

鹿島建設技術研究所

正員 重松 和男

正員 中矢 喜章

内藤 匠

I. まえがき

近年の海岸・港湾構造物の大型化にともない、これらの構造物へのアスファルトの利用も大規模なものが考えられるようになってきており、このような情勢に対処するために、新しい水中サンドマスチック注入工法（以下KSM工法と記す）の開発を行なったので、その概要を報告する。

なお、サンドマスチックとは、アスファルト、砂および石粉を混合したものであり、水中サンドマスチック注入工法とは、加熱混合したサンドマスチックを混成防波堤や護岸の捨石マウンドの水中部分に注入し、マウンドの安定性の強化あるいは堤体背面の土砂の吸出し防止を図るものである。

II. KSM工法の原理と特徴

KSM工法とは、図-1に示すような特殊な注入管を用いる水中サンドマスチックの注入工法であり、注入管は、ホッパーと、保温のために2重構造にした鋼管と、フレキシブル管（ホース）の3つの部分から成っている。

注入管の原理を図-2によって説明すると、(a)水の管内への侵入を防ぐために吐出口をシールした状態で注入管を建込む。(b)サンドマスチックを供給しシールをははずすと、吐出（注入）が始まる。(c)サンドマスチックの供給を止めると、管内のサンドマスチックは次第に減少し鋼管内の残留サンドマスチックのヘッドと管外の水圧とが鋼管の下端において釣り合った状態で、フレキシブル管は偏平になりサンドマスチックの吐出は止まる。一般に、鋼管による注入を行なう場合、注入管建込み時あるいは注入中

断時に水が吐出口から管内に侵入し易く、水が侵入した状態で高温のサンドマスチックを供給すると、サンドマスチックに触れた水は高压蒸気となって管内のサンドマスチックを吹き上げるため危険である。しかし、KSM工法では、フレキシブル管が偏平になると、管内にサンドマスチックが残留することによって水の管内への侵入が防止され、この点が本工法の大きな特色である。また、このフレキシブル管は、潜水夫の操作により吐出口の位置を半径1～1.5m程度の範囲で移動させ得るという利点も有している。

このようなKSM工法を他の在来工法と比較すると表-1のようであり、本工法は在来工法の欠点をなくし、長水深の場合でも比較的簡単な装置により流動性のよいサンドマスチックを連続的かつ均一に注入することができる工法であるといえる。

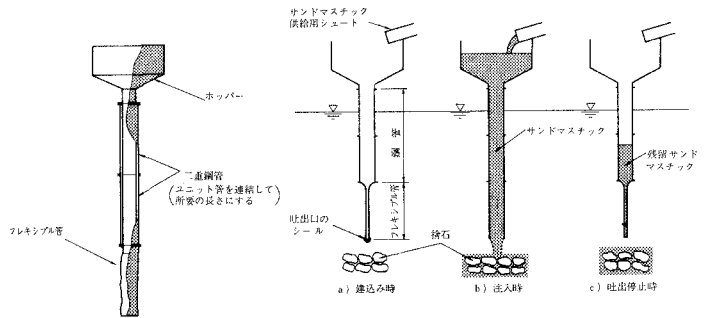


図-1 KSM工法に用いる注入管

図-2 フレキシブル管の機能

表-1 KSM工法と他の在来工法との比較

項目	注入方式	KSM工法	バケットシュート	パイプ
施工水深		大	大	小
適する施工場所		海底堤体斜面	主堤体斜面にかなり	主堤体斜面にかなり
注入状態		均一な仕上り	注入ムラあり	均一な仕上り
施工目的		捨石固結(過水壁)	捨石固結	捨石固結(斜面には不適)
設備		かなり純単	純単	小型・純単
急速施工性		かなり大	中	小
逆噴防止法		アスファルトによるシール	逆噴発生せず	逆噴発生せず

断時に水が吐出口から管内に侵入し易く、水が侵入した状態で高温のサンドマスチックを供給すると、サンドマスチックに触れた水は高压蒸気となって管内のサンドマスチックを吹き上げるため危険である。しかし、KSM工法では、フレキシブル管が偏平になると、管内にサンドマスチックが残留することによって水の管内への侵入が防止され、この点が本工法の大きな特色である。また、このフレキシブル管は、潜水夫の操作により吐出口の位置を半径1～1.5m程度の範囲で移動させ得るという利点も有している。

このようなKSM工法を他の在来工法と比較すると表-1のようであり、本工法は在来工法の欠点をなくし、長水深の場合でも比較的簡単な装置により流動性のよいサンドマスチックを連続的かつ均一に注入することができる工法であるといえる。

Ⅱ. 施工実績

KSM工法は、すでに表-2に示すような2ヶ所の現場において実績をあげているので、ここでは、その施工状況および施工結果の概略を紹介する。

(1) 現場Aの場合

現場Aは、混成防波堤を構築した後にその港内側を埋立てる計画のもので、サンドマスチックは捨石マウンド港内側の全面被覆を主な目的としていた。また、施工はケーソン上への注入設備の設置が困難であったために、図-3に示すように台船上行なった。台船には700t鋼台船を使用し、注入管、注入材料およびプラント設備一式(10m³ケトル2台、1.8m³クッカー5台、40t吊クローラークレーン1台、0.7m³ショベルローダー1台など)を積載した。

注入は、捨石が比較的大きいために、目潰し石を施工した後に行なうこととし、ホッパー1杯分毎の断続注入としたが、ほぼ完全な全面被覆を行なうことができた。

(2) 現場Bの場合

現場Bでのサンドマスチックは、捨石固結と根固めブロックの目地充填(目地間隙は5cm程度)を目的としたものである。また、施工は、岸壁に配置した35t吊りクローラークレーンで注入管を吊下げ、これにプラントで加熱混合したサンドマスチックを、バケットを積んだトラック2台で供給する方式とした。

注入は断続的なものであったが、捨石部および根固めブロック部のいずれも良好な結果が得られた。

表-2 施工実績

項 目		現 場 A	現 場 B
対象構造物		護岸捨石マウンド	護岸捨石マウンド
施工条件	水深(m)	6~8	9~12.5
	捨石(kg/個)	200~500	800
注 入 材	配 合 (スラブ:セメント:砂)	18:21:61	18:21:61
	注入温度(℃)	180±20	180±20
	フロー値(秒)	40±20	40±20
施 工 量	単位面積当り 注入量(kg/m ²)	250	790
	注入面積(m ²)	2,800	830
	総注入量(t)	714	657
施工速度(t/台)		80	60

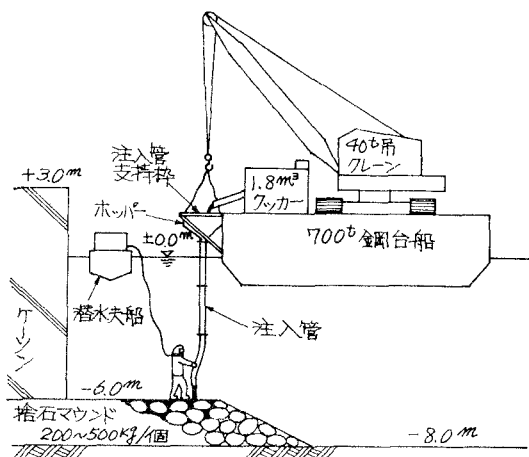


図-3 施工要領図

Ⅳ. 今後の問題点

以上のように、KSM工法に用いる注入管については、その機能の実用性が十分に示されたわけであるが、KSM工法の利点を生かすためには、各現場での条件に応じた合理的な施工体制を定めることが重要であり、そのためには、サンドマスチックの連続供給および連続注入あるいは、複数本の注入管による同時注入などについて今後さらに検討する必要があると考えられる。また、これまでの現場実験あるいは実施工において対象とした水深は最大13m程度であるため、さらに長水深の場合については、注入設備の能力および機能や潜水士の作業性などについて総合的な検討が必要であろう。

V. あとがき

海工事は作業可能日数が天候や波浪の状況に左右されやすく、また、安全性についても陸工事とは異なった配慮が必要となる。したがって、今後は、より安全で精度のよい急速大量施工が可能となるように、施工システムを全体的に検討してゆきたいと考えている。