

방파제 보호용 신형 콘크리트 블록 New Concrete Blocks for Protecting Breakwater

운 성 범*

Q 신공항, LNG 인수기지, 원자력 및 화력발전소와 같은 대형 임해 산업시설물이 속속 해안에 건설되고 있습니다. 그동안 방파제나 호안의 사면을 파랑으로부터 보호하기 위해 사석 또는 Tetrapod(TTP)를 주로 사용하고 있습니다. 요즘 외국에서는 안정성이 높고 공사비 절감효과도 있는 새로운 콘크리트 블록이 개발되어 사용되고 있다고 들었습니다. 신형블록의 종류와 각 방법의 장단점 등에 대해 좀 더 자세한 내용을 소개해 주시기 바랍니다.

A 해안의 사면보호공은 강한 파작용으로부터 경사면을 보호하고 또한 파에너지를 감소시켜 초음속높이와 월파를 방지해야 하므로 시공 후 표면에 요철이 심하고 공극이 큰 형태의 재료를 사용합니다. 반면 하천에서의 제방사면보호공, 교각 및 교대주변의 국부세굴 보호공은 표면이 거칠어지면 마찰을 증가시켜 흐름을 방해하므로 표면이 매끄러운 것이 좋습니다. 일반적으로 보호공은 개체 각각이 흐름에 의한 미끄러짐(sliding), 구름(rolling), 떠오름(lift) 등에 견딜 수 있어야 하므로, 개체가 크고 무거울수록 효과가 좋습니다. 그러나 개체가 커질수록 제작, 운반 및 거치에 어려움이 따르므로, 개체간의 엇물림(locking) 효과를 극대화시켜 작은 개체로서도 큰 효과를 낼 수 있는 여러 가지 형태의 콘크리트 블록이 개발되어 사용하고 있습니다.

하천제방이나 교각국부세굴 보호공은 주흐름을

방해하지 않으면서도 시공이 용이한 콘크리트 블록 매트가 많이 사용되는 추세입니다. 콘크리트 블록 매트는 그림 1과 같이 얇고 평평한 직육면체의 콘크리트 블록을 방식처리된 케이블(cable)로 연결하여 매트(mat) 형태로 제작한 것으로, 매트저면부의 양압력을 완화시키기 위해 블록자체에 구멍이 뚫려있는 것이 보통이며, 이를 통한 용출수에 의해 관공(piping)현상이 발생하지 않도록 토공섬유(geotextile)를 깔고 그 위에 블록매트를 부설합니다. 블록매트는 수중으로의 돌출부가 거의 없어 저

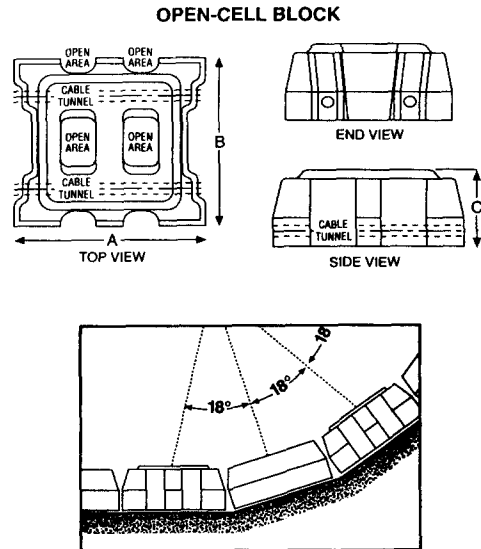


그림 1. 콘크리트 블록매트의 예

* 한양대학교 토목·환경공학과 조교수

면마찰이 사석보호공에 비해 현저히 적으므로 하천의 통수능을 감소시키지 않고, 또한 매트를 구성하는 블록개체를 서로 연결시켜, 전체로서 흐름에 저항하므로 작은 개체로서도 안정성이 높으며, 제작, 운반, 거치 등의 작업이 간단합니다.

파작용을 받는 해안사면 보호공은 사면의 재질이 유실되는 것을 막고, 파의 에너지를 감소시켜 파의 쳐오름과 월파를 방지해야 하므로, 하천제방에 사용되는 보호공과는 달리, 수중으로의 돌출부와 개

체간의 공극이 많으면서, 엇물림 효과가 뛰어난 형상이 좋습니다. 현재 우리나라에서는 파랑작용이 상대적으로 미약하고 조석류의 영향이 큰 서해안의 경우 재료확보가 쉬운 사석보호공을, 파랑이 심한 남해안과 동해안에서는 콘크리트 보호블록의 일종인 Tetrapod를 주로 사용하고 있으며, 간혹 Tribar를 사용한 경우도 있습니다. 외국에서는 이외에도 Antifer block 및 Dolos 등이 사용되기도 합니다(그림 2 참조).

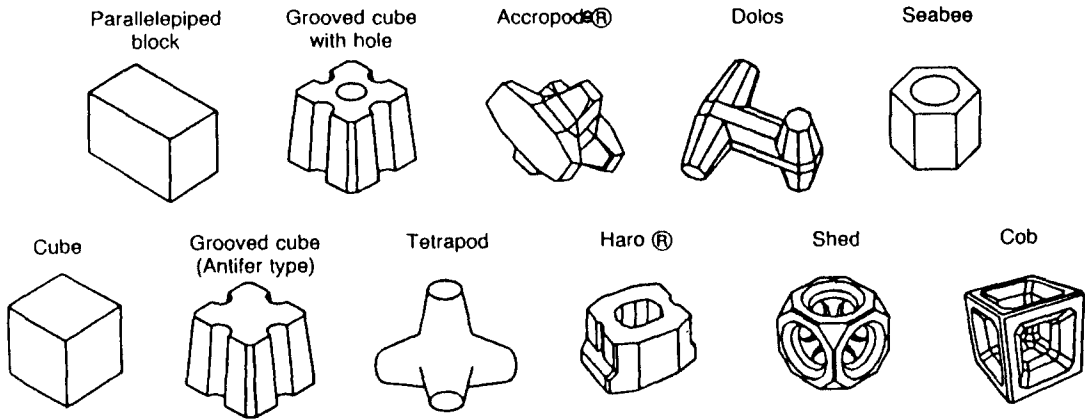


그림 2. 여러 형태의 콘크리트 보호블록

거의 모든 보호블록은 사면위에 2개층 이상을 난적(random placing)하여 엇물림효과와 공극을 증대시키는 것이 원칙입니다만, 우리나라에서 주로 사용하는 Tetrapod의 경우 하부층을 윽게, 상부층을 거꾸로 하여 정착하는 경향이 있습니다. 이 경우 난적의 경우보다 엇물림효과가 감소하여 상부층이 일단 유실되면 하부층도 연쇄적으로 취약해질 것이 예상됩니다.

1953년 Tetrapod를 개발하여 보급시킨 불란서 Sogreah사에서는 최근에 Accropode라는 새로운 형태의 콘크리트 블록을 개발·상용화 하였습니다. 이는 2개의 팔이 짧은 Dolos를 붙여놓은 형태로서, 일반적인 콘크리트블록이 경사가 1:1.5(V:H)인 사면에 2개층으로 거치하는 반면, Accropode는 1:1.33의 약간 더 급한 사면에 1개층으로 거치하여, 상부블록의 자중이 하부블록에 가해지므로 엇물림효과가 증대되어 작은 개체로서도

파작용에 충분히 저항할 수 있는 특징이 있습니다. 따라서 콘크리트 양을 다른 형태의 블록에 비해 약 40% 정도까지 줄일 수 있고, 블록제작시 2개의 측면 거푸집만을 사용하므로 콘크리트 타설 후 최종 강도의 반정도에 이르면 거푸집을 조기에 제거할 수 있어 제작속도가 빠른 장점도 있습니다. 또한 1개층만 시공하므로 2개층 공법에 비해 작업속도가 빨라 공사기간을 상당히 단축시킬 수 있다고 보고되고 있습니다. 다만 작은 개체로서도 충분한 효과를 얻을 수 있어 보호층 두께 감소에 따른 전반적인 공극감소는 불가피하므로 이에 따른 파의 쳐오름과 월파는 다른 공법에 비해 약간 증가될 가능성이 있습니다.

Accropode는 개체 중량이 2~67ton의 16종류가 있고, 입사파고와 쇄파여부에 따라 크기를 결정할 수 있도록 간단한 표가 작성되어 있으며, 예를 들어 입사파가 구조물 전면에서 쇄파직전의 파고

10m일 때 개체중량 67ton의 Accropode를 적용합니다. 다음의 표는 다른 형태의 보호블록과의 성능 비교를 정량적으로 제시한 것이며, 표 중의 Kd는

Hudson 공식(Shore Protection Manual : SPM, 1984)에 사용되는 안정계수로 Kd가 클수록 요구되는 개체의 크기가 작아집니다.

Table. Quantitative comparison of main armour units

Armour units		Accropode	Tetrapod	Dolos	Antifer cube
Number of layers		1	2	2	2
Armour slope H/V		4/3	3/2	2/1	3/2
Porosity %		52	50	56	45
Breaking waves Kd		12	7*	15/6*/2	9*
% Damage		0	5	5	5
Armour concrete volume	per m ² of slope	0.2Hs	0.35Hs	0.25Hs	0.38Hs
	relative quantity of armour concrete	1.0	1.9	1.5	2.0

* Shore protection manual-CERC 1984 edition

Accropode는 1981년 상용화된 이래 1995년 2월 현재 전세계적으로 75개 현장에 적용된 바 있으며, 특히 아시아 지역에서는 일본 동북지방의 Haramachi 화력발전소, 마카오 국제공항 및 태국

의 Prachaup 공업항 등의 호안 및 방파제 공사에 적용되어 상당한 공사비 절감 및 공사기간 단축효과를 거둔 것으로 알려져 있습니다. ☺