

방파제 성능개선을 위한 평가항목 개발

박수열¹, 윤원건², 강고운², 김석^{3*}

¹한국교통대학교 철도융합시스템학과, ²한국건설기술연구원 건설산업고도화센터,

³한국교통대학교 철도인프라시스템공학과

Development of Evaluation Factors for Breakwater Rehabilitation

Su-Yeul Park¹, Won-Gun Yun², Go-Une Kang², Seok Kim^{3*}

¹Department of Railroad Convergence System, Korea National University of Transportation

²Construction Industry Innovation Center, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

³Department of railroad Infrastructure System Engineering, Korea National University of Transportation

요약 국내에서 항만의 방파제는 안전점검 및 안전진단을 통해 기술적 상태평가를 수행하고, 필요 시 해당 시설물에 대해 유지관리를 수행한다. 그러나 최근 생애주기비용(Life Cycle Cost, LCC) 측면에서 기반시설에 대한 관리의 필요성이 증가함에 따라 「지속가능한 기반시설 관리 기본법」이 제정되고, 방파제의 기술적 부분만 평가했던 기존 평가방식에 경제성 평가 및 정책성 평가가 추가되어 성능개선을 통해 방파제에 대한 종합적인 관리가 가능해질 것으로 예측하고 있다. 이러한 이유로 본 연구는 「지속가능한 기반시설 관리 기본법」에서 규정하고 있는 총공사비 500억 미만의 방파제 성능개선사업을 대상으로 성능개선사업의 세부평가항목 및 방법 등을 개발하여 평가방안을 제시하고, 향후 실무에 적용될 성능개선 평가를 위한 방파제 성능개선 평가항목 및 평가방법의 개발 방향을 제시하는 것을 목적으로 연구를 수행하였다. 본 연구는 유지관리 및 성능개선의 개념 검토, 성능개선 관련 문헌조사, 성능개선 공통기준 사업유형 검토, 방파제 성능개선 평가항목 및 평가방법(안) 도출, 전문가 검토 등의 순서로 수행하였으며, 도출한 방파제 성능개선에 대한 평가방안은 지금까지 기술적 상태평가에 국한된 유지관리 업무에 성능개선을 적용한 구체적인 평가방법을 제시한 것으로 시설물의 선제적 관리 및 안전사고 예방에 활용 가능할 것으로 기대된다.

Abstract Domestically, technical condition evaluation for breakwaters has been conducted through safety checks and safety diagnosis. If necessary, maintenance for the facility is conducted. However, in recent years, the need for infrastructure management has been increasing from a life-cycle-cost perspective. For these reasons, the "Sustainable Infrastructure Management Basic Act" was enacted. Previously, only the technical part of the breakwaters was evaluated. However, based on the act, comprehensive management of breakwaters will be possible through performance improvement by adding economic and political evaluations. In this study, evaluation factors and evaluation methods were developed for a breakwater rehabilitation project. The purpose of this study is to present a development direction, items, and methods for the evaluation of breakwater performance improvement to be applied in future practice. This study reviews the concept of maintenance and performance improvement, the literature related to performance improvement, and the project type for the common standard of performance improvement. Evaluation items and evaluation methods for breakwater rehabilitation are suggested to be reviewed by experts. The methodology suggested in this study could be used for preventive maintenance and to reduce accidents.

Keywords : Breakwater Rehabilitation, Performance Improvement, Evaluation Factors, Sustainable Infrastructure Management and Maintenance, Aging Performance Evaluation

본 논문은 한국연구재단의 연구과제번호: 2020R1F1A107308912)로 수행되었음.

*Corresponding Author : Seok Kim(Korea National University of Transportation)

email: kimseok@ut.ac.kr

Received December 15, 2020

Revised March 16, 2021

Accepted April 2, 2021

Published April 30, 2021

1. 서론

최근 기반시설의 가치를 증대시키고 시설물의 수명 연장에 초점을 맞춘 「지속가능한 기반시설 관리 기본법」이 제정 및 시행되었다 [시행 2020. 10. 08] [법률 제17237호, 2020. 4. 7., 일부개정] [1]. 기반시설관리법은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률(이하 국토계획법)」의 제34조에 따라 5년 주기로 기반시설에 대한 기본계획 및 관리계획 수립 및 시행을 의무화 하고 있다 [2]. 기반시설관리법은 체계적인 유지관리와 성능개선을 통해 국민이 편리하고 안전하게 기반시설을 활용하는 것을 목적으로 제정되었으며, 사용자의 요구 및 시설기준의 변경 등 시대적 흐름을 반영하여 시설물의 생애주기 관점으로 성능개선을 접근하여 기존 유지관리와 구분되고 있다[1]. 본 연구에서 사용하는 유지관리 및 성능개선의 정의는 기반시설관리법 제2조를 따른다. 기반시설관리법에서 사용하고 있는 유지관리 개념은 완공된 기반시설의 기능을 보전하고 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 일상적으로 점검 및 정비하고 손상된 부분을 원상복구하며 경과시간에 따라 요구되는 기반시설의 보수 및 보강 등에 필요한 활동이라 하며, 성능개선은 기반시설의 주요 구조부나 외부형태를 수선 및 변경하여 기반시설의 가치를 증가시키고 수명을 연장시키는 활동으로 정의하고 있다[1]. 기반시설관리법에서 사용되고 있는 용어인 기반시설은 ‘국토의 계획 및 이용에 관한 법률’ 제2조 제6호에서 교통시설(도로, 철도, 항만 등), 공간시설(광장, 공원 등), 유통 공급시설(유통·업무시설, 방송·통신시설 등) 등으로 분류 및 정의하고 있으며[2], 본 연구는 기반시설 중 대표적인 교통시설 중에 하나인 항만(방파제)을 대상으로 한 성능개선 평가항목 개발에 초점을 맞추어 연구를 수행하였다.

본 연구에서 사용하는 항만은 항만법의 정의를 따른다. 항만법 제1장 제1조에서 항만은 선박의 출입, 사람의 승·하선, 화물의 하역·보관 및 처리, 해양친수활동을 위한 시설과 화물의 조립·가공·포장·제조 등 부가가치 창출을 위한 시설이 갖추어진 시설로 정의하고 있다[3]. 또한 항만법 제1장 제2조에서는 항만시설을 수역시설, 외곽시설, 임항교통시설, 계류시설로 구분하고 있다. 항만법에서는 기반시설관리법 보다 수역시설을 조금 더 자세히 구분하여 방파제, 방사제, 호안 등을 외곽시설이라 하며, 도로, 교량, 철도 등은 임항교통시설, 안벽, 선착장, 부두 등을 계류시설로 정하고 있다[3]. 국내에서 항만은 1955년 해무청이 설립되면서 본격적으로 개발되었다. 그 당시 부산항, 인천항 등 주요항만시설에 대한 5개년 개발계획

이 수립되었고, 1970년대 국내 경제가 급속한 성장이 따라 항만시설물도 급속히 증가하였다[4]. 그리하여 국내의 대부분 항만 시설물은 1970년대 국내 경제 성장 시대에 개발되었으며, 전체 항만 중에서 건설 된지 30년이 지난 노후화된 항만은 2019년을 기준으로 23%를 차지하고 있으며 향후 10년 동안 노후화 항만시설물은 급속하게 증가할 것으로 분석하고 있다[5,6]. 이러한 이유로 국내 항만에 대한 체계적인 유지관리 및 성능개선 관련 제도 및 기준연구가 필요한 상황이다.

항만 시설물을 체계적으로 관리하기 위해서는 무엇보다 항만사업의 생애주기적 관점에서 비용에 대한 검토가 필요하다. 항만사업의 생애주기적 관점에서 전체 비용은 초기투자비, 유지관리비, 해체폐기비로 구성되어 있으나, 외곽시설은 유지관리비가 편성되지 않고 계류시설 및 건축시설 등에만 편성되어 있다[6]. 항만 외곽시설의 유지관리비 경우는 항시 책정되어 있는 것이 아니라, 시설물을 안전점검 및 정밀안전진단 결과에 따라 유지보수 비용이 책정된다. 이것은 방파제가 항내 정온도 유지가 주요 기능으로 테라포트 등 방파제 시설물이 손상될 경우 보수 및 보강 등의 관리보다는 교체를 통한 방파제의 성능 발현을 우선으로 하는 특수한 시설물이기 때문이다. 그러나 방파제는 태풍 및 해일 등 자연재해로부터 계류 시설 및 건축시설물 등을 보호하기 위한 중요한 시설이므로 현행 수행되고 있는 유지관리보다 성능개선에서 추구하는 기술성, 경제성, 정책성을 포함한 종합적인 평가를 통한 생애주기적 관리의 필요성이 제기되고 있다.

그러므로 본 연구는 이러한 필요성을 반영하여 항만의 외곽시설물 중 대표적인 시설물인 방파제를 연구대상으로 선정하고, 기반시설관리법에 의한 성능개선사업의 타당성 판단 대상인 총공사비 500억 미만의 방파제 성능개선사업에 초점을 맞춰 연구를 수행하였다. 연구를 수행한 방법으로는 성능개선 관련 문헌조사, 기반시설관리법의 성능개선 공통기준 수립 연구에서 제시된 대상사업 유형 및 기준 검토, 항만 관련 법령 및 지침 등을 기반으로 방파제의 특성을 반영한 성능개선 사업유형을 정의하였다. 또한 방파제 특성에 적합한 성능개선 평가항목(안)을 도출하여 전문가 검증을 실시하였으며, 방파제 성능개선 세부평가방법 및 기준(안)을 도출하였다.

2. 성능개선 연구 및 사례 조사

국내에서 기반시설의 성능개선 관련 사례는 「서울특

별시 지속가능한 기반시설 관리 기본조례」에서 찾아볼 수 있다. 「서울특별시 지속가능한 기반시설 관리 기본조례(이하 기반시설조례)」는 도로, 철도, 수도 및 열공급설비, 하천 등 기반시설물 중에서 30년 이상 경과된 시설물을 대상으로 체계적인 유지관리와 성능개선을 적용하기 위해 제정된 조례이다[7]. 기반시설조례는 2016년 7월에 제정된 「서울특별시 노후기반 시설 성능개선 및 장수명화 추진조례」를 2020년 5월에 폐기하고 새로 제정한 조례로 기반시설관리법이 제정 및 시행됨에 따라 상위 법령과의 정합성을 유지하기 위해 기존 조례를 폐지하고 기반시설관리조례」를 제정하였다[8]. 기반시설관리조례는 5년 단위로 기반시설의 실태조사 및 실시계획을 수립하도록 하여 체계적인 유지관리와 성능개선을 수립을 규정하고 있다.

성능개선에 관한 국외 사례는 뉴질랜드의 공공기관인 IPWEA(Institute of Public Works Engineering Australasia)의 국제 인프라 관리 매뉴얼(International Infrastructure Management Manual 5th, 이하 IIMM)에서 성능개선과 유지관리를 구분하여 사용하고 있다. IIMM의 국제 인프라 관리 매뉴얼에서 유지관리(Maintenance)는 시설물의 복구(Rehabilitation)를 제외한 원래의 상태에 가깝게 실질적으로 유지하는데 필요한 모든 활동을 의미하며, 성능개선의 의미로 사용되는 복구(Rehabilitation)는 시설물의 일부 부위 및 구성요소를 재구축하거나 교체하여 필요한 기능적 상태로 복원 하거나 수명을 연장하는 작업을 의미하고 있다[9]. 또한 미국, 호주 등에서도 기반시설의 유지관리 공사에 비용·편익분석(Benefit-Cost analysis) 및 자산관리 개념을 적용하여 SOC사업을 체계적으로 관리하고 있다 [9].

3. 성능개선 공통기준 사업유형 검토

3.1 성능개선 공통기준 사업유형별 정의 검토

기반시설관리법은 제13조에서 기반시설의 유형별로 관리주체가 유지관리와 성능개선을 비교하여 유리한 것을 선정하도록 명시하고 있다. 이것을 위해 기반시설물에서 공통으로 적용할 수 있는 기준을 공통기준(또는 성능개선 공통기준)이라 하였다 [1,9]. 공통기준에 대해서는 기반시설관리법 보다 「기반시설 성능개선 공통기준 수립 연구」에서 자세히 알 수 있다. 「기반시설 성능개선 공통기준 수립 연구」에 따르면, 성능개선 공통기준은 시설물별 일괄적인 성능개선 대상시설 선정 및 사업 타당성 판

단을 유도하는 성능개선 사업추진의 절차적 행위 기준에 해당하는 기준으로 설명하고 있으며, 공통기준은 성능개선 사업의 타당성 판단을 위한 기술성, 경제성, 정책성에 대해 평가항목 및 방법에 대해 가이드의 역할을 수행하는 것을 알 수 있다[9].

공통기준에서 제시하는 성능개선 사업은 사업유형별로 ‘노후화 성능개선’, ‘기준변화 성능개선’, ‘사용성변화 성능개선’으로 구분하고 있다. 각 사업유형에 포함된 의미로 노후화 성능개선의 경우는 시설물 일부 부재 기능이 파손 또는 노후화되어 기존 시설물 일부를 해체·폐기하고 교체·신설하는 경우를 의미하고, 기준변화 성능개선은 기후·환경변화, 기술수준 변화 등으로 인해 시설물의 현시점에서 요구되는 설계기준 또는 성능이 설계당시 기준보다 상향됨으로써 성능개선이 필요한 경우를 의미한다. 마지막으로 사용성변화 성능개선은 해당시설에 대해 설계 당시보다 수요 및 요구 서비스 수준 증가 등의 사용성 변화로 서비스 수준 및 용량 변경 및 확대가 불가피함으로써 성능개선이 필요한 경우로 정의하고 있다.

3.2 항만 성능개선 사업유형별 정의 도출

앞에서 살펴본 공통기준의 세 가지 성능개선 사업에 관해 항만의 특성을 고려하여 항만 성능개선의 사업유형별 정의를 아래와 같이 도출하였다. 이것을 위해 본 연구에서는 ‘시설물 안전 및 유지관리에 관한 특별법’, ‘항만 및 어항 설계기준’, ‘항만시설물 안전점검 지침 및 세부지침’ 등 관련 법령 및 지침을 검토하였고 노후화 성능개선에 대해 본 작업에 일부 반영하였다. 그러나 항만시설물 기준변화 성능개선 및 사용성 변화 성능개선은 관련 개념조차 없어 자료수집에 어려움이 있었으며, 공통기준에 있는 기준변화 및 사용성 변화의 정의를 채택하여 작성하였다.

항만시설물의 사업유형별 성능개선의 정의는 다음과 같다. 먼저 노후화 성능개선은 상시 열악한 해양환경에 노출되어 있는 항만 시설물에 전체 또는 일부 부재 기능이 파손 또는 노후화되어 기존 항만 시설물 일부를 해체·폐기하고 교체·신설하는 경우로 정의한다. 기준변화 성능개선은 기후·환경변화, 기술수준 변화 등으로 인해 항만 시설물의 현시점에서 요구되는 설계기준 또는 성능이 설계당시 기준보다 높아짐으로써 성능개선이 필요한 경우로 정의하고, 사용성 변화 성능개선은 항만 시설물의 설계당시보다 사용성 변화(수요 증가, 요구 서비스 수준 증가 등)로 서비스 수준 및 용량 변경·확대가 불가피함으로써 성능개선이 필요한 경우로 정의한다.

4. 방파제 성능개선 평가항목 도출

4.1 KDI 예비타당성조사 표준지침 검토

본 연구의 방파제 성능개선 평가항목은 기반시설관리법의 성능개선 공통기준을 기반으로 기술성, 경제성, 정책성 측면에서 평가되도록 작성하였다[9].

아래 Table. 1은 한국개발연구원(KDI)의 예비타당성조사 표준지침에서 기반시설의 평가항목 도출을 위해 고려해야할 요소이다[8]. KDI 예비타당성조사 표준지침은 수요, 기술성, 경제성, 정책성 부분으로 평가항목을 구성하고 있으며, 각 부분에 세부 평가 항목에서 고려해야할 항목에 대해 기술하고 있다. 아래 표에서 수요는 교통수요와 화물수요로 구분하고, 기술성은 설계기준과 시설규모의 적정성, 경제성은 공사비, 보상비 등의 비용과 운행비용 절감, 화물 통행시간 절감 등의 편익으로 구성되어 있다. 정책성은 정책의 일괄성 및 추진의지, 사업추진상 위험요인, 고용효과, 지역균형발전, 특수평가로 구성되어 있다.

Table 1. Evaluation Factors of KDI Preliminary Feasibility Study Report

Division	Evaluation factors	Details of evaluation factors
Demand	Traffic demand	Passenger demand
		Cargo demand
	Water demand	Residential water
		Industrial water
		etc.
Technical	-	Design criteria Appropriateness of Facility Scale
Economic	Cost	Construction cost
		Additional expenses
		Compensation expenses
		etc.
	Benefit	Reduced operation cost
		Reduced environmental costs (pollution, noise) etc.
Policy	Policy consistency & commitment	Project willingness and preference etc.

4.2 성능개선 공통기준 평가항목 검토

본 연구에서 KDI의 예비타당성조사 표준지침 검토에 이후로 기반시설관리법 공통기준에서 제시하고 있는 공

통기준 성능개선 평가항목을 검토하였다. 아래 Table. 2의 공통기준 성능개선 평가항목은 「기반시설 성능개선 공통기준 수립 연구」에서 기반시설의 관리주체가 해당 기반시설의 기준을 개발할 때, 공통으로 포함되는 32개의 성능개선 평가항목을 제시하였다[9]. 공통기준 성능개선 평가항목은 기술성, 경제성, 정책성으로 구성되어 있으며, 본 연구는 아래 표의 평가항목을 검토하여 방파제 사업에 적합한 평가항목 도출 및 전문가 검토를 수행하였다.

Table 2. Common Criteria of Performance Improvement Evaluation Factors

Division	Evaluation factors (Less than 50 billion won)			
Technical	1	Facility technical standards (Design standards, construction specifications, etc.)		
	2	Appropriateness of facility scale		
	3	Aging of facilities, performance evaluation results		
Demand	4	Facility utilization demand, Traffic demand		
	5	Number of local visitors		
	Cost	6	Improvement project cost	
		7	Additional expenses (Design costs, supervision costs, survey costs, etc.)	
		8	Compensation expenses	
		9	Operating expenses	
		10	Equipment/vehicle purchase cost	
	11	Environmental cost		
	Economic	Benefit	12	Facility user's costs (vehicle operation costs, transportation costs, usage fees, etc.)
			13	Increase of facility user's convenience (reduction of travel time, water supply, etc.)
		Benefit	14	Reduction of safety accidents
15			Reduction of environmental costs (Pollution, noise)	
16			Resident inconvenience (Traffic congestion during construction, etc.)	
17			Facility structure enhancement	
18			Facility usage activation	
19			Ease of disaster recovery	
20			Reduction of disaster damage (Flood, etc.)	
21			Improved service quality	
22			Expansion of facility user service (Scenery, leisure, etc.)	
Policy	23	Consistency with relevant policies and plans		
	24	Usage of local residents		

25	Job effect
26	Impact of living conditions
27	Environmental evaluation
28	Safety evaluation
29	Financing risk
30	Other additional evaluation factors
31	Local underdeveloped
32	Ripple effect of regional economy

4.3 성능개선 평가항목 도출 및 전문가 검토

본 장에서는 Table. 2의 공통기준 성능개선 평가항목에서 항만 관련 지침 및 예비타당성 조사 항목 등을 검토하여 방파제 사업에 적합한 평가항목을 도출하였고, 도출한 성능개선 평가항목에 대해 전문가 자문을 실시하여 검증하였다. 전문가 자문에 참여한 항만전문가는 경력 30년 이상 1인, 경력 20년 이상 2인이며, Table. 2에 도출한 성능개선 평가항목에 대해 3인의 전문가에게 자문회의 형식으로 자료를 검토하였다. 이러한 작업을 수행하여 본 연구에서는 Table. 3와 같이 기술성 3개, 경제성 7개, 정책성 6개로 총 16개 항만시설 성능개선 세부평가항목을 도출하였다.

방파제 성능개선 평가항목을 검토하면서 중요하게 고려한 부분은 방파제가 가지는 항내 정온도 유지에 관한 것이다. 방파제는 기후변화에 따라 발생하는 태풍 및 해일 등의 피해를 방지하기 위한 항내 정온도 확보가 주요 핵심요소이고, 여객수요 및 물동량 수요는 접안시설과 관련이 있는 항목으로 방파제와는 관련이 없다. 이러한 이유로 성능개선사업 중 사용성 변화는 방파제가 가지고 있는 특수성으로 인해 관련 항목을 포함하는 것이 적절하지 않으므로 연구에서 제외하였다.

또한, 기술성 부분은 관련 시설기준 및 방파제 규모 적정성 등이 검토되었고, 경제성 부분 중 비용에서 방파제의 높이를 높이는 증고사업비 및 홍수피해를 대비하여 대체 방파제의 건설비 등이 포함되었다. 시설비는 설계비, 책임감리비, 조사 및 측정비 등이 포함되며, 보상비는 어업권 보상비가 포함되었다. 편익은 자연재해로 인한 직·간접비 피해액, 하역비용 절감효과 항목을 포함하였다. 정책성 및 지역균형 발전 항목에서는 해상공사로 인한 기름유출로 인한 수질오염, 소음, 진동 등의 환경문제로 인한 민원이 최근 중요한 사항이므로 포함하였고, 어업에 종사하는 주민들을 대상으로 주민설명회, 공청회 등도 세부평가항목에 포함되었다.

Table 3. Port breakwater performance improvement evaluation factors

Division		Evaluation factors (Less than 50 billion won)	
Technical	1	Facility technical standards (Design standards, construction specifications, etc.)	
	2	Appropriateness of Facility Scale	
	3	Aging of facilities, performance evaluation results	
Economics	4	Improvement project cost (Breakwater construction cost, port facility construction cost for disasters, etc.)	
	5	Additional expenses (Design costs, supervision costs, survey costs, etc.)	
	6	Compensation expenses (Fishing rights compensation fee, etc.)	
	7	Contingency allowance	
	8	Operating expenses	
	Benefit	9	Direct or indirect damage cost due to natural disaster
		10	Port loading and unloading cost reduction effect
	Policy	11	Willingness and preference for business promotion
12		Consistency with relevant policies and plans	
13		Degree of preparation for the project (purpose, effect, promotion strategy, etc.)	
14		Possibility of financing	
15		Environmental factors (civil complaints such as ocean quality, noise, vibration, etc. due to offshore construction)	
16		Consultation with related organizations and complaints (Residents' briefing sessions, public hearings, safety of ship passage operations, etc.)	

방파제 성능개선 평가항목에서 경제성 부분의 수요 및 비용 항목은 접안시설과 여객터미널 등의 건축시설과 관련된 것으로 항내 정온도가 주요 기능인 방파제에는 해당 항목이 연관성이 적어 평가항목에서 제외하였다(Table. 3). 정책성 부분의 지역낙후도 및 지역경제 파급효과 항목은 방파제 보수·보강 사업이 해상작업이라는 특수성으로 인해 사업비 규모가 대부분 수천억에 이르는 특징을 반영하여 500억원 미만을 대상으로 하는 성능개선 사업에 해당되지 않으므로 제외하였다. 이것은 기존의 방파제 보수·보강 사업과 비요하였을 때, 성능개선사업이 상대적으로 사업비의 규모가 작기 때문에 지역낙후도 및 지역경제 파급효과에는 큰 영향을 주지 못할 것으로 판단하였다.

5. 방파제 성능개선 평가방법(안) 도출

5.1 성능개선 평가항목 개요

시설물의 관리주체에서 방파제의 노후화 성능개선 사업을 평가할 수 있도록 기술성 평가, 경제성 평가, 정책성 평가로 구성하여 성능개선 평가방법(안)을 도출하였다 (Table. 4). 아래 표에서 기술성 평가는 시설노후도 및 성능평가결과로 구분하여 평가하고, 경제성 평가는 해당 사업의 사업비, 운영(유지보수)비를 비용분석 형태로 평가하게 된다. 정책성 평가는 사업의 준비 정도, 자원조달 가능성, 환경성 항목을 배점방식을 실시하여 평가한다. 노후화 성능개선사업의 평가는 세부평가 항목 및 절차에 의해 진행되며, 도출한 비용분석 세부평가 항목 및 절차는 1차와 동일한 전문가 3인에게 자문회의를 진행하여 검토하였다.

Table 4. Aging performance evaluation factors

Division		Evaluation factors		
Evaluation method	Technical	Aging performance evaluation	Evaluated by facility performance evaluation grade(A,B,C,D,E)	
	Economic	Cost analysis	Project cost	Total project cost of aging improvement project
			Operating expenses (Maintenance)	Total operating cost of aging project (construction cost, facility expenses, operating cost)
	Policy	Project willingness and preference	Evaluation grade (A, B, C)	
		Financing availability	Evaluation grade (A, B, C)	
		Environmental	Evaluation grade (A, B, C)	

방파제 성능개선사업 기술성부분의 상태평가는 해양수산부의 항만시설물안전점검지침 및 세부지침[3] 및 한국시설안전공단의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침[9]을 활용하여 침하, 경사, 전도, 세굴, 파손 등 전체 구조물의 상태를 중점으로 기술성을 검토하고 기술성 평가 등급(A, B, C, D, E)에 따라 평가하도록 구성하였다. 또한, 경제성 평가는 비용분석을 실시하도록 하였다. 비용분석은 사업비와 유지보수비로 구분되며, 일상적 유지관리와 노후화 성능개선사업의 비용분석을 비교하여 비용절감 비율에 따라 평가등급을 A, B, C, D, E등급으로 책정한다. 정책성은 사업의 준비정도, 자원조달 가능성, 환경성을 각각 A, B, C등급으로 평가하도록 하였다.

5.2 성능개선기준 평가방법(안)

노후화 성능개선사업에 대해 Table. 5와 같이 예시로 비용분석을 실시하였다. 아래 표에서 예시로 일상적 유지관리의 비용지수가 노후화 성능개선사업 대비 0.02% 증가 되는 것으로 분석되었고, 경제성 평가 기준(Table. 7)에 의해 절감비율 '1% 이하'이므로 'E'등급을 받게 된다.

비용분석은 각각의 사업에 대해서 비용과 비용지수를 산정하여 비교하도록 한다. 비용은 공사비와 유지보수비의 합하여 알 수 있으며(비용=공사비+유지보수비), 비용지수는 노후화 성능개선사업 대비 비용절감 비율을 나타낸다 {비용 절감 비율(Cost Reduction Ratio) = (일상적 유지관리 전체비용(a) / 노후화 성능개선사업 전체비용(b)) × 100%.

Table 5. Cost analysis results (for example)

[unit: one million won]

Division	Maintenance (a)	Aging performance evaluation business(b)	Increase and decrease (b)-(a)
Construction cost(①)	4,095	4,750	(+) 655
Maintenance cost(②)	1063	309	(-) 754
Total cost(①+②)	5,158	5,059	(-) 99
Cost index (Cost reduction ratio)	1.02 (102%)		

비용분석을 실시한 결과값인 비용절감비율(Cost Reduction Ratio, CRR)가 2%로 도출되어 아래 표의 경제성 평가기준(예시)의 절감비율 '1% 이상 5%미만' 구간에 해당하여 D등급으로 책정되었다.

Table 6. Economic evaluation criteria (for example)

Saving rate	Grade
20% ≤ CRR	A
10% ≤ CRR < 20%	B
5% ≤ CRR < 10%	C
1% ≤ CRR < 5%	D
CRR < 1%	E

정책성 평가는 Table. 7과 같이 사업의 준비정도, 자원조달 가능성, 환경성의 정도를 해당 사업의 관리주체가 각각 A, B, C 등급으로 평가하고, 각 등급을 점수로 환산하여 Table. 8에 의해 총점으로 평가한다.

Table 7. Detailed evaluation criteria for policy (for example)

Division	A (5points)	B (3points)	C (0points)
Project willingness and preference	Good	Average	Insufficient
Financing availability	Financing completed	Preparing for financing	Insufficient financing
Environmental	planning completed	Need to supplement the plan	Insufficient planning

Table 8. Policy evaluation criteria (for example)

Division	Total 10 points or more	less than 10 points & more than 5 points in total	Total 5 points or less
Grade	A	B	C
Evaluation method	*Total point = Project willingness and preference(point) + Financing availability(point) + Environmental(point)		

아래 Table. 9와 같이 노후화 성능개선 평가기준의 총점은 100점으로 구성되고 기술성(40점), 경제성(40점), 정책성(20점)으로 배점이 배정하였다. Table. 10은 평가항목별로 평가점수를 합산하여 종합점수가 높은 순으로 나열하도록 한다. Table.10의 평가항목 사업성 평

Table 9. Classification and distribution (for example)

Evaluation Factors		Point	Grade score
1	Technical	40	A : 40, B : 35, C : 30, D : 25, E : 20
2	Economic	40	A : 40, B : 35, C : 30, D : 25, E : 20
3	Policy	20	A : 20, B : 15, C : 10
Total		100	-

Table 10. Business feasibility evaluation (for example)

Project	Evaluation Factors (Total 100 points)						Total Points	Project Evaluation Results
	Technical (40)		Economic (40)		Policy (20)			
	Grade	Point	Grade	Point	Grade	Point		
H01	A	40	B	35	A	20	95	Feasible
H02	B	35	C	30	C	10	75	Feasible
H03	D	25	E	20	C	10	55	Not feasible
.								
.								

가표에서 종합점수가 높은 순서로 기재하고 사업성 평가를 실시하여 평가대안을 선정 하도록 한다. 그러나 종합 점수가 60점 이하는 사업을 시행하지 않도록 구성하였다. 상기 평가항목에 등급분류 및 배점은 예시로 선정된 점수이며, 추후 방파제에 성능개선 평가에 관한 적합한 배점 및 절차 등에 대한 연구가 필요하다.

6. 결론

본 연구는 기반시설관리법에 따른 방파제 성능개선사업 추진을 위해 방파제를 대상으로 노후화 성능개선사업의 평가기준 및 방법(안)을 개발하여 제시하였다. 본 연구에서는 제시한 방안을 도출하기 위해 항만시설의 사업 유형에 적합한 정의를 도출하고, 항만시설물 KDI의 예비 타당성 보고서 등 관련 법령 및 지침 등을 검토하여 방파제 유지관리 성능개선사업에서 적합한 평가항목을 제시하였다. 그리고 도출한 평가항목에 대해 전문가 검토를 실시하였다. 이렇게 검증한 평가항목은 방파제 노후화 성능개선사업에 대해 비용분석을 통한 사업성 평가를 실시하여 '사업성의 유/무'를 판단하는 방안을 제시하였다.

본 연구는 향후 실무에 적용될 성능개선 평가를 위한 예비적 성격의 연구로 방파제의 평가항목(안) 도출과 성능개선기준 평가방법(안)을 제시하였다. 그러나 항만시설물의 특성상 데이터 수집에 어려움이 있어 많은 사례를 적용 및 검증하지 못하여 일반화에 대한 한계 또한 지니고 있다. 향후 추가 연구를 통해 항만시설의 유형별 사업에 따른 구체적인 평가기준 및 절차 등에 검증이 필요할 것으로 생각된다.

References

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Framework act on Sustainable Infrastructure Management [Enforcement Date 01. Jan, 2020]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Available From: <https://www.law.go.kr> (accessed Nov. 16, 2020)
- [2] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. National Land Planning and Utilization Act [Enforcement Date 30. Jan, 2020]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Available From: <https://www.law.go.kr> (accessed Nov. 16, 2020)
- [3] Ministry of Oceans and Fisheries, Port and Fishing port Korea Design Standard(March 2017), Ministry of

Oceans and Fisheries, pp.1-18.

- [4] Korea Development Institute, Port Development Policy in Korea(2012), Korea Development Institute, pp.1-50.
- [5] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Comprehensive Measures to Strengthen the Safety of Sustainable Infrastructure, Comprehensive Measures plan report(Jun 2019), Ministry of Land, Infrastructure and Transport, pp.1-22.
- [6] Korea Institute of Construction Technology, The final report on the research on building a port facility maintenance system, Korea Institute of Construction Technology, April 2011, pp.1-230.
- [7] Seoul Metropolitan City Safety Office, The 1st Seoul Metropolitan City Infrastructure Management Plan Report, 2021.01, Seoul Metropolitan City Safety Office
- [8] Seoul Metropolitan City Safety Office. Basic Ordinance for Sustainable Infrastructure Management in Seoul. Confirmation of legislation and report on proposal plan by the Ordinance and Regulations Council, 2020.05, Seoul Metropolitan City Safety Office
- [9] Korea Institute of Construction Technology, Research on establishing common standards for improving infrastructure performance, Korea Institute of Construction Technology(November 2019) pp. 1-369.
- [10] Korea Development Institute, A Study on the Standard Guidelines for Preliminary Feasibility Study of Port Business(3rd Edition), Korea Development Institute, 2013, pp. 1-371.
- [11] Korea Facility Safety Corporation, Detailed guidelines for safety inspection and precision safety diagnosis, Korea Facility Safety Corporation, 2017, pp. 1-83

박 수 열(Su-Yeul Park)

[정회원]



- 2011년 2월 : 연세대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2012년 5월 ~ 2013년 11월 : 한국건설기술연구원 석사후연구원
- 2015년 5월 ~ 2017년 12월 : (주)우노 수석연구원
- 2020년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 철도융합시스템학과 박사과정

<관심분야>

시설물 유지관리, 건설자동화, 건설관리

윤 원 건(Won-Gun Yun)

[정회원]



- 2004년 8월 : 중앙대학교 일반대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2018년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 토목공학과(공학박사)
- 2018년 3월 ~ 2018년 8월 : 중앙대학교 연구교수
- 2018년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

건설관리시스템(CM), 인프라자산관리(IAM)

강 고 운(Go-Une Kang)

[정회원]



- 2012년 2월 : 고려대학교 건축사회환경공학과 (공학석사)
- 2018년 2월 : 고려대학교 건축사회환경공학과 (공학박사)
- 2016년 4월 ~ 2017년 3월 : 한국건설산업연구원 위촉연구원
- 2018년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

성능평가(PA), 인프라자산관리(IAM)

김 석(Seok Kim)

[정회원]



- 2006년 8월 : 중앙대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2011년 12월 : Texas A&M 대학교 토목공학 (공학박사)
- 2012년 12월 ~ 2017년 8월 : 한국건설기술연구원 수석연구원

- 2017년 9월 ~ 현재 : 한국교통대학교 철도인프라시스템공학전공 조교수

<관심분야>

시설물 유지관리, 건설자동화, 건설관리