

신형 중간피복용 블록의 개발(1)

권혁민* · 이달수*

1. 서론

연안 구조물의 대표적인 형식인 경사식 방파제 또는 호안의 축조시에 이형블록을 전면에 피복하여 사석부의 제체를 보호하는 형태가 널리 채택되고 있다. 이러한 연안 구조물의 축조 형식은 오랜 경험 및 피복용 이형블록의 고안과 더불어 변형, 발전된 공법이다. 최근 물동량의 증가 및 선박의 대형화 등으로 인해 기존 항만의 확장시에 대수심 쪽으로 전진, 배치되는 추세에 있으므로 大波浪에 대응하기 위한 피복재의 중량 증가가 예상된다. 또한, 향후 신규 항만의 개발은 기존의 항만보다 악조건의 축조 환경 및 大波浪을 대상으로 할 가능성이 높다. 한편, 연안 구조물에 대해서는 수리적으로 안정한 단면에 대한 추구뿐만 아니라 경제적으로 유리한 단면에 대해서도 부단한 연구가 수행되어 왔다. 이와 같이 경제적으로 유리한 단면의 고안과 사회적인 요구를 충족시킬 수 있는 새로운 경사 단면의 공법을 위한 기술이 요구되고 있다.

기존의 경사식 방파제와 호안의 경우 제체를 구성하는 주재료는 자연석이다. 기존의 표준 단면 설계법에 의하면 전면피복재와 하부 사석의 중량비는 1:1/10에 해당한다(Costal Engineering Research Center, 1984). 그러나 大波浪에 상응하는 전면피복재는 인공블록을 사용하면 소요중량(W)을 확보할 수 있으나 하부 사석의 경우는 상당중량 ($1/10$) W 의 확보가 쉽지 않다. 중간피복블록의 개발 예는 찾기 힘들으나 우리나라의 경우 전면피복블록의 하층에 기존의 이형블록을 거치하여 시공한 예가 있다. 현재 시공된 예로는

- 울진 원자력발전소의 배수를 위한 외곽방파제에 64 ton 테트라포드의 하부에 25 ton tribar 거치
- 서귀포항 외항방파제에 72 ton 테트라포드의 하부에 27 ton tripod 거치
- 안목항의 외곽방파제에 52 ton 테트라포드의 하부에 5.2 ton tripod 거치

등을 들 수 있으나 이러한 기존 단면의 수리적 특성은 충분히 밝혀지지 않았다. 중간피복블록은 공정상 노출시 및 전면피복블록과 동시에 거치됐을 때, 단면 전체의 수리적 안정성에 관한 특성을 명백히 밝혀야 한다.

본 연구에서는 항만 구조물의 구성 요소중 전면피복재의 하부에 거치하는 자연석을 대체할 수 있는 신형 인공블록을 개발하여 연안 구조물의 수리적 안정성 및 경제성을 향상시킬 수 있는 하나의 요소기술을 제안하고자 한다.

2. 신형 중간피복블록의 형상 및 치수

본 연구에서 개발한 신형 블록 Type I과 II의 형상 및 치수를 Fig. 1에 제시하였으며, 그림에 제시된 바와 같이 각각의 치수는 최대 길이 $C = 100$ 에 대한 상대 치수 값으로 표시하였다. 먼저,

* 한국해양연구소, 연안·항만공학연구센터

Type I은 정사각형의 모서리 부분에 4개의 다리를 가지고 있으며 그 상부가 경사진 특징을 가진다. 4개의 다리는 전면피복블럭과의 미끌림에 대한 멈춤(stopping)을 유도하게 하기 위하여 몸통 부위로부터 돌출시켰다. 단, 전면피복블럭들 사이의 맞물림 등 거치 특성을 저해시키지 않기 위해 5%의 작은 턱을 두었다. 제작 및 거치의 용이성을 위해 전후좌우 및 상하 대칭 형상으로 하였으며, 몸통의 중앙 부분에는 구멍을 두어 양력의 분산을 유도함과 동시에 水脈이 투과하도록 했다. 또한, 4개의 다리는 사각형으로부터 상하부의 끝 부분에 대해 모따기를 하여 블럭 위의 흐름을 교란시키고자 하였다. Type II는 Type I의 형상으로부터 상부의 돌출부를 제거하여 블럭의 제작시 간편하도록 변형한 형상이다. 몸통의 치수는 전면피복블럭의 거치시 및 거치후의 파괴를 방지하기 위하여 기존의 중간피복블럭으로 사용된 예가 있는 tripod와 유사한 X블럭(주식회사 TETRA, 1997)보다 약 10%를 증가시켰다. 양력 분산을 위한 사각형 구멍은 다이아몬드 형태로 배치하여 몸통 부위의 직선으로부터 동일한 거리를 유지시켜 응력의 집중을 피하도록 했다. 제작시 거꾸집의 해체를 용이하도록 하기 위하여 다리의 외각부 연직 방향의 끝선을 모따기로 처리했다.

신형 블럭 Type I의 치수로부터 체적은 C 를 변수로 하여 표시하면 식 (1)과 같다.

$$V_I = 0.2134 C^3 \quad (1)$$

따라서 중량은 식 (1)에서 구한 체적에 콘크리트의 단위체적중량(2.3 ton/m³)을 곱하면 된다. Type II의 체적은 다음 식으로 주어진다.

$$V_{II} = 0.19145 C^3 \quad (2)$$

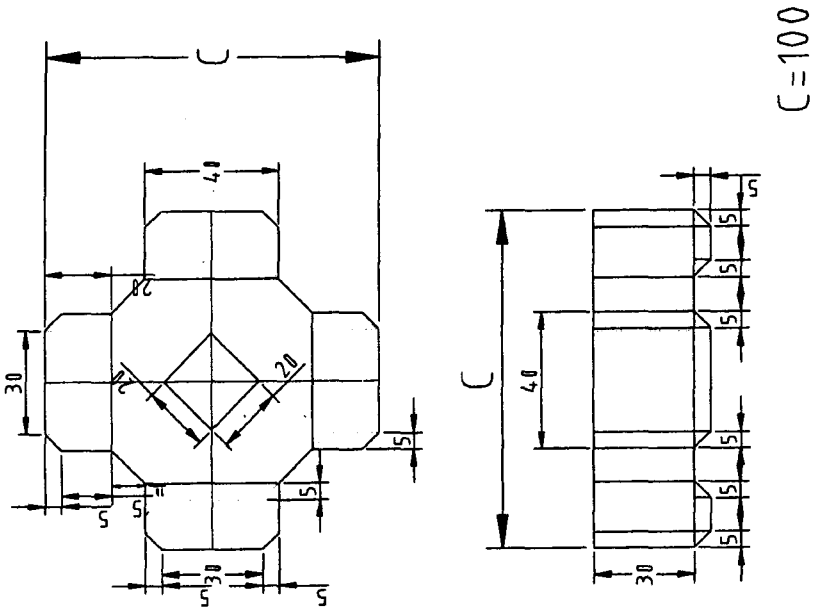
3. 거치 형상

거치 형상은 맞물림 정도와 공극률을 지배하므로 블럭의 안정성에 영향을 준다. 본 연구에서는 Fig. 1에 보인 2가지 형상의 블럭의 가능한 거치 방법을 검토하였다. Fig. 2에는 비교, 검토를 위한 3가지 형태의 거치 형상 Case I, Case II, Case III를 제시하였으며, 이들의 공극율은 각각 33.3, 37.0, 33.0 %이다. Case I은 정적에 가까운 형상을 하고 있으며 블럭들이 서로 잘 맞물려 있다. 그러나 Case II의 경우는 블럭간 맞물림이 없이 서로 자기 위치를 가지고 있으며 3가지의 형상 중 가장 공극률이 크다. Case III의 경우는 각 블럭이 비스듬하게 서로 맞물려 있는 형상을 하고 있다. 또한, Case III는 블럭의 어떠한 부분으로도 거치가 용이함을 알 수 있다.

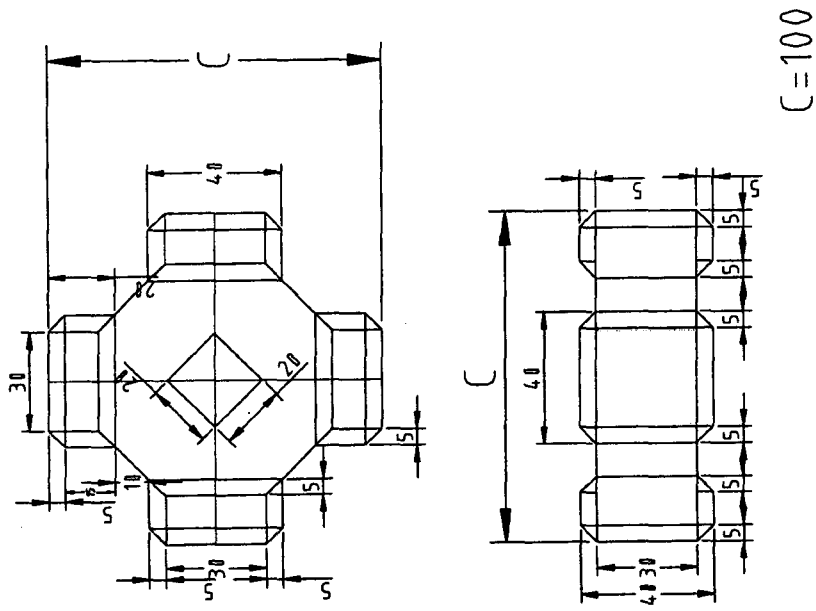
4. 노출 안정성 실험

방파제 또는 호안 등을 축조함에 있어서 중간피복블럭이 파에 노출되는 때가 있으므로 이의 수리적 안정성에 대한 정보가 필요하다. 본 연구는 Fig. 1에 제시한 2가지 형상에 대해 Fig. 2의 3가지 거치 형태에 대한 수리적 안정성을 검토했다. 실험을 위해 한국해양연구소에 설치된 길이 53 m, 폭 1 m, 높이 1.2 m의 2차원 수조를 사용했다. 파는 불규칙파를 사용하여 파고 및 주기를 변화시키면서 수행했다.

실험조건은 블럭의 크기, 예상 안정도, 모형의 크기, 파의 제원, 수조의 제원 등의 상호 관계를 고려하여 비윌파, 비쇄파 조건으로 실시했다. 구체적인 항목으로서 C : 신형 블럭의 기본 치수, V :

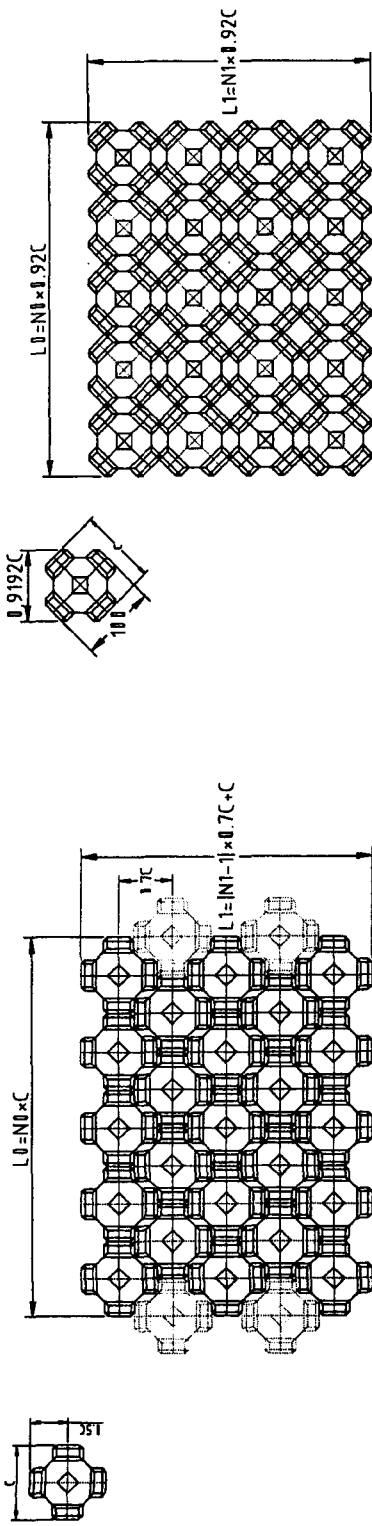


Type II

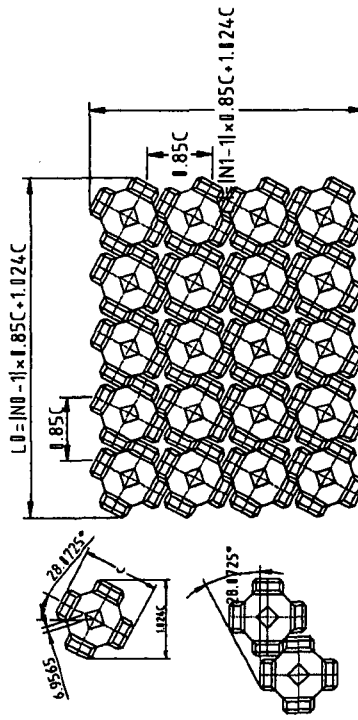


Type I

Fig. 1 Shapes of an New Block, Type I and Type II ($C=100$)



Case II



Case III

Case I

Fig. 2 Placements of an New Block

부피, W : 중량, K_D : Hudson의 안정계수(예상값), $H_{1/3}$: 유의 파고, H_{max} : 최대파고, D_s : 제체 전면수심, R_u : 처오름 높이, D_s+R_u : 제체 높이, RL : 천단고 등을 결정했다.

실험 대상 단면의 경사는 1:1.5로 했다. 실험의 관찰은 목측에 의해 이탈을 중심으로 수행했다. 관찰 결과의 해석을 위하여 Hudson의 안정계수(K_D)에 대한 피해율을 산정하였다. 결과는 Hudson의 안정계수에 대한 피해율로 표시했다. 이 때 피해율은 전체 피복블럭의 개수에 대한 이탈 블럭의 개수로 산정했다. Fig. 3과 Fig. 4는 각각 형상 Type I과 Type II에 대한 실험 결과이다. Fig. 3과 Fig. 4를 비교하면 알 수 있듯이 Type I의 경우가 Type II의 경우보다 더 안정함을 알 수 있다. Type I의 거치형상에 의한 안정성은 Case II의 경우가 가장 수리적으로 안정하며 Case III의 경우는 無破壞에 대해 $K_D = 4\sim 5$ 사이에서 안정함을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서 실시한 신형 중간피복블럭의 노출 안정성 실험에 대한 결론은 다음과 같다.

- 신형블럭 형상 Type I이 Type II보다 더 안정하다.
- 신형블럭이 파에 노출됐을 경우 거치형상 Case II가 가장 안정하다.
- 신형블럭은 맞물림보다 공극률이 안정성 향상에 더 큰 영향을 준다.
- 신형블럭 형상 Type I에 대한 거치형상 Case II 및 Case III의 경우 1:1.5사면에 대해 K_D 값은 비쇄파조건에 대하여 無破壞 조건시 각각 10 및 4.5에 상당한다.

현재 전면피복블럭과 중간피복블럭간의 적정 중량비 추정을 위한 기초실험이 진행중이다.

사 사

본 연구는 한국해양연구소의 기관고유사업 “연안방재 구조물의 설계기술 개발”의 연구 결과의 일부임을 밝힙니다.

참고문헌

해운항만청 제주항건설사무소. 1992. 서귀포항 외항 방파제 실시설계용역 보고서. 160p.

주식회사 TETRA. 1997. X-block 팜플렛.

Coastal Engineering Research Center. 1984. Shore protection manual. Department of the Army, US Army Corps of Engineers.