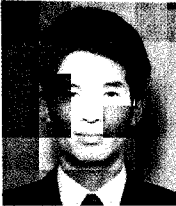


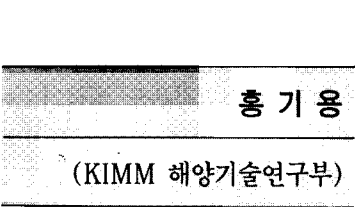
해역 정온화기술의 현황과 전망



김 현 주

(KIMM 해양기술연구부)

- '81-'85 부산수산대학교 해양공학과(학사)
- '85-'87 부산수산대학교 해양공학과(석사)
- '88-'95 부산수산대학교 해양공학과(박사)
- '95-현재 한국기계연구원 선임연구원



홍 기 용

(KIMM 해양기술연구부)

- '80-'84 서울대학교 조선공학과(학사)
- '84-'86 서울대학교 조선공학과(석사)
- '89-'93 Texas A&M University(박사)
- '94-현재 한국기계연구원 선임연구원



최 학 선

(KIMM 해양기술연구부)

- '68-'76 인하대학교 조선공학과(학사)
- '79-'81 인하대학교 조선공학과(석사)
- '87. 8 기술사(조선공학)
- '75-'77 현대중공업
- '77-현재 한국기계연구원 선임연구원

1. 서론

연안역에는 풍부한 자원이 부존하고 있으나 난개발 및 오염에 의한 연안의 황폐화와 거친 외력 환경으로 인해 효율 높게 이용되지 못하고 있다. 해양자원의 효율적인 이용을 위한 파랑제어, 유동제어 및 환경제어를 해역제어기술이라 할 수 있다. 해역제어기술은 시대에 따라, 사회적 요청에 따라 기술체계나 개념이 변화여 왔다. 우리나라는 오래 전부터 수산 및 해운활동이 용이한 내해역 및 폐쇄성 내만을 이용해 왔고, 최근 이를 중심으로 임해도시 및 공업단지 등이 조성되어 공간자원으로 이용되고 있다. 이는 내해역 및 폐쇄성 내만의 해양외력환경이 개방성 만역이나 외해에 비해 해상상태가 비교적 정온하였기 때문이다.

그러나, 천연형 정온수역인 내해역 및 폐쇄성 내만은 대부분 개발되어 이용되고 있으며, 무분별한 연안개발 및 오염 부하가 자정능력을 상회하고 있어 보호가 시급한 실정이다. 이로부터 해양공간의 유효이용이라는 관점으로 부터 지금까지 비교적 이용도가 낮았던 개방성 만역이나 외해역을 적극적으로 활용하는 것이 중요한 의의를 가지게 되었다. 개방성 만역이나 외해역은 환경적 조건은 양호한 반면, 해양외력환경이 거칠기 때문에 적절한 해역 정온화 대책을 강구하지 않으면 안된다.

최근, 선진 해양국에서는 연안역의 고도 이용 및 개발을 위한 각종 정책 및 방안들이 제시되고 있으며, 그 대표적인 것이 연안역 통합관리(Integrated Coastal Zone Management), Mitiga-

tion 등이다^[1]. 이러한 연안역 이용/개발 방안은 연안자원의 활용에 있어서 환경과 조화를 이루는 지속가능한 이용 및 개발을 목표로 한 것으로서 그 실현을 위한 각종 요소기술의 개발과 체계적인 실현이 연구되고 있다. 이를 위한 해양구조물의 설계개념은 종래의 설계개념인 경제성과 안전성에 부가하여 경관성과 생태계 환경성을 고려하는 방안이라 할 수 있다^[2]. 따라서, 해양공간의 유효이용을 위한 방안의 하나로서 고려되고 있는 대형 복합플랜트의 개발도 이러한 측면에서 부유체 설계 및 제작기술, 계류기술, 현지시공기술 뿐만 아니라 파랑제어기술, 환경영향평가 및 완화기술, 생태계 창조 및 복구기술 등의 많은 연구분야의 지원을 받아야 하며, 산재해 있는 과제들을 해결해 나가야 한다.

본 고에서는 대형 복합플랜트에 대한 외력작용의 극소화와 구조물을 중심으로 한 주변해역의 방재 및 친수공간 기능 극대화를 위한 해역정온화 기술에 대해 파랑제어구조물을 중심으로 종합적으로 조사·기술하고자 한다. 또한, 파랑제어구조물의 소파기구 및 기능을 체계적으로 정리하고, 해역의 정온도 해석 절차 및 기법, 해역정온화 기술과의 연관성을 단편적으로나마 고찰함으로써 대형 복합플랜트 개발을 비롯한 새로운 해역 이용 및 개발에 적합한 파랑제어구조물의 개발 방향을

논의하고자 한다.

2. 해역정온화 기술의 구분 및 현황

2.1 해역정온도 해석 절차

해역의 정온도 향상은 천수변형, 굴절, 회절, 쇄파, 난류 및 계면마찰 등의 파랑변형이나 감쇠기구를 이용하여 파랑에너지를 제어함으로써 달성할 수 있다. 해역의 이용 및 개발 계획에 따라 적정 정온도가 설정되면, 파랑제어 구조물을 개발 또는 선정하여 건설 및 배치한 후 대상해역의 적정 정온도를 만족하는지를 기준으로 그림 1에 도시한 바와 같은 수순 및 절차로 해석·평가하게 된다. 또한, 적용성 평가 뿐 아니라 이용·개발 계획단계에서 부터 시공에 이르기까지 해역의 안전한 이용, 환경 보전, 경제성 및 경관 등을 종합적으로 고려한 해석 및 고려를 염두에 둔 계획, 조사, 실시 및 평가 절차가 필요하다.

여기서, 핵심기술은 파랑제어구조물의 안정성 및 기능 극대화 기술과 이의 적용성 평가 및 최적배치 계획 수립을 위한 해역정온도 해석기술이라 할 수 있다. 이를 위해 다양한 이론해석, 수리실험, 수치실험 기법들이 개발되고 있으며, 파랑제어구조물의 개발과 해역정온도 해석과정에 이러한 기법들이 적용되고 있다.

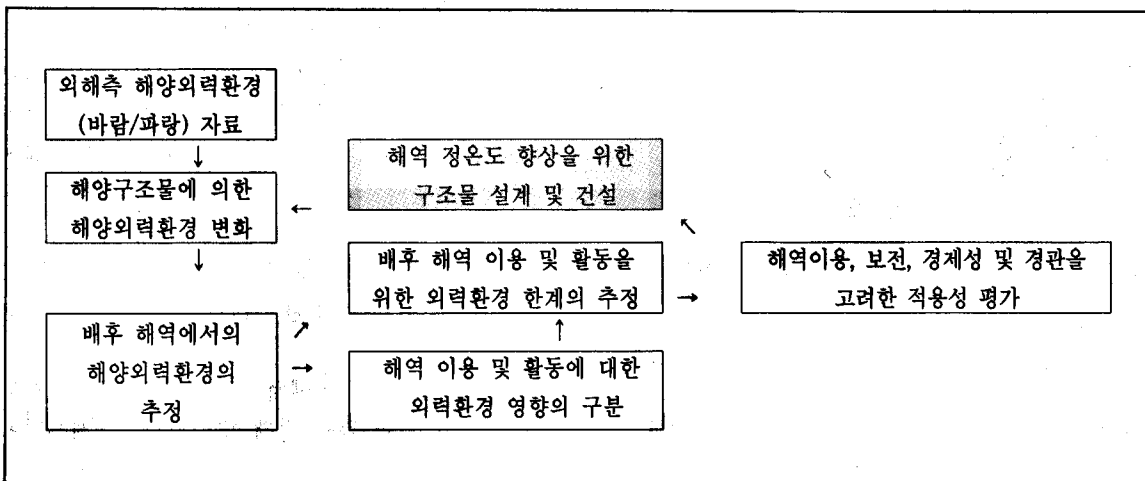


그림 1. 해역 이용 및 개발을 위한 정온도 해석절차 (Goda(1985)의 자료^[3] 수정).

2.2 해역정온화 기술의 종류

해역정온화를 위한 파랑제어법은 ① 발생원인을 제어하는 방법, ② 발생파를 제어하는 방법, ③ 소파시키는 방법으로 대별할 수 있다. 현실적으로 ①은 곤란하며, ②는 발생되어 진행해 오는 파의 파고, 주기 및 파향을 제어하는 것으로 해저지형의 변화, 해·조류 및 하천수 유입 등의 흐름과 섬이나 구조물 등을 이용한 천수변형, 굴절, 회절, 간섭기구를 이용하여 파랑을 변형시키는 제어방법이다. ③은 지형, 구조물, 계면 등을 이용한 쇄파, 난류 및 계면마찰 등으로 파랑에너지를 감쇠시키는 제어 방법이다. ②, ③은 파랑에너지를 대상해역 밖으로 편향시켜 버리는 방법과 파랑에너지 자체를 감쇠시키는 방법이라 할 수 있다. 2)의 경우 반사파나 굴절파의 집중에 의한 2차적 해안 재해가 문제가 될 수 있으나, 집중된 파랑에너지를 이용하고자 하는 경우는 오히려 효과적인 방안이라 할 수 있다.

해역정온화를 위해서는 대상 해역의 해양외력환경과 지형적 특성을 고려하여 인공적인 지형변화 및 구조물 설치를 통한 효과적인 파랑제어가 필요하다. 따라서, 해역정온화기술은 파랑제어구조물의 단면 형상 및 규모, 재료 등에 의한 소파 성능 해석기술과 구조물의 배열에 따른 정온도 해석기술로 대별되며 이들 요소기술의 정립과 응용이 필요하다. 또한, 해·조류 및 파랑에 의한 흐름과 관련한 해양물리환경의 변화 등을 종합적으로 고려하여 설계 및 배치를 최적화기술이 필요하다^[4].

2.3 해역정온화 구조물의 종류 및 특성

해역정온화구조물로 널리 사용되어 온 것은 방파제를 중심으로 한 인공 reef와 잠재 등의 파랑제어구조물이며, 부차적인 기능상 도류제, 이안제, 돌제 등도 넓은 범위에서 포함된다. 해역정온화구조물의 건설기술에 대해서는 지금까지 오랜 동안 조사연구가 지속되어 왔으며, 최근 다양한 해안역 이용 요구와 정세 변화에 대응하여 다양한

형식의 구조물이 연구개발되고 있다.

파랑제어구조물은 고정식^[5](그림 2), 부유식^[6](그림 3), 기타 형식^[7](그림 4)으로 대별된다. 파랑제어구조물의 분류는 구조 형식, 재료, 소파기구 등에 따라 달라질 수 있으며, 본 고에서는 구조물의

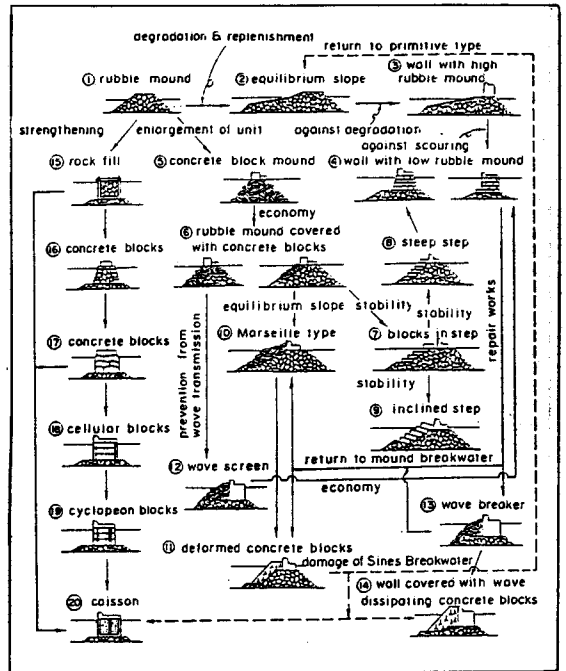


그림 2. 고정식 파랑제어구조물의 종류와 변천과정^[5]

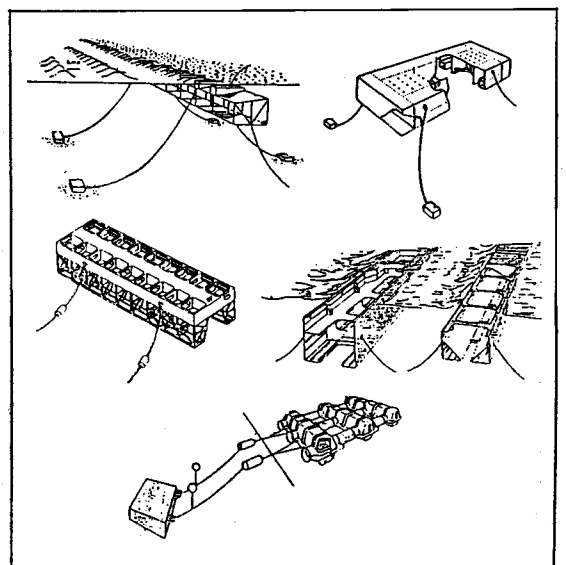


그림 3. 부유식 파랑제어구조물^[6]

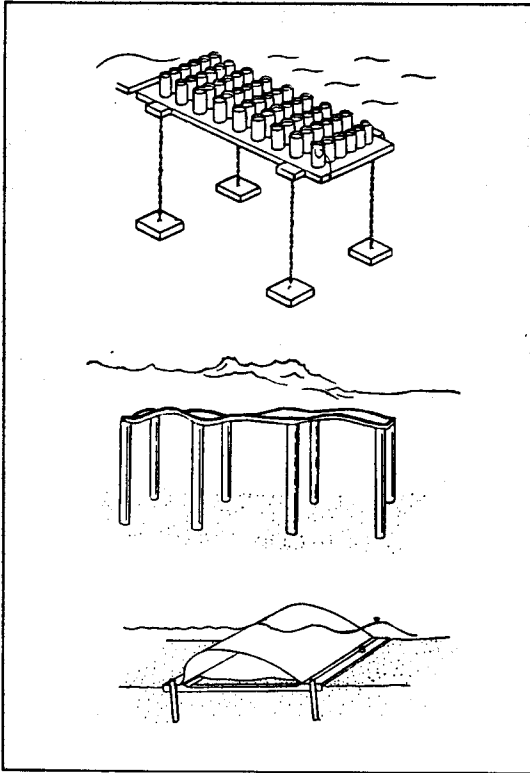


그림 4. 특수한 파랑제어구조물의 예⁷⁾.

구조 형식을 중심으로 설계·해석의 관점, 소파기구 등을 고려하여 표 1과 같이 분류하였다. 표로부터 알 수 있듯이 고정형, 부유형, 특수형으로 대별할 수 있고, 고정형은 구조물의 형상 및 재료 등에 따라 경사제, 직립제, 혼성제, 특수방파제, 잠제 및 인공 reef로 분류할 수 있고, 부유형은 소파구조체의 위치에 따라 해상 부유식 및 해중 설치식으로 분류할 수 있다. 또한 수류나 기포에 의한 방파제 등이 있다. 또한, 그 재료는 철근 콘크리트, 강관 및 판, FRP, 유연막 등이 이용되어 왔다. 사용목적에 따라서는 파랑에너지의 소산에 의한 배후의 정은 해역 확보 및 파력, 월파 등에 의한 재해 예방을 위한 방파용이나 선박 접안이 주목적이며 월파방지와 해안침식의 보호를 목적으로 한 호안용, 해양에너지 이용형과 해수유동제어형 등이 있다.

한편, 해수유동 제어구조물⁴⁾에는 도류제, 유연막벽, 수로공, 순환류공, 인공용승구조물, 인공해조, 동력을 이용한 해수교환촉진구조물 등이 있다. 이들은 그림 5에 나타난 것과 같이, 구조물이나 동력을 이용하여 강제적으로 해수유동을 제어함

표 1. 파랑제어구조물의 종류

고정형	경사제	1) 사석제 2) 소파블록 경사제
	직립제	1) 케이슨식 직립제 2) 블록식 직립제 3) 셀형 블록 직립제 4) 콘크리트 단괴 직립제
	혼성제	1) 케이슨식 혼성제 2) 블록식 혼성제 3) 셀형 블록 혼성제 4) 콘크리트 단괴 혼성제
	특수방파제	1) 말뚝식 방파제 2) 커텐제 3) 강관제 4) 해중 평판형 방파제 5) 인공해조 방파제
	잠제 및 인공 reef	1) 사석 잠제 2) 블록 잠제 3) 유연막 방파제 4) 사석 reef 5) 소파블록 reef
부유형	해상 부유식	1) 상자형 부방파제 (항계류식 부방파제 포함) 2) 압기형 부방파제 3) 유연막 수하식 4) 활절판형 부방파제 5) 표층시트형 방파제
	해중 설치식	1) 중층 에어백 방파제 2) 공기주머니대 방파제 3) 중층 시트형 방파제 4) 중층 압기형 방파제
특수형	1) 공기방파제 2) 수류방파제 3) 인공해조제	

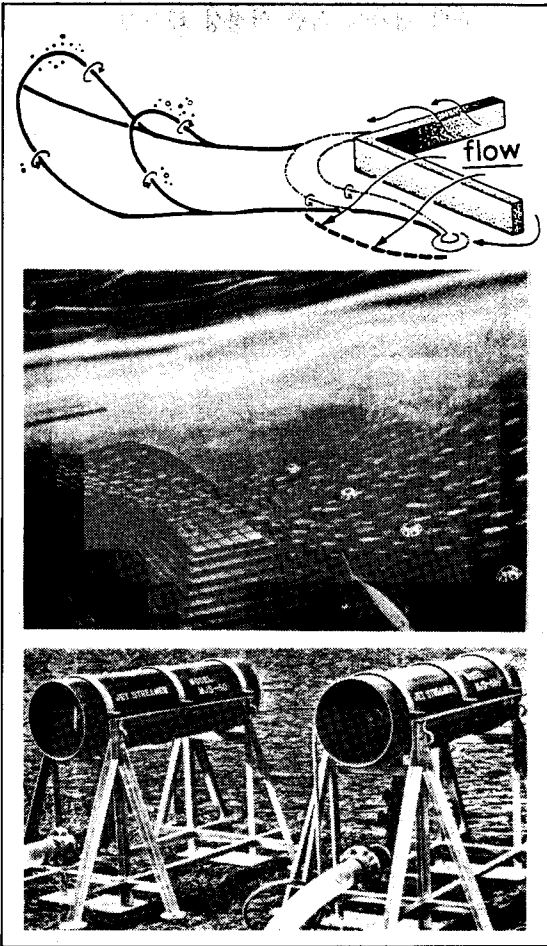


그림 5. 해수유동제어구조물 및 장치.

으로써 특정해역의 해수교환 촉진에 의한 수질 개선이나 특정 구조물에 대한 유체력 작용을 완화시키는 방법으로서 해역정온화 기능을 부가적으로 가진다.

이들 파랑제어 구조물은 해양외력환경, 설치수심 및 배후공간의 이용 계획 등을 중심으로 검토하고, 구조물의 특징 및 장단점을 고려하여 신중히 개발 또는 선정하여야 한다. 구조물의 특성은 형식, 관점 등에 따라 다르나 고정식과 부유식으로 대별해 볼 때 각 장·단점은 다음과 같다. 고정식은 ① 투과파가 적고, ② 장파의 소파도 가능하며, ③ 설계 및 시공기술이 비교적 정립되어 있으며, ④ 내구성이 좋고, ⑤ 유지관리가 비교적 수월하다. 한편, 부유식은 ① 대수심 및 연약지반에도 적용성이 좋고, ② 해수교환이 양호하며, ③ 현장작업이 적으며, ④ 이동 이용이 가능하며, ⑤ 조차가 큰 지역에서의 접안 및 계선이 용이한 장점이 있다.

파랑제어구조물의 소파기구는 마찰형, 위상차형, 반사형, 강제쇄파형, 수립자운동 파괴형 등으로 고려할 수 있으며⁸⁾, 부유식의 경우 이들 중 어떤 소파기구를 채용하느냐에 따라 수동형(반사형+마찰형), 능동형(위상차형)으로 분류되기도 한다. 이러한 소파기구의 적용예를 표 2에 정리해 놓았고, 파랑제어구조물의 개발을 위한 기초개념으로 참조할 수 있다.

2.4 파랑제어구조물의 설계기술

전통적인 파랑제어구조물의 설계는 크게 단면설계와 배치설계로 구분할 수 있다. 단면설계의 경우, 반사파 및 월파 제어와 소파 등의 파랑제어 기능과 해양외력에 대한 안정성 해석에 의한 최적 단면의 도출이 주요 설계기술이다. 배치설계는

표 2. 파랑제어구조물의 소파기구별 적용예

분 류	고 정 형	부 유 형	기 타
반사형	직립제	PC제부방파제, 복합 배리어,	
강제쇄파형	경사제	해빈형 부방파제, +자형 부방파제	
위상차형	슬릿제, Cell형 방파제	공기잡대방파제, 공진형 부방파제	
수립자운동파괴형	파이프제, 해중평판형 방파제	소성스크린, 파이프 부방파제	공기방파제
마찰형	소파블록 경사제, 고정식 시트방파제	표층시트 부방파제, 스트레오 그리드	인공해조제

지형적 조건 및 구조물의 배치에 따른 파랑제어 특성의 변화를 파랑에너지 집중에 대한 안정성, 특정 주변해역에 대한 반사파 영향 등을 고려한 배치기술이다. 한편, 이러한 설계에는 전술한 바와 같이 경관성 및 생태계 환경과의 조화를 고려하여야 한다. 그러나, 이들 설계요소는 상충되는 경우가 발생할 수도 있으므로, 종합적으로 고려하고 평가하여 설계 및 배치를 최적화하는 기술 체계의 확립이 요망되고 있다.

고정식 파랑제어구조물의 단면설계는 크게 경사제 및 직립제(또는 혼성제의 직립부)로 나뉘어 고려되어 왔다. 직립제 및 혼성제의 직립부의 안정성 평가 및 설계에 대한 연구는 규칙파 실험결과에 의해 쇄파압에 대한 Hiroi 및 Minikin의 설계식, 중복파압에 대한 Sainflou의 설계식이 있었으나, Goda에 의해 해양파의 불규칙성을 고려한 설계기술로 정립되어 있다. 최근 이 설계식은 Tanimoto & Goda에 의해 입사파향 효과가 도입되어 정립된 단계에 있다^[3]. 경사식 파랑제어구조물의 경우 Hudson식이 주로 이용되어 왔으나 해양파랑의 불규칙성, 파군현상, 사면상의 공진현상, 파랑의 지속시간 등의 효과를 고려하지 못하는 것이 문제점으로 지적되어 왔다. 이를 해결하기 위한 대표적인 연구가 Ryu & Sawaragi(1986)와 van der Meer(1987)에 의해 이루어졌다. 그러나, 이들 두 연구는 상호 불규칙 해양에서의 사석구조물의 안정성 평가에 있어서 불규칙파의 파군형성과 사면상의 공진효과, 고파의 지속시간과 투수성 등을 복합적으로 고려하지 못하였다. 이러한 문제를 해결한 안정성 평가 및 설계기법이 Ryu & Kim(1994)에 의해 제시되어 있다^[9].

부유식 파랑제어구조물은 해수교환에 의한 환경보전성, 경제성, 가동성 등에 의해 연구 검토가 이루어져 왔다. 부유식 파랑제어구조물의 안정성 및 기능성은 부체부와 계류삭 및 닻으로 이루어진 계류시스템에 밀접하며, 이에 대한 해석적 연구가 Ijima(1972), Nakamura(1976) 등에 의해 이루어진 바 있다. 일반적으로 부유식 파랑제어구조물의 설계를 위한 해석은 파랑제어 효과와 소

요 계류력 평가에 의한 안정성 해석이 중요한 해석기술이다. 주로 그 해석은 포텐셜이론에 의한 포텐셜 접속법이나 경계요소법으로 많이 연구되어 왔다. 그러나, 소파기구의 복잡화에 따른 해석 기법의 정립이 요구되고 있다^{[6],[7]}.

최근 외해의 장주기파를 대상으로 한 수주진동식 부유식 방파제 개발을 위한 기초적 연구가 수리실험에 의해 이루어지고 있다. 장주기 외해 파랑의 소파기구 규명 및 이용을 위해 제체의 형상, 소파 메카니즘의 변형, 조합 배열에 따른 장주기파의 제어특성을 해석·검토하고 있다. 또한, 구조물의 다목적 이용을 위한 에너지 변환형 구조물의 다기능화가 중요한 연구과제의 하나로 검토되고 있다.

2.5 해역정온화 구조물의 복합 기능화 연구 현황

최근, 파랑제어구조물의 공간 이용, 에너지 추출, 환경개선 등을 위한 다목적 이용이 검토되고 있으며, 몇몇 연구 및 개발사례를 정리하였다. 그 대표적인 연구사례로서 ① 파력발전용 방파제 케이슨의 개발^[10] (그림 6), ② 파랑제어기능을 겸한 부유식 파력발전장치^[11] (그림 7), ③ 해수교환형 방파제^[4] (그림 8), ④ 양식가두리형 방파제 케이슨^[12] (그림 9) 등에 대해 기술하고, 이를 참조하여 연구방향으로 후술하고자 한다. 이들 구조물은 파랑제어구조물의 고유기능에 부가적인 해양자원 이용기능을 첨가한 것이다. ①, ②는 직립제의 케이슨 및 부유식 구조물의 체체를 파력발전 공기실로 이용하는 경우이고, ③은 방파제 케이슨에 도수관을 만들거나, 일부를 절개하여 통수로로 만들어 해수 유입에 의한 해수교환을 촉진하는 경우이다. 또한, ④는 방파제 케이슨 내부를 어류 양식을 위한 가두리 시설로 활용하는 경우이다. 이러한, 파랑제어구조물의 다기능화는 투자효율의 증진에 의한 경제성 확보, 각종 해양자원의 효율적인 이용, 환경과의 조화를 고려한 개발 방안으로서 매우 중요한 연구테마가 되고 있다.

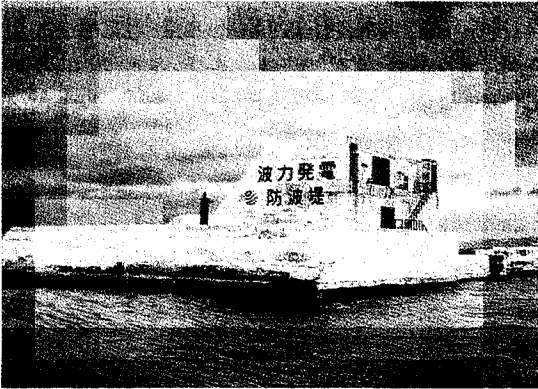


그림 6. 파력발전용 방파제 케이스^[10].

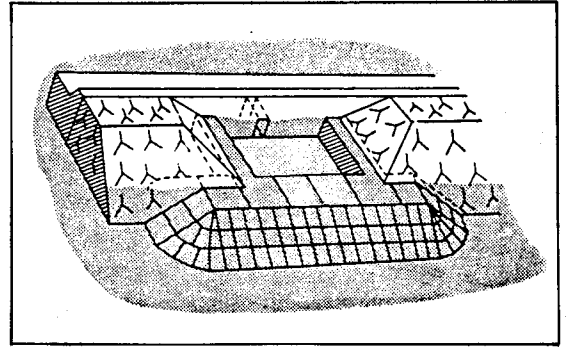


그림 8. 해수교환형 방파제^[4].

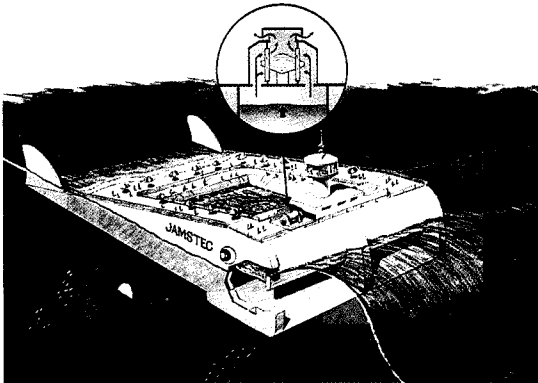


그림 7. 파랑제어기능을 겸한 부유식 파력발전 장치^[11].

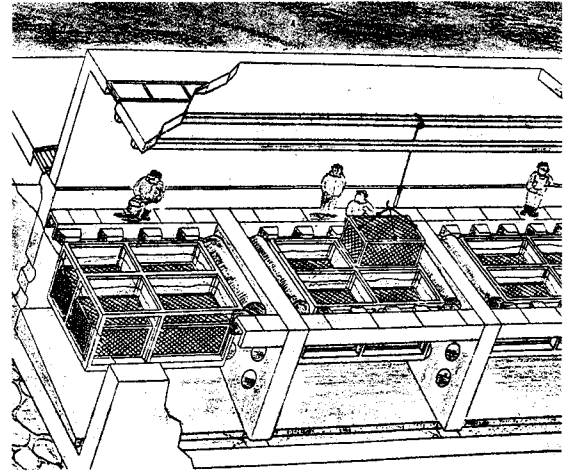


그림 9. 양식가두리형 방파제 케이스^[12].

3. 우리나라 해역정온화기술의 현황

우리나라에서의 해역정온화기술의 역사는 확인할 수 없으나, 현재 확인할 수 있는 가장 오래된 파랑제어 구조물은 신라시대에 축조되었다고 하는 경주 울포의 방파제이다. 이는 연안에서 8간(12m) 안쪽에 사석 잠재 형태로 만들어진 것으로 전해지는데, 지금도 흔적을 찾아 볼 수 있다. 따라서 우리나라의 파랑제어 기술의 역사는 결코 짧지 않음을 짐작할 수 있다. 그러나, 근래에 들어 파랑제어구조물에 대한 연구는 많지 않은 편이며, 사석제의 안정성 평가 및 설계기술^[9]과 직립제의 해수교환형 케이스 개발^[13] 등의 연구실적이 있

나, 개발 현장의 직립제나 혼성제의 설계에는 도입된 외국기술을 적용하거나 개량하여 사용하고 있다. 한편, 부유식 방파제에 대한 연구는 타이어 부방파제^[14], 유연막 방파제^[14] 등이 있으나 현장실험 등을 통한 실증이나 현장에 실용화된 경우는 거의 없는 실정이다.

한편, 파랑제어 구조물의 복합기능화와 관련한 연구로는 해수유동제어 기능을 고려하여 어항 방파제의 일정 부분에 유수부를 설치하여 해수교환을 향상시키는 기법이 수치실험에 의해 수행되었고^[16], 상술한 해수교환형 케이스가 개발된 바 있다. 그러나, 이에 의한 해수교환기능과 항내정온화기능은 상충되는 부분이 있으므로, 이들을 최적화하는 방안이 연구되어야 한다.

4. 해역 정온화 구조물의 개발 전망

해역정온화구조물은 ① 파랑제어구조물의 개발, ② 해수유동제어의 고려, ③ 파랑·유동·환경을 고려한 최적설계 과정을 통해 개발될 수 있으며, 실용화를 위해서는 ① 소파효과 및 환경조건 목표설정, ② 적정 소파기구의 선정 또는 조합, ③ 안정성 및 기능성 평가, ④ 경제성 및 시공성 평가단계를 거쳐야 한다. 이러한 과정을 통하여 환경과 조화를 이루는 해역개발 구조물이 개발될 수 있으며, 개발가능한 해역정온화 구조물 및 연구방향에 대해 간략히 논하면 다음과 같다.

4.1 신형 고정식 방파제의 개발

대형 복합플랜트의 설치해역 수심이 15m 이상 일 경우 경제성 문제로 고려하기 힘든 면이 있으나 배후지의 중요도를 감안하여 검토할 수도 있다. 여기서 가용한 고정식 파랑제어구조물은 대수심용이어야 하므로, 대수심 방파제로서 개발하거나 소파기구를 달린 인공 reef나 유연막 방파제가 고려 대상이 될 수 있다. 대수심 방파제의 경우, 혼성제에 소파 효율이 우수하며 안정한 구조형식의 케이슨이 개발되어야 하며, 마운드가 짧은 말뚝 상부에 이러한 케이슨을 고정시키는 방안도 고려할 만 하다. 또한, 선박이 운항되는 수로 주변이나, 접안시설 주변 해역에서는 유연막 마운드의 적용도 고려할 만 하다.

4.2 신형 부유식 방파제의 개발

부유식 방파제의 개발은 크게 소파기구를 이용한 부체 형상, 계류시스템, 배열 등으로 나누어 고려할 수 있다. 이들을 어떻게 고려하여 소파 성능을 높이고, 안정한 구조로 개발하는가가 관건이다.

加藤^[6]은 투과계수 0.45 이하, 부체폭이 입사파장의 1/6 ~ 1/3 정도를 만족하는 부체 형상의 개발을 권장하고 있다. 계류시스템의 경우 고정(말

뚝)계류, 긴장계류, 현수계류 등으로 검토될 수 있으며, 계류선의 재질 및 완충부이, 중간 침자 등에 따라 부체의 운동, 소파성능, 계류력 등이 달라지므로 이러한 문제를 종합적으로 고려하여 개발할 필요가 있다.

대형 복합플랜트의 보호 및 주변 공간이용이라는 점을 고려하면, 비교적 파장이 긴 장주기파에 대한 적용성이 중요한 문제로 고려되어야 한다. 따라서, 종래의 반사형은 적용상 문제가 있으며, 수주진동형(특히, 내부수류진동형)의 소파기구를 가진 형상이 고려될 수 있다. 그러나 이 형식의 경우 상부공간 활용 방안, 장주기파의 제어를 위한 적정 내부구조 등에 대한 연구 개발이 이루어져야 한다. 또한, 이러한 효율을 높이기 위한 방안으로서 복합 배열시스템이 고려될 수 있다. 이는 수주진동형 또는 다른 형식과의 조합도 고려할 수 있는 대목이다.

유연막 시트형 부유식 방파제의 개발도 주변 해역의 경관성 등을 고려하면 검토해 볼만 한 형식이다. 이는 표층 또는 얕은 중층에 가소성 재료의 긴장 설치에 의해 위상차형 소파기구로 활용하는 방안이다. 또한, 전술한 진동수주형 복합 배열 시스템 간의 해역에 시설하여 전체 소파시스템으로서 장주기파를 소파시키는 형식으로서의 적용 등도 고려할 만 하다.

4.3 복합 기능형 해역정온화 구조물 개발

파랑제어구조물의 복합기능화는 투자효율을 높이기 위한 획기적인 방안이며, 연안역의 각종 문제들을 종합적으로 해결 또는 완화할 수 있는 방안으로서 아래에 예시한 것과 같이 검토할 수 있다.

파랑제어를 위한 방파제의 배열은 파랑변형 및 반사기능 뿐만 아니라 해수유동의 변화와도 밀접한 관계가 있다. 따라서 그 결과가 주변해역의 정온도 및 환경에 어떤 영향을 미치는지를 종합적으로 검토할 필요가 있다. 또한, 보다 적극적으로 유리한 환경이 조성되도록 파랑제어구조물을 개

발하고, 해수유동제어 구조물과의 복합배열 기법으로 정립할 필요가 있다.

최근, 생태계 환경의 복구, 개량, 창조기술이 정립되고 있으며, 그 일환으로 수산자원의 보호·육성을 위한 인공 증·양식시설물의 개발이 이루어지고 있다. 크게 고정식과 부유식으로 나누어지며, 고정식의 경우 인공어초형 잠제블록 개발에 의한 파랑제어구조물의 수산자원 조성 효과, 부유식의 경우 집어형 및 해중립 육성형 중층 부유식 방파제 등으로 고려할 수 있다. 또한, 방파제 제체의 양식시설화 이용도 고려할 수 있으며, 해안 양식용 고정식 방파제케이슨 개발, 해상가두리식 부방파제체 개발 등을 검토해 볼 수 있다.

또한, 파력, 조석, 온도차 등 해양에너지 이용을 위한 요소시설물로서 방파제를 이용하는 방안도 검토해 볼 수 있다. 몇몇 개발 사례가 있었던 것처럼 방파제 케이슨이나 부방파제의 제체를 파랑에너지 흡수용으로 활용하는 방안이다. 이러한 에너지를 발전, 제염, 담수화 뿐 아니라 해역환경 개선, 양식장의 해수공급, 산송공급 등에 활용하는 방안을 적극 검토할 수 있다.

5. 결론

해역제어기술은 파랑제어, 환경제어 및 생태계 제어로 대표될 수 있고, 이들 제어기술은 제어 대상을 자원으로서 이용하거나 그 결과로서 생성되는 부차적인 자원을 이용하기 위한 기술이라 할 수 있다. 해역정온화기술은 파랑제어를 통해 외력 환경을 완화시키고, 주변해역을 안전하고 생산성 높게 사용하기 위한 해양공학의 핵심기술이다.

해역정온화기술은 해역 개발 및 이용 계획에 따라 소요 정온도를 산정하는 기술로부터, 이를 실현시키기 위한 파랑제어구조물의 개발 및 설계 기술, 이를 적용하여 대상해역이 소정의 정온도가 만족되는지를 평가하는 기술과 이를 고려한 최적 배치기술 등으로 고려할 수 있다.

본 고에서는 대형 복합플랜트에 대한 해양외력

의 완화 및 주변해역의 고도이용을 위한 해역정온화 기술로서 각종 파랑제어구조물을 형식, 재료, 소파기구 등을 중심으로 종합적으로 비교함으로써 해역의 고도이용과 관련하여 파랑제어구조물이 지향하여야 할 방향을 조망하고, 해결해야 할 파제의 일단을 서술하였다.

그 결과로서 대수심 고정식 방파제 및 유연막 마운드 방파제에 대해 서술하였고, 수주진동형 부유식 방파제와 유연막 중·표층 소파제의 개발을 논의하였다. 또한, 해저지형의 변형이나 이들 구조물의 배치 및 배열에 따른 해수유동을 종합적으로 고려하여 최적화하는 방안을 논의하였다. 이를 개발하고 실용화하기 위해서는 많은 연구과제가 남아있으며, 제체의 소파성능 해석, 구조물의 강도 해석, 기반지지력 또는 계류력의 해석, 환경영향 해석 등을 비롯한 많은 문제점들을 체계적으로 해결해나가야 한다. 이로부터 효율적인 파랑제어를 기초로 환경 및 생태계 제어 등의 종합적인 고려에 의한 연안역의 지속가능한 이용 및 개발이 이루어지길 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 樵木亨, “ウォーターフロント開發と水環境創造”, 技報堂, 100p., 1995.
- [2] Ryu C.R. and H.J. Kim, “A Design concept of artificial habitat considering the function of coastal defence”, Proc. of Coastal Ocean Space Utilization, 347-356, 1995.
- [3] Goda Y., “Random seas and Design of maritime structures”, Tokyo Univ. Press, Tokyo, 323p., 1984.
- [4] 全國沿岸漁業振興開發協會, “沿岸漁場整備開發事業實施設計指針”, 411p., 1992.
- [5] 谷本勝利, “防波堤構造の歴史的變遷と展望”, 第11回海洋工學シンポジウム, 105-110, 1992.
- [6] 加藤重一, “浮き防波堤の開發と研究の現況”, 土木學會誌, 5, 65-71, 1974.

- [7] 樺木亨, “波と漂砂と構造物”, 技報堂, 482p., 1991.
- [8] Bulson, P. S., “Transportable breakwaters”, Dock and Harbour Authority, 48(560), 41-47, 1964.
- [9] Ryu, C.R. and H.J. Kim, “Failure of rubble mound structures due to the storm duration and the irregularity of ocean waves”, Proc. of ICCE(24), ASCE, 1526-1540, 1994.
- [10] Funakoshi, H., M., Ohno, S. Takahashi and K. Oikawa, “Present situation of wave energy conversion systems”, Civil Engineering in Japan, 108-134, 1993.
- [11] 海洋科學技術センタ, “魅せられて海”, 43p., 1991.
- [12] 國土綜合建設株式會社, “多孔ケイソンを用いた蓄養施設”, 9p., 1995.
- [13] Lee, D-S., W-S. Park and N. Kobayashi, “Circular channel breakwater to reduce wave overtopping and allow water exchange”, Proc. ICCE '94, 296-297, 1994.
- [14] 윤길수, 추원호 “부타이어 방파제”, 한국수산학회지 26(1), 31-40, 1993.
- [15] 조일형, “파랑중 막구조 방파제의 거동 특성”, 한국항만학회지 8(1), 17-22, 1994.
- [16] 류청로, 김준화, 박종화, “어항의 정온도 향상과 수질개선을 위한 기초적 연구”, 한국어업기술학회지 26(4), 341-352, 1990.