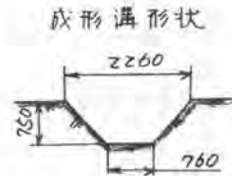
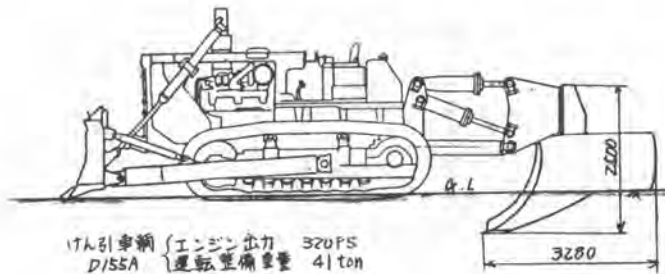
図-5 作動説明図

5-3 トリミングアライの概要

本機は、中断面水路をライニングする場合の前工程として、精度の高い梯形溝を成形するために開発されたもので、その概要を、図6に示す。

表1 仕様諸元

	フォーミング機械	ライニング機械
全長	mm 3,820	4,625
全幅	mm 2,820	3,140
全高	mm 1,945	2,672
運転整備重量	Kg 3,450	6,500
バラツ重量	Kg 300	800
ホッパー容量	m³ 1.2	2.8
エンジン型式	小松4D92-1B	小松4D92-1B
エンジン出力	PS/mm 35/2450	35/2450
定格造成速度	m/H 30	30
瞬間最大速度	m/H 40	45
環境仕様	熱帯砂漠仕様	熱帯砂漠仕様
水路材料	アスファルト合材 セメントモルタル コンクリート 土	アスファルト合材 セメントモルタル コンクリート



(単位 mm)

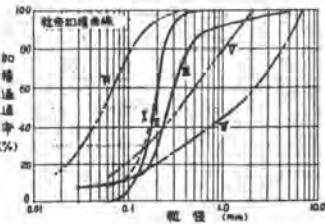
図-6 トリミングプラウ全体図 (特許申請中)

6 施工試験結果

6-1 ライニングテスト

図7にライニングテスト結果を示す。
アスファルト用骨材は、砂漠の流砂を想定し、主に三河砂6号を使用した
が、更に骨材に汎用性をもたせるため
各種の材料でテストした。

- ライニング骨材の骨材
- I : 三河砂6号
 - II : 三河砂6号
 - III : 砂
 - IV : 砂
 - V : 砂
 - VI : シリカ



本ライニング方式の主目的である漏水
性については、ダルシーの法則が通用
できるものとして、透水係数を算出
した。また、図1より水路の長さ250
m、流量 Q と仮定して、漏水率
を算出すると、透水係数の最も大きい
材料でも、2%以下に収まっております。

ライニングテスト

使用材料	テスト時の配合 (重量比)	使用時の材料温度	ライニング時の結果				備考
			密度	20°C 圧縮強度	65°C 圧縮強度	15°C 透水係数	
骨材I+アスファルト	1:0.08	90-110°C	1.50-1.67	0.55-0.70	0.07-0.13	$3.0-3.8 \times 10^{-5}$	
骨材II+アスファルト	1:0.08	130-140	1.50-1.60	0.44-0.49	0.03	$1.4-2.5 \times 10^{-5}$	
骨材III+アスファルト	1:0.08	130-140	1.82-1.94	1.91-2.47	0.07-0.13	$0.3-2.4 \times 10^{-5}$	
骨材IV+アスファルト	1:0.08	120	1.80	—	—	3.8×10^{-5}	モジュールテスト
骨材V+アスファルト	1:0.08	120	1.65	—	—	6.1×10^{-5}	モジュールテスト
骨材VI+アスファルト	1:0.18	120	1.99	—	—	0	モジュールテスト
骨材VII+水	1:0.1:0.1	常温	1.71	9.5	—	$7.9-11 \times 10^{-5}$	

図-7 ライニングテスト結果

また、初期には、数センチの漏水性があったも、やがて水に懸濁している微粒子が詰まり、漏水性は著しく減少すると考えられるため、十分実用に供し得ると判断する。

6-2 トリミングテスト

パワーショベルで荒掘りした後、トリミングプラウで掘削整形テストを実施した。掘土につい
は、まだ研究の余地はあるものの、トリミング効果は十分で、
(仕上げ面粗さ ± 2.5 mm以下) 従来の施工法(パワーショベルで
荒掘りした後、手仕上げ)に比べてユーザコストも低い。今
後更に研究を進め、実用化の方向にもっていきたい。

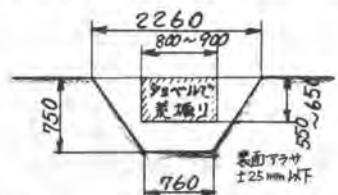


図-8 トリミングテスト (単位mm)

7 あとがき

以上、当社で開発した中小水路造成システムの概要を紹介したが、この技術を基礎にして、更に
大型水路にも取組むべく、大型バケットホイールタイプアディッチャーの開発に取りかかっており、
今後、乾燥地域の灌漑用水路に限らず、すべての地域で活用できる水路造成システムを確立して
いきたいと考えている。