



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

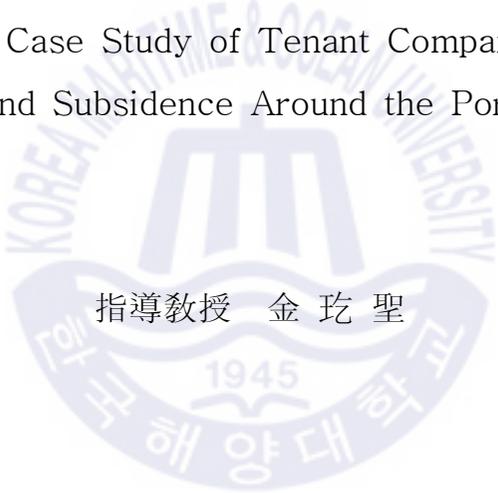
이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

항만배후단지 지반침하에 따른
입주업체 운영 사례연구

A Case Study of Tenant Company
by the Ground Subsidence Around the Port Hinterland



指導教授 金 玆 聖

2020年 2月

韓國海洋大學校 글로벌物流大學院

海運港灣物流學科

朴 孝 珍

본 논문을 박효진의 물류학석사 학위논문으로 인준함

위원장 : 신 영 란 (인)

위 원 : 김 시 현 (인)

위 원 : 김 율 성 (인)

2019 년 12 월

한국해양대학교 글로벌물류대학원

목 차

Abstract	v
국문초록	vii
제 1 장 서 론	1
1.1. 연구의 배경과 목적	1
1.2. 연구의 방법과 구성	2
제 2 장 부산 신항만 배후단지의 개요 및 현황	4
2.1. 부산 신항만 배후단지 개요	4
2.2. 부산 신항만 배후단지 입주업체 현황	12
제 3 장 부산 신항만 배후단지의 지반침하 선행연구 및 현황	22
3.1. 지반침하 관련 선행연구	22
3.2. 지반침하 관측 현황	29
3.3. 지반침하 관리 및 개선방안	34
제 4 장 부산 신항만 입주업체의 지반침하 실증연구	37
4.1. 지반침하에 대한 입주업체 인식 비교	37
4.2. 지반침하 따른 입주업체 효율성 비교	45
4.3. 입주업체 지반침하 상황 및 보수 개선 사례	49
제 5 장 결 론	51
5.1. 연구의 요약 및 시사점	51
5.2. 연구의 한계 및 향후과제	53
참고문헌	54

표 목차

<표 2-1> 신항 배후단지 조성 및 공급계획	5
<표 2-2> 북컨 1단계 항만배후단지 토지이용계획	13
<표 2-3> 북컨 2단계 항만배후단지 토지이용계획	13
<표 2-4> 남컨 항만배후단지 토지이용계획	13
<표 2-5> 응동 1단계 배후단지 이용계획	14
<표 2-6> 응동 2단계 배후단지 이용계획	14
<표 2-7> 서컨 1단계 항만배후단지 토지이용계획	15
<표 2-8> 서컨 2단계 항만배후단지 토지이용계획	15
<표 2-9> 응동 배후단지 사업 현황	18
<표 2-10> 2018년 부산항 신항 배후단지 입주업체 현황	20
<표 3-1> 비교 대상 지역의 물류시설 기초공법 현황	32

그림 목차

<그림 1-1> 연구의 구성 및 흐름	3
<그림 2-1> 단계별 개발계획 평면도	4
<그림 2-2> 항만배후단지 개념도	6
<그림 2-3> 1종 항만배후단지 지정 기준 및 대상항만	9
<그림 2-4> 2종 항만배후단지 지정 기준 및 대상항만	9
<그림 2-5> 항만별 개발계획	10
<그림 2-6> 제3차 전국항만 기본계획 수정계획	11
<그림 2-7> 부산항 신항 항만배후단지 광역교통계획	16
<그림 2-8> 부산항 신항 항만배후단지 가로망계획	17
<그림 2-9> 옹동 배후단지 1공구, 4공구	18
<그림 2-10> 북 컨테이너 배후단지 입주업체	19
<그림 2-11> 옹동 배후단지 입주업체	19
<그림 3-1> 일본의 잔류침하 발생 사례	25
<그림 3-2> 한국의 잔류침하 발생 사례(1)	25
<그림 3-3> 한국의 잔류침하 발생 사례(2)	26
<그림 3-4> 침하 현황	29
<그림 3-5> 입주업체의 재하중과 구조물 설계법에 따른 침하 차이	30
<그림 3-6> 물류시설 계획고 및 단지조성시 계획고(도크구간)	31
<그림 3-7> 물류시설 구조물 설계법에 침하량 차이	31
<그림 4-1> 지반침하 상황(1)	38
<그림 4-2> 지반침하 상황(2)	39
<그림 4-3> 지반침하 입주업체상황(1)	39
<그림 4-4> 지반침하 입주업체상황(2)	40
<그림 4-5> 지반침하 배후단지 신뢰성	41

<그림 4-6> 지반침하 근황	42
<그림 4-7> 지반침하 영향력	43
<그림 4-8> 지반침하 보수비용	44
<그림 4-9> 침하 피해가 가장 큰 부문	46
<그림 4-10> 지반침하에 따른 운영 효율성 조사	47
<그림 4-11> 입주업체 지반침하 상황	49
<그림 4-12> 지반침하 보수 개선 사례	50



A Case Study of Tenant Company by the Ground Subsidence Around the Port Hinterland

Hyo Jin, Park

Department of Shipping and Port Logistics
Graduate School of Global Logistics
Korea Maritime and Ocean University

Abstract

In order to escape the dangerous factors of various facilities such as the road in Busan Port New Port hinterland where the soft ground is buried when it was constructed, it is very important to make the reasonable prediction and calculation based on an accurate research on the residual settlement after starting occupancy. However, the site created through reclamation of Busan New Port's hinterland has exceeded predicted amount of residual settlement at the design stage, causing settlement of many tenants and public facilities. There were no case studies on the operational inefficiencies of the companies previously.

In this study, the residual settlement that occurs over a long period of time after entering the port hinterland complex is inevitably settled at an extremely severe rate, and the settlement is causing damage in operating of the tenant companies. In this study the proper analysis has conducted about the inefficiency of the operation for those companies. As a result,

30 tenants located in the Busan Port New Port the North Container hinterland had merely no damages from subsidence happening, while 37 tenants located in the Woongdong Hinterland complex has been showing the logistical settlement faster than originally expected. Due to the severe grade of damage to the operation of the center, the tenants has kept on raising problems with the relevant agencies that manage the complex. In response, the Korean Civil Society commissioned a research service on the cause of the settlement of the Busan Port New Port Woongdong hinterland and predicted the long-term settlement. Due to serious damages to the operation of the tenant, the settlement, area, sales, volume, work efficiency, equipment damage, internal and external loading rates, etc. due to the subsidence and settlement of the tenant are reviewed. The country's current residual sedimentation standards and construction have to be reviewed in this stage even if it has been late already enough. In addition, tenants currently using the hinterland have actually suffered from a lot of compensation and operations. With this matters above, in this study, the questionnaire and actual survey on operational inefficiency due to ground subsidence from the beginning of occupancy to the present day were used as a preceding research method.

Port facilities need to closely grasp the future characteristics and carefully consider uncertainties. However, planning and designing ports has advanced so far with uncertain challenges such as natural phenomena. Therefore, in this study, we propose the following inefficiencies of tenant companies due to the ground subsidence of the port hinterland, which is faster than the previously predicted residual settlement.

First, we examine the damages to the operation based on the observation of ground subsidence for tenants in the Busan New Port North Container Back Complex and Ungdong Back Complex.

Second, this study analyzes the cases of tenants due to the subsidence of the port hinterland complex and reflects the inefficiency of the operation.

Finally, we propose ways to find and resolve future management plans and countermeasures for tenants who are currently subsided.

There were no case studies on the inefficiency of the operation of subsidence companies in the port hinterland complex through this study, and the government authority related to reliable port development without any damage to the growth engine of Busan New Port under development. It is also believed that systematic maintenance is required for the company and tenant.

The limitation of this study is the analysis of the effect only on quantitative data such as sales and volume of tenants, and dealing with damages of tenants in advance due to further ground subsidence when new development of Busan New Port is completed. Therefore, more data and case analysis is expected to enable more effective analysis.

KEY WORDS: Busan New Port, Around the Port Hinterland, Ground Subsidence



항만배후단지 기반침하에 따른 입주업체 운영 사례연구

박 효 진

한국해양대학교 글로벌물류대학원
해운항만물류학과

국문초록

연약지반을 매립한 부산항 신항 배후단지의 도로 등 각종 시설물이 위험에서 벗어나기 위해서는 입주 개시 후 잔류침하량에 관한 정확한 연구를 바탕으로 합리적인 기준의 예측과 산정이 아주 중요하다. 그러나 부산 신항 배후부지 연약지반 매립을 통해 조성된 부지에서는 설계단계에서 예측한 잔류침하량을 매우 상회하는 침하가 발생하여 많은 입주업체 및 공공시설물의 침하와 아울러 요즘 들어 사회적인 논란을 불러일으키고 있음에도 이에 대한 입주업체들의 운영 비효율성에 관해서는 사례연구가 전무한 실정이다.

본 논문에서는 항만 배후단지 입주 개시 이후 장기간에 걸쳐 발생하는 잔류침하가 너무 빠른 속도로 부등침하가 일어나고 있으며, 그 침하로 인한 입주업체들의 운영에 대한 피해가 지속해서 발생하고 있기에 사례 분석을 통하여 실제로 발생하고 있는 운영에 대한 비효율성을 분석하였다. 그 결과, 부산항 신항 북 컨테이너 배후단지에 입주한 30개의 입주업체는 기반침하로 인한 피해가 거의 없었으나, 옹동 배후단지에 입주한 37개의 입주업체는 거의 모든 업체에서 예상보다 빠른 기반침하로 인해 물류센터 운영에 피해가 많이 발생하여 입주업체들이 배후단지를 관리하는 관련 기관에 문제를 제기하였다. 이에 관련 기관은 대한토목협회에서

부산항 신항 옹동 배후단지 침하 원인 및 장기침하 예측에 관한 연구 용역을 의뢰하여 2019년 9월에 최종보고회도 가질 만큼 부산항 신항 배후단지의 연약지반 침하가 심각하며, 이는 입주업체의 운영에도 심각한 피해를 주고 있는 만큼 지반침하 상태와 입주업체들의 침하로 인한 보수액, 면적, 매출액, 물동량, 작업 능률, 장비의 파손, 관내·외 적재율 등을 검토하여 추후 개발계획 중인 배후단지의 국내 현재 잔류침하 기준 및 건설 시공에서도 재검토가 필요할 것이다. 그리고 현재 배후단지를 이용 중인 입주업체들은 실제로 많은 보수자금과 운영에 피해를 보았다. 이로부터 본 논문에서는 입주 개시 후 현재까지 지반침하로 인한 운영 비효율 현황 분석 설문 및 실제 조사를 선행연구방법으로 사용하였다.

항만시설물은 미래 예상되는 특성을 자세히 파악하고 불확실성에 대해 깊이 고려해보아야 한다. 그러나 항만을 계획하거나 설계하는 것은 자연현상과 같은 불확실한 과제를 안고 지금까지 진출해 왔다. 따라서 본 연구에서는 기존 예측한 잔류침하보다 빠른 속도는 이루어지고 있는 항만배후단지 지반침하에 따른 입주업체 운영 비효율성을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 부산 신항 북 컨테이너 배후단지와 옹동 배후단지의 입주업체를 대상으로 지반침하를 관측한 자료를 토대로 운영에 피해 상태를 살펴본다. 둘째, 항만 배후단지 지반침하에 따른 입주업체들의 사례를 분석하여 운영에 따른 비효율성을 되짚어본다. 마지막으로 현재 지반침하 중인 입주업체들의 향후 관리방안 및 대책을 모색하고 해결하는 방안을 제시한다.

본 연구를 통해 살펴본 항만 배후단지의 입주업체들의 지반침하에 대한 운영 비효율성의 사례연구가 전무한 실정이며, 향후 개발 중인 부산 신항만의 성장 동력에 더 이상의 피해가 없이 신뢰할 수 있는 항만 발전과 관계된 관공서 및 입주업체에도 체계적인 정비가 필요하다고 본다.

핵심용어: 부산 신항, 항만배후단지, 지반침하

제 1 장 서 론

1.1. 연구의 배경과 목적

우리나라의 항만배후단지는 항만법으로 규정된 항만 구역 외의 시설은 항만배후단지에 포함될 수 없고 구역 내에 있어도 지정되지 않으면 항만배후단지에 포함되지 않는다. 점차 글로벌 네트워크가 확대되면서 항만배후단지의 중요성은 나날이 증가하고 있다. 전 세계적으로 항만의 물동량 유치경쟁이 치열하다. 항만배후단지 개발이 계속 추진되고 있으며, 다양한 입주기업 유치를 통하여 물동량과 고부가가치 수익을 위하여 여러 가지 만족할 만한 서비스를 제공하는 항만배후단지가 지속적으로 개발계획을 실행 중이다.

부산의 대표적인 신설 배후단지로 북 컨테이너 배후단지와 옹동 배후단지가 있다. 부산항 신항은 오랜 계획과 개발로 점차 발전하여 현재 북 컨테이너 배후단지 입주기업은 30개 업체와 옹동 배후단지에는 37개의 업체가 입주하여 운영 중이며, 신항 배후단지는 계속 개발을 진행 중이며, 물류 산업의 발전으로 세계적인 항만으로 글로벌화 된 시대에 맞는 큰 업적을 이루어 내고 있다.

그러나, 부산항 신항만 배후단지의 옹동 배후단지의 예측과 다른 침하로 예상이 실패한 채 조성되었을 가능성 유무와 이런 사태와 더불어 관련 전문가들이 지반침하 원인을 건축물의 설계가 아닌 지반개량 공사에 문제를 두는 보도와 함께 관련 관공서에서는 옹동 배후단지의 입주업체들은 침하로 인해 지면단차, 화물 보관에 피해를 주는 등 문제가 발생하고 있고, 배후단지 지반 자체가 문제가 있다는 분석이 대부분이다. 침하원인규명과 이후 대책을 강구하기 위해 관련 기관과 업체들로 구성된 워킹그룹을 운영하며, '18년 7월 26일 항만배후단지 입주업체가 밀집해 있는 부산 신항만을 방문하여 입주업체의 침하로 인한 불편사항을 청취하는 한편, 향후 침하대책을 상세히 설명하였다. 입주업체의 반발이 심해지자 관련 기관은 입주업체의 안전과 원

활한 운영 지원을 위하여 급히 항만배후단지 침하 원인 규명을 위한 조사 및 보수 공사비용을 관련 관공서 예산으로 선 시행하고, 향후 비용을 입주업체와 재정산하는 방법으로 협의하였으며, 그에 따른 자세한 시행방법에 대하여 입주업체와 (사)부산 신항만 배후단지와 협의 계획하여, 건축물의 긴급안전점검을 우선 시행할 계획으로 보도 설명 자료를 심각하게 다루며 게시하였다.¹⁾

따라서 본 연구는 이러한 부산 신항 배후단지의 지반침하로 인한 입주업체들의 운영에 어떠한 피해 사례들이 있었는지를 분석하고, 향후 개발 추진 중인 배후단지에서도 이러한 피해가 없도록 예상 잔류침하의 산출에 관한 새로운 연구 방법을 다시금 정확한 자료를 모색하여 부산 신항 배후단지뿐만 아니라 전국 매립 항만의 지반침하가 입주업체 운영의 비효율성 현황과 실적 등을 살펴보고, 최근 관련 기관에서 대한토목협회에 부산항 신항 옹동 배후단지 침하 원인 및 장기침하 예측에 관한 연구 용역 보고에 관한 내용과 현재 입주업체들의 실지 조사와 더불어 담당자들의 설문을 통해 실태를 분석 및 대처 방안에 활용하고자 한다.

1.2. 연구의 방법과 구성

본 연구는 문헌 연구 및 실지 조사와 설문 인터뷰를 바탕으로 하여, 부산항 신항 배후단지 입주업체의 지반침하와 관련하여 운영에 대한 비효율성을 살펴보고, 물류센터를 운영 중인 입주업체들의 운영 피해 현황 사례연구를 통해 향후 부산 신항 배후단지 개발사업과 관련하여 입주 계획 중인 업체들의 운영 효율성의 발전을 위해 활용방안을 모색해내고자 한다.

본 내용의 연구는 다음과 같이 구성되어있다.

제1장에서는 연구의 배경과 목적을 설정하여 연구 방법 및 구성을 기술하였다.

제2장에서는 본 연구의 이론적 배경 및 배후단지 현황에 관하여 기술하였다.

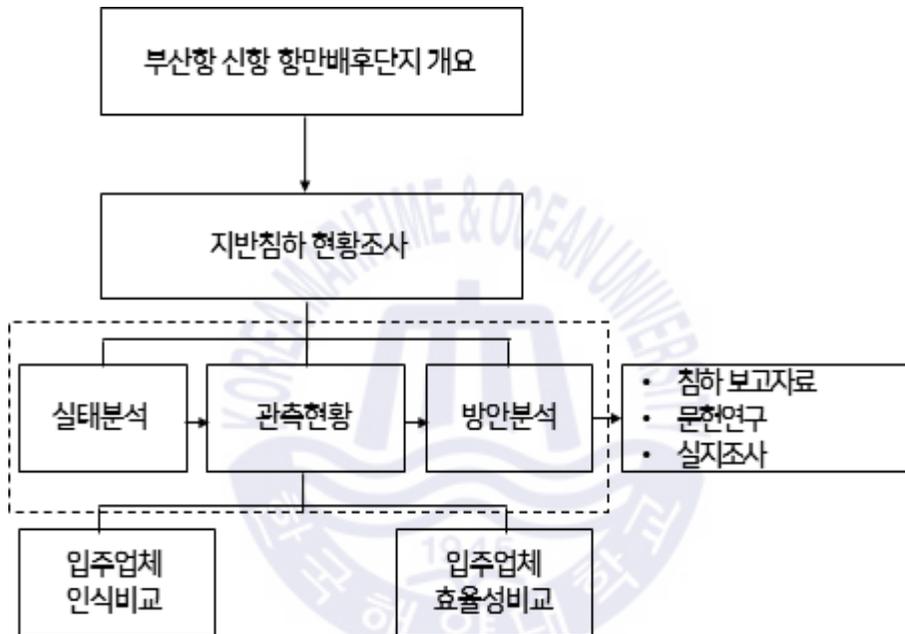
1) 부산항만공사 보도설명자료(2018.07.28.), “최근 신항 옹동배후단지 침하 관련 설명자료”

제3장에서는 부산 신항 배후단지의 침하 현황 조사 및 선행연구를 분석하였다.

제4장에서는 지반침하 여부에 따른 입주업체 운영 비효율성을 비교하였다.

제5장에서는 연구결과를 결론으로 요약하여 본 연구의 시사점 및 한계점, 추후 연구과제 방향을 제시하였다.

본 연구의 구성내용을 도식화하면 다음 <그림 1-1>과 같다.



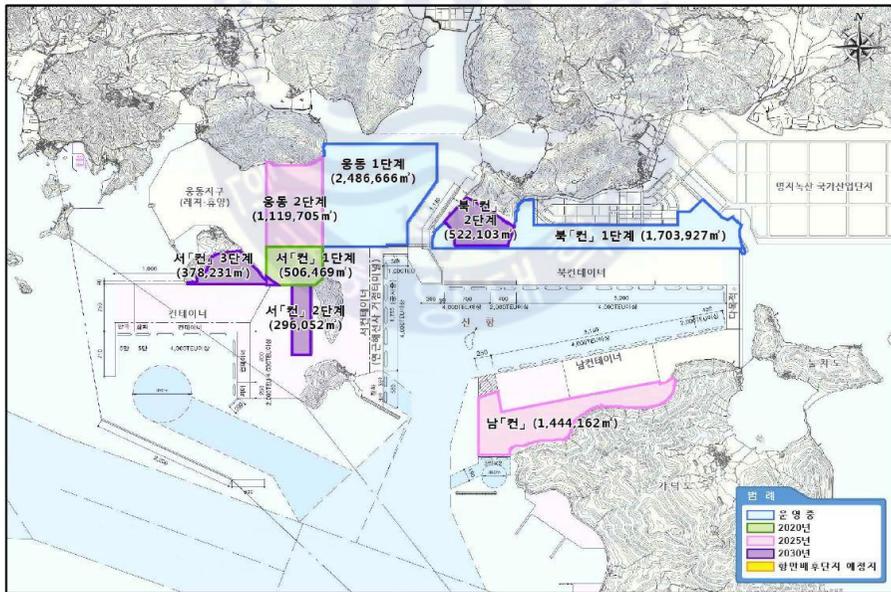
<그림 1-1> 연구의 구성 및 흐름

제 2 장 부산 신항만 배후단지의 개요 및 현황

2.1. 부산 신항만 배후단지 개요

2.1.1. 개념

부산항만공사가 진행 중인 항만운영 및 건설 사업 중 1995년부터 2040년까지 개발 추진 중인 신항만은 부산시 강서구 가덕도 북안, 경남 창원시 진해구 용원동 및 안골동, 제덕만 일원에 총사업비 19조 3,368억 원(정부 8조 5,355억 원, 민자 10조 8,012억 원)에 달하는 부두 57선석, 방파제 6.09km, 호안 33km, 도로 7.14km, 철도 54km, 부지 조성 1,126백 만㎡, 준설 1식, 토도 제거, 수리조선단지, 해경 정비창, LNG 병커링 등으로 구성되어있다.



자료:해양수산부

<그림 2-1> 단계별 개발계획 평면도

<그림 2-1>은 부산항 신항의 단계별 개발계획 평면도로 현재 <표 2-1>의

신항 배후단지 조성 및 공급계획으로 현재까지도 계속 추진 중인 사업이다. 2)

<표 2-1> 신항 배후단지 조성 및 공급계획

구 분	목 표 연 도 (천㎡)			비 고
	2020년	2025년	2030년	
수요면적 (A) (누계)	10,164	11,534	16,502	
공급계획 (B) (누계)	4,692	7,256	8,452	
북컨 1단계 항만배후단지 (1종)	1,704	-	-	운영중
북컨 2단계 항만배후단지 (1종)	-	-	522	
남컨 항만배후단지 (1종)	-	1,444	-	부지조성중
웅동 1단계 항만배후단지 (1종)	2,487	-	-	운영중
웅동 2단계 항만배후단지	-	1,120	-	투기완료
• 1종 항만배후단지	-	853	-	
• 2종 항만배후단지	-	267	-	
서컨 1단계 항만배후단지 (1종)	501	-	-	부지조성중
서컨 2단계 항만배후단지 (1종)	-	-	296	투기중
서컨 3단계 항만배후단지 (1종)	-	-	378	
소 계	4,692	2,564	1,196	
과 부 족 (B-A)	-5,472	-4,278	-8,050	
확 보 율 (B-A)	46.2%	62.9%	51.2%	

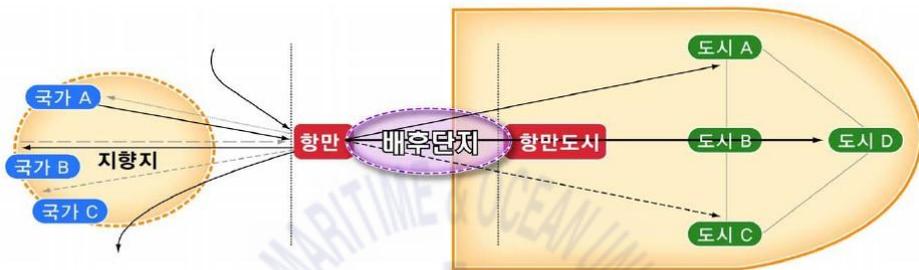
자료: 해양수산부

많은 지향지들 및 많은 배후도시(배후지)를 연결하는 결절점(node)은 항만의 기능 보완 및 고부가가치 항만과 배후도시들의 완충공간으로 “무역항의 입항 구역 및 항만 구역 내에서 시설지원 및 친수 항만시설을 집단적 설치, 육성하여 항만의 부가가치와 관련 항만산업 활동을 증진하고 항만의 이용하는 자의 편의 향상에 이바지하기 위하여 항만법 제36조의 규정에 따라 지정 및 개발하는 지역으로 화물의존형 항만에서 화물 창출형 항만으로 고부가가치 항만배후단지를 실현 중이며, 장기적으로 대륙중계 항만으로 배후단지 연계하여 역할을 강화하려는 활동을 각국이 활발히 하고 있다.

배후단지는 항만과 항만배후단지 및 배후지 간 공간적 구조와 상호활동의

2) 부산항만공사 <https://www.busanpa.com/kor/Contents.do?mCode=MN0860>

기능을 기능적·공간적으로 통합하여 세계 항만들의 간선국제물류 네트워크 조성을 강화하고 국내외 인접 항만 간 피더 물류 네트워크도 강화하며, 지항지와 배후지에 대한 물류 지원기능과 항만-내륙-항공 물류 네트워크 및 항만의 물류 기능까지 향상하는 항만 물류 중심으로 발전하기 위하여 다양한 국제적인 최고 수준의 물류 기능을 가진 배후단지 개념을 도입 중이다. 3)



자료:해양수산부

<그림 2-2> 항만배후단지 개념도

항만법 제1장 총칙, 제2장 항만기본계획, 제3장 항만의 개발, 제4장 항만의 관리와 사용, 제5장 항만배후단지, 제6장 항만재개발사업, 제7장 항만에 관한 비용과 수익, 제8장 감독, 제9장 공용 부담 및 손실 보장, 제10장 보칙, 제11장 벌칙 등 전문 101조와 부칙으로 이루어져 있다. 1967년 3월 30일 법률 제 1941호로 제정되었다. 이 법에서 사용하는 ‘항만’이란 선박의 출입, 사람의 승선·하선, 화물의 하역·보관 및 처리, 해양 친수 활동 등을 위한 시설과 화물의 조립·가공·포장·제조 등 부가가치 창출을 위한 시설이 갖추어진 곳을 말한다(제2조), 국토해양부장관은 항만을 무역항과 연안항으로 구분하여 지정하되, 명칭·위치 및 구역은 대통령령으로 정하며(제3조), 항만의 개발을 촉진하고 효율적으로 운영하기 위해 항만기본계획을 10년 단위로 수립해야 한다(제5조). 항만시설을 사용하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토해양부 장관의 허가를 받거나 국토해양부 장관 또는 국토해양부

3) 해양수산부(2006.06.30.) 항만배후단지 개발방향 모색을 위한 심포지움 p.10~p.15

장관으로부터 항만시설의 운영을 위임 또는 위탁받은 자와 임대계약을 체결하거나 해당 임대계약을 체결한 자의 승낙을 받아 항만시설을 사용할 수 있다(제30조). 국토해양부 장관은 항만배후단지의 개발이 필요하다고 인정되는 무역항을 대상으로 항만배후단지개발 종합계획을 5년마다 수립해야 하며(제41조), 노후하거나 유향 상태에 있는 항만과 그 주변 지역의 효과적인 개발과 지속 가능한 이용을 위해 대통령령으로 정하는 바에 따라 10년마다 항만재개발 기본계획을 수립해야 한다(제51조). 이 법 또는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 때 외에는 국가가 항만의 관리와 시설에 관한 비용을 부담하며, 비관리청이 시행하는 항만공사에 드는 비용은 그 항만공사의 시행자가 부담한다(제66조). 또한, 공공단체나 사인이 필요로 항만시설의 경미한 보수 등을 하는 경우 그 공공단체나 사인이 비용을 부담한다(제68조). 국가나 지방자치단체가 이 법에 따라 국토해양부 장관의 허가를 받아야 할 사업을 하려는 경우 그 사업을 시행하는 행정청은 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토해양부 장관과 협의하거나 그 승인을 받아야 한다(제83조). 정당한 사유 없이 항만시설의 구조 또는 위치를 변경하거나 항만시설을 훼손하여 항만의 효용을 떨어뜨리거나 선박의 입항·출항에 위해를 발생시킨 자는 5년 이하의 징역이나 3,000만 원 이하의 벌금을 과하며(제95조), 항만의 지정·개발·관리·사용 및 재개발에 관한 사항을 정하여 항만과 주변 지역 개발을 촉진하고 효율적으로 관리 운영하여 국민경제 발전에 이바지하기 위해 제정된 항만법⁴⁾을 기반으로 항만은 무역의존도가 88%(15년)인 우리나라 수출입 화물 중 99.7%를 처리하며, 국가산업단지 41개 중 20개가 항만을 포함하거나 항만과 인접, 우리나라 10대 도시 중(인구 기준) 4개가 항만을 기반으로 발전하였다.

부산항을 중심으로 산업이 발전하고 대일·대미 수출을 하면서 성장하였으며, 자연스럽게 부산과 울산, 포항, 창원 등 동남권 부자 도시들이 대거 부산항 주변에 포진하고 있다. 그러다 박정희 정권에 들어서 서울과 부산을 잇는 경부고속도로가 완공되면서 철도와 함께 산업과 인구를 이동시켰다. 이

4) 항만법 <https://100.daum.net/encyclopedia/view/b24h3357m11>

과정에서 교통이 놓인 곳에 번성한 도시들이 출현하게 된다.

그만큼 예전부터 지금까지 그리고 미래까지도 항만과 배후지역은 물류·상업·산업·유통·생산 활동을 통합운영하며 물류 서비스와 고부가가치를 창출하는 중요한 역할을 한다.

2.1.2. 항만배후단지 기본계획

해양수산부에서 항만법 제41조 및 제43조에 따라 ‘제3차 항만배후단지 개발 종합계획’ 과 항만배후단지 지정에 관한 사항을 고시하였는바 ‘제2차 항만배후단지 개발 종합계획(2012~2020)’ 에 이어 목표 연도인 2030년까지 항만배후단지 전체적인 개발 방향을 5년 단계로 제시하게 되었다. 기본계획은 항만법 제41조에 의거 제4차 항만 기본계획(2021~2030)과 연계한 항만배후단지의 체계적 개발을 위한 중장기 종합계획이다.

이번 계획은 2017년~2030년까지 전국 31개 무역항의 항만배후단지 지정 기준과 수요에 관한 사항과 항만배후단지의 조성·공급에 관한 사항 및 토지이용계획과 기반시설 등의 설치사항 등의 목표 연도(2030년)까지 항만배후단지의 개발수요를 33,687천㎡로 산정하고 개발수요에 따라 목표 연도까지 29,699천㎡를 조성·공급, 토지이용계획을 1종, 2종 항만배후단지로 구분하여 수립한다.⁵⁾

해양수산부는 부산항, 인천항, 광양항, 평택항, 당진항, 울산항, 포항항, 목포항, 마산항 이상 개발이 필요한 항만을 대상으로 한 국가계획으로 지금까지 2회(2006년, 2012년)에 걸쳐 수립되었다.

해양수산부는 대내외 항만물류환경 변화에 적극적으로 대응하고자 복합제조와 더불어 물류 기업부지를 마련하고 기업의 투자환경을 향상을 위해 최선을 다하고 있다. 특히 부산항 신항만은 물류 및 관련 사업을 연결한 ‘세계적 복합비즈니스형 항만’ 으로 2030년 8,457천㎡의 항만배후단지를 단계적

5) 해양수산부 고시 제2017-180(2017.12.27.) 제3차 항만배후단지 개발 종합계획 및 항만별 항만배후단지 개발 계획 고시문

으로 공급계획을 세웠으며, 서 컨테이너 부두의 3단계 항만 배후단지로 신규 지정하였다.

웅동 지구와 북측과 남측 컨테이너 부두 인근은 2종 배후단지 부지와 업무 편의 시설부지의 비중을 줄여 업체가 필요한 복합물류과 제조시설 부지를 조성하였다.

화물 처리능력	<ul style="list-style-type: none"> ● 목표연도 기준 1천만톤 이상의 화물처리 능력
항만 시설규모	<ul style="list-style-type: none"> ● 목표연도 기준 2천 TEU급 이상의 「컨」 전용부두 ● 또는, 선석길이 240m 이상의 잡화부두
개발부지 확보	<ul style="list-style-type: none"> ● 목표연도 기준 개발 수요면적 30만㎡ 이상 ● 수요에 따른 지정(개발) 가능 부지의 확보 여부

자료:해양수산부

<그림 2-3> 1종 항만배후단지 지정 기준 및 대상항만

화물 물동량	<ul style="list-style-type: none"> ● 목표연도 기준 1천만톤 이상의 화물처리 능력
개발부지 확보	<ul style="list-style-type: none"> ● 목표연도 기준 10만㎡ 이상 부지 확보가 가능한 항만배후지역
상근 인구	<ul style="list-style-type: none"> ● 목표연도 기준 항만배후단지 상근 인구 10,000명 이상

자료:해양수산부

<그림 2-4> 2종 항만배후단지 지정 기준 및 대상항만

2030년까지의 항만배후단지 개발은 민자 포함 약 1조 5천억 원이 투입하여 입주업체 등을 통해 11조 9천억 원의 생산 증대 효과 및 배후단지 조성, 제조 및 물류설비 건설, 입주기업 인력 고용 창출 등을 통하여 약 8만 7천여 개의 일자리를 창출을 기대할 수 있을 것으로 알려졌다. 해양수산부 한 관계

자는 기업유치를 통해 항만 및 물류 산업육성과 일자리 창출 기대효과를 만들어 낼 수 있을 것으로 기대하고, 3차 계획을 바탕으로 항만 특성에 맞추어 항만배후단지 개발을 문제없이 추진한다. 배후단지의 분업화 추세에 따라 항만을 단순물류거점의 조립·가공·제조가 가미된 복합물류거점으로 변화시키기 위해 도입 공간으로 1종(화물의 조립·가공·제조시설 및 물류 기업 입주)과 2종(업무·상업·주거시설 등 항만배후단지 기능보강 시설 입주)으로 구분되어 있다.⁶⁾

<그림 2-5>와 같이 부산항을 싱가포르에 이은 세계 2대 컨테이너 환적 허브로써 초대형 선박 입출항 시설을 대폭 확충하고, 증강현실(AR), 로봇, 사물인터넷(IoT) 기술 등이 적용된 스마트항만 시범사업을 추진한다.⁷⁾



자료:한국일보

<그림 2-5> 항만별 개발계획

6) 건축도시정책정보센터 국내동향(2018.01.02.) 해수부, '제3차 항만배후단지 개발 종합 계획 및 항만별 배후단지개발계획' 확정·고시

7) 한국경제 오형주 기자(2016.09.30.) 부산항 '세계 2대 컨테이너 환적 허브'로 키운다



자료:해양수산부

〈그림 2-6〉 제3차 전국항만 기본계획 수정계획

북컨 1단계 항만배후단지와 응동 1단계 항만배후 단지는 조성이 완료되어 현재 운영 중에 있으며, 북컨 2단계 배후단지(육망산 잔여부지)는 토취장 개

발 계획에 의해 토취장 개발 이후 조성되는 부지를 항만배후단지로 운영하는 것으로 계획하고 응동 2단계 배후단지는 투기가 완료되었으며, 서컨 1단계와 남컨 배후단지는 부지 조성 중이며, 서컨 1단계 중 11천㎡은 2030년 조성계획이다.

서컨 2단계 배후단지의 신규 계획으로 투기장 부지 중 항만시설용 부지를 제외한 항만배후단지로 조성하여 공급하며, 목표 연도(2030년) 수요를 고려하여 ‘제3차 전국항만 기본계획 수정계획’ (2016.9)에서 항만시설용 용지로 지정된 서컨 1단계 아래쪽과 서측에 위치한 부지를 각각 서컨 2단계와 서컨 3단계 항만배후단지(1종 항만배후단지)로 신규 지정하였다.

2.2. 부산 신항만 배후단지 입주업체 현황

2.2.1. 부산 신항만 배후단지 개발 및 입주업체 현황⁸⁾

다양한 업종유치 및 토지 이용의 효율성 강화를 위하여 복합물류 및 제조 시설, 업무·편의시설, 공공시설용지로 구분하여 계획 수립한 항만 및 항만배후단지 이용여건을 고려하여 2종 항만배후단지를 지정하고 ‘제3차 전국 항만기본계획 수정계획(2016.09)’을 반영한 토지이용계획을 수립, 현재 운영 중인 배후단지 및 주변의 개발계획 등을 고려하여 토지이용계획을 수립하였다.

<표 2-2> 부산항 신항 북컨 1단계 배후단지의 업무·편의시설용지 분산 배치 후 접근성을 증대시키고, 북쪽 주거단지와 연결된 토지이용계획을 수립하였다.

<표 2-3> 북컨 2단계 항만배후단지는 북컨 배후단지 주변의 상권과 기 운영 중인 북컨 1단계 배후단지의 이용형태를 고려하여 복합물류 및 제조시설용지 중심으로 토지이용계획을 수립하여, 북컨 2단계 배후단지 북측경계와 접하고 있는 광로 3-11호선(폭원 40~46m) 주변에 폭 10m의 완충 녹지를 조성한다.

8) 해양수산부 (2017.12.) 제3차 항만배후단지개발 종합계획(2017~2030) p.59~p.86

<표 2-2> 북컨 1단계 향만배후단지 토지이용계획

시 설 별		면 적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
1종 향만 배후 단지	1. 복합물류 및 제조시설	1,044,084	61.3	
	2. 업무·편의시설	67,315	4.0	
	3. 공공시설	592,528	34.7	
	• 도로	461,896	27.0	
	• 녹지	80,342	7.2	
	• 기타공공시설	118,599	7.0	
합계		1,703,927	100.0	

자료: 해양수산부

<표 2-3> 북컨 2단계 향만배후단지 토지이용계획

시 설 별		면 적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
1종 향만 배후 단지	1. 복합물류 및 제조시설	1,107,325	70.4	
	2. 업무·편의시설	69,162	4.8	
	3. 공공시설	357,675	24.8	
	• 도로	240,762	16.7	
	• 녹지	115,780	8.9	
	• 기타공공시설	1,103	0.1	
합계		1,444,162	100.0	

자료: 해양수산부

<표 2-4> 남컨 향만배후단지는 이용성 향상을 위해 업무·편의시설을 진
입부 측에 집적하여 배치하였다.

<표 2-4> 남컨 향만배후단지 토지이용계획

시 설 별		면 적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
1종 향만 배후 단지	1. 복합물류 및 제조시설	397,718	76.2	
	2. 업무·편의시설	48,471	9.3	
	3. 공공시설	75,914	14.5	
	• 도로	60,254	11.5	
	• 녹지	9,669	1.9	
	• 기타공공시설	5,991	1.2	
합계		522,103	100.0	

자료: 해양수산부

〈표 2-5〉 응동 1단계 배후단지 이용계획

시 설 별		면 적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
1종 항만 배후 단지	1. 복합물류 및 제조시설	1,606,036	64.6	
	2. 업무·편의시설	176,715	7.1	
	3. 공공시설	703,915	28.3	
	• 도로	444,140	17.9	
	• 녹지	234,933	9.5	
	• 기타공공시설	24,842	1.0	
합계		1,119,705	100.0	

자료: 해양수산부

〈표 2-6〉 응동 2단계 배후단지 이용계획

시 설 별		면 적(㎡)	구성비(%)	비 고
1종 항만 배후 단지	1. 복합물류 및 제조시설	578,745	51.7	
	2. 업무·편의시설	-	-	
	3. 공공시설	273,823	24.5	
	• 도로	193,481	17.3	
	• 녹지	80,342	7.2	
	• 기타공공시설	-	-	
2종항만배후단지		267,137	23.8	
합계		1,119,705	100.0	

자료: 해양수산부

〈표 2-5〉와 〈표 2-6〉 응동 1단계 항만배후단지는 업무·편의시설용지의 중앙 배치 후 물류 기능 및 지원기능의 유기적인 연결체계를 이루어 내고 응동 2단계 항만배후단지는 2종 배후단지의 입주 가능 시설을 고려하여 민원 발생을 최소화할 수 있도록 배후단지 서측에 배치하고, 복합물류 및 제조 시설과 접한 2종 배후단지에 폭 20m의 완충 녹지 계획을 하고 있다.

〈표 2-7〉과 〈표 2-8〉 서권 1단계 항만배후단지는 ‘제3차 전국 항만기본계획 수정계획(2016.9)’을 수용하여 구역계를 정형화하고, 향후 서권 부도의 개발계획에 따른 부두 진·출입로를 고려하여 업무·편의시설용지를 배후단지의 동측에 배치하고, 서권 2단계 항만배후단지는 배후단지의 위치 및 면적을 고려하여 복합물류 및 제조시설로 조성, 인입 철도 노선과 철송장 조성 등을 고려하여 철도 노선 경계와 약 90m 이상 여유 공간을 확보하고 동측 구역계를 설정하였다.

〈표 2-7〉 서권 1단계 항만배후단지 토지이용계획

시 설 별		면 적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
1종 항만 배후 단지	1. 복합물류 및 제조시설	312,553	61.7	
	2. 업무·편의시설	109,417	21.6	
	3. 공공시설	84,499	16.7	
	• 도로	76,934	15.2	
	• 녹지	7,565	1.5	
	• 기타공공시설	-	-	
합계		506,469	100.0	

자료: 해양수산부

〈표 2-8〉 서권 2단계 항만배후단지 토지이용계획

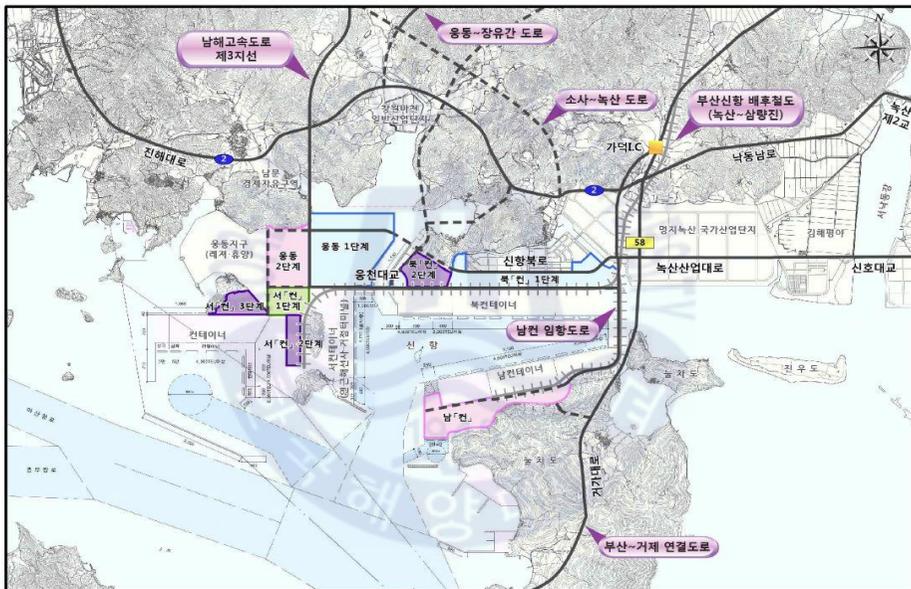
시 설 별		면 적 (㎡)	구성비 (%)	비 고
1종 항만 배후 단지	1. 복합물류 및 제조시설	288,679	76.3	
	2. 업무·편의시설	-	-	
	3. 공공시설	89,552	23.7	
	• 도로	69,678	18.4	
	• 녹지	19,854	5.3	
	• 기타공공시설	-	-	
합계		-	100.0	

자료: 해양수산부

〈그림 2-7〉의 부산항 신항 주변으로는 부산~거제 간 연결도로인 지방도 58호선(거가대로), 국도 2호선(진해대로, 낙동남로), 부산항 신항만과 서부산 IC를 잇는 남해고속도로 제2지선과 국지도 69호선 등이 광역 교통체계를 형성하고 있고, 남·북 컨테이너 터미널 물동량 처리는 신항만 배후도로 가덕 IC에서 대동JC(대구-대동간 고속도로와 연결)로 연결하고, 김해에서 용동 지구로 연결되는 부산항 신항 배후도로Ⅱ(남해고속도로 제3지선)와 북컨 배후단지로 연결되는 진해 도시계획도로(3-20호선)계획하고, 부산~거제 간 연결도로(거가대로)와 남컨 배후단지와 연결도로가 계획되어 있다.

〈그림 2-8〉의 북컨 배후단지 가로지는 동서 주간선도로(40m)를 기준으로 보조간선도로는 남북방향, 집산도로는 동서 방향으로 배치하고 남컨 배후단지의 임항 도로를 주 진입도로로 설정 및 보조간선도로(30m) 2개 노선을 중심으로 집산도로와 국지도로를 격자형 및 루프(loop)형으로 계획하면서 용동

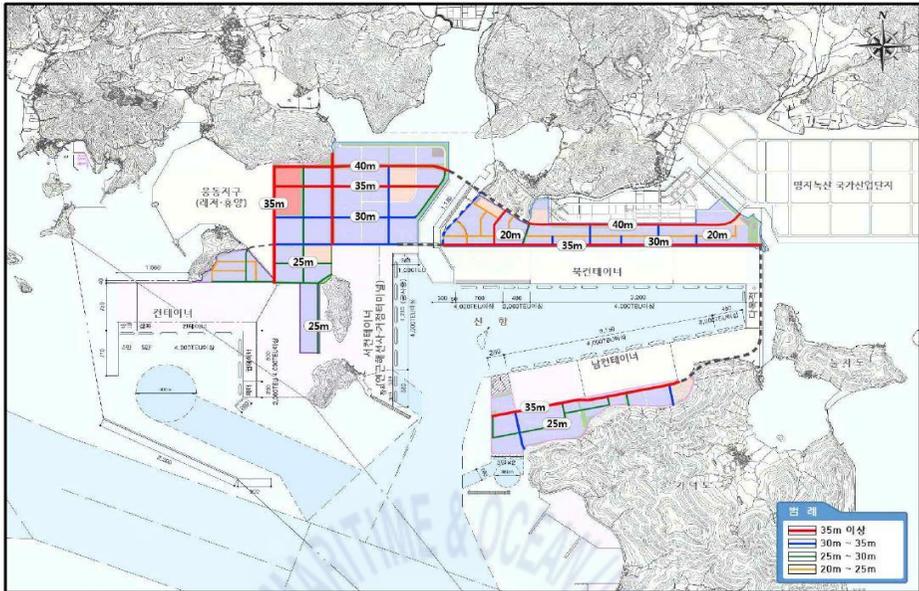
지구는 안골대교와 연결되는 동서축과 부산 신항 배후도로II와 연결되는 남북축의 주간선도로(폭원 40m)를 중심으로 격자형의 도로망 체계를 확립하고, 서컸 1단계 배후단지는 응동 지구와 연결되는 주간선도로(30 ~ 35m)를 중심으로 루프형과 격자형을 혼합한 형태의 보조간선도로(25m)와 집산도로(20m)를 계획, 서컸 2단계 배후단지는 서컸 1단계 배후단지의 주간선도로(30 ~ 35m)와 연결되는 쿨데삭(Cul-des-sac)⁹⁾형태의 국지도로와 서컸 3단계 배후단지의 서컸 1단계 배후단지 보조간선도로(25m)와 연결되도록 계획하고, 격자형으로 국지도로를 배치한다는 개발계획 중이다.



자료:해양수산부

<그림 2-7> 부산항 신항 항만배후단지 광역교통계획

9) 쿨데삭(cul-de-sac) : 주로 주택단지에 설치되는 도로의 유형. 단지내 도로를 막다른 길로 조성하고 끝부분에 차량이 회전하여 나갈 수 있도록 회차 공간을 만들어주는 기법



자료:해양수산부

<그림 2-8> 부산항 신항 항만배후단지 가로망계획

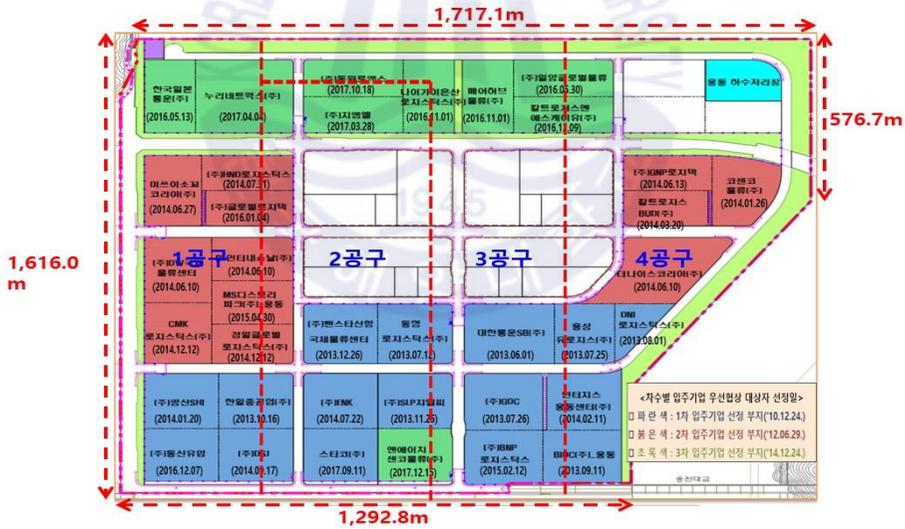
현재 북 컨테이너 1단계 배후단지(2.22km²)와 웅동 1단계 배후단지(2.49km²)는 현재 입주업체가 영업을 개시하여 운영 중이며, 북컨 배후단지 입주업체 30개와 웅동 배후단지 입주업체 37개 총 67개의 입주업체가 있다.

웅동 배후단지는 총 4공구로 나누어 사업이 진행되었고, 이는 <표 2-9>와 <그림 2-9>와 같다.

<표 2-9> 응동 배후단지 사업 현황

구분	1공구	2공구	3공구	4공구
사업위치	창원시 진해구	제덕동 전면	응동지구 1단계	항만배후단지
사업내용	단지조성 569천m ²	단지조성 587천m ²	단지조성 673천m ²	단지조성 657천m ²
사업기간	'09.06.26.~ '14.01.24.	'09.06.26.~ '13.11.25.	'09.11.27.~ '14.05.04.	'09.11.27.~ '14.05.04.
공사비	120,017백만 원	107,653백만 원	122,188백만 원	121,784백만 원
시공사	GS건설(주) 외 2	한라건설(주) 외 2	대우건설(주)외 5	대림산업(주)외 7
발주/감리	부산항건설사무소/ (주)대영엔지니어링 외 1		부산항만공사/ (주)한국항만기술단 외1	

자료: (사)대한토목학회



자료: 사)대한토목학회

<그림 2-9> 응동 배후단지 1공구, 4공구



자료: 부산항만공사

<그림 2-10> 북 컨테이너 배후단지 입주업체



자료: 부산항만공사

<그림 2-11> 웅동 배후단지 입주업체

2.2.2. 부산 신항 배후단지 입주업체 실태분석

부산 신항만은 1995년 최초 개발이 시작된 대규모 사업으로 동북아 관문이자 글로벌 허브항만으로 나아가기 위한 부산항의 대형 프로젝트이다. 2020년을 목표로 아직은 미완공이 된 항만이지만 이미 20선석이 넘는 규모의 터미널에 특히 1만 TEU 이상에 접안 능력의 깊은 수심 자동화된 하역시스템과 글로벌 물류 시장이 급격한 성장으로 500대 세계적 기업의 70%가 넘는 물류 기업이 아웃소싱하고 있으며, 외국의 직접투자도 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 물류 시장의 성장의 38%가 아시아에 집중되고 있으며, 동시에 항만의 경쟁력이 바로 배후단지에서부터 출발하고 있다.

북아시아 국제물류 및 비즈니스 핵심 항만을 이룩하기 위해 추진되어온 부산 신항만의 주요 시설 중 하나가 국내 최대 규모의 배후 물류 단지이다.

이곳 물류 단지는 항만으로 입고된 각종 제품의 각 업체에 공급하는 기업들이 입주했다. 2009년부터 2014년까지 조성된 옹동 배후단지는 2013년 말 업체 입주 후부터 지반침하가 발생하여 중국과의 경쟁에서 우위를 지키기 위해 큰 기술이 필요한 첨단전자제품 위주로 많은 업체를 배후에 유치하는 전력을 펼쳐왔으나 심각한 지반침하로 첨단전자제품은커녕 일반 제품 제조업체도 외면하는 항만으로 전략할 것이란 우려가 나오고 있다.¹⁰⁾

<표 2-10> 2018년 부산항 신항 배후단지 입주업체 현황

구 분	북컨 배후단지	옹동 배후단지	계
입주업체	30개	37개	67개
면 적	1,010,338㎡	1,336,184㎡	2,346,522㎡
물 동 량	1,112,946 TEU	841,072 TEU	1,954,018 TEU
고 용	1,343명	1,527명	2,870명

자료: 부산항만공사

10) 비즈니스&심리학 (2019.08.13.) 부산신항 배후단지 지반침하!!

화물의 보관·분류 기능과 더불어 조립, 가공 등의 기능을 연결해 많은 물류 부가서비스를 확보하는 세계적 복합물류거점으로 육성해 신규 물동량의 부가가치와 고용 창출을 기대를 위한 배후단지의 조성 목적과는 달리 대부분 수출입화물 물류창고(단순보관 기능)에 한계를 보이는 상황이다.

그리고 절반 이상의 입주업체가 3만5천 평방 미터 미만 소규모 업체임에 따라 2014년 옹동 배후단지 개장 초기 톤당 8천 원 이상이었던 화물 작업료는 현재 5천원 이하로 38%가량 작업료가 하락했다. 또한, 개장 초기 톤/월당 3만 원이었던 화물 보관료는 현재 2만5천 원 이하로 17%가량 하락하는 등 보관료와 작업료 덩핑현상으로 실질적인 운영의 효율성은 저하되고 있고 이로 인해 입주기업의 경영실적 또한 악화하고 있는 가운데 옹동 배후단지는 지반침하로 인한 또 한 번의 진통을 앓고 있다.¹¹⁾



11) 해사정보신문 (2017.10.24.) 부산신항 배후단지 수출입 화물 물류창고 역할 치중

제 3 장 부산 신항만 배후단지의 지반침하 선행연구 및 현황

3.1. 지반침하 관련 선행연구

3.1.1. 지반침하 관련 연구 및 사례¹²⁾

일본의 간사이 해상공항은 수심이 깊으며 연약지반 위로 건설되었기 때문에 초기부터 지반침하 대책을 마련하였다. 해저 바로 밑에 퇴적된 연약지반인 홍적층은 공항섬 전지역에서 지반개량을 시행하고, 미리 인공적으로 지반침하를 촉진해서 공사 기간에 침하를 완전히 종료시켰다. 그 밑에 있는 홍적층은 인공 지반개량을 시행하기에는 기술적, 경제적으로 곤란하여 홍적층의 침하를 시켜 되도록 공사 기간에 진행 시키고 완공 후의 지반침하에 대해서는 건물 기둥에 먼저 작업 장치를 설치하여 건물을 수평으로 유지하였다.

그러나 간사이국제공항은 현재 여객터미널(1기 공사) 주변의 지반이 장소에 따라 먼저 11 ~ 12m 침하되었으며, 시공 전 11.3m를 예상했으나 그보다 더 증가했고, 약 1m의 부동침하의 그 이유는 홍적층이 예측했던 것보다 연약했기 때문이다. 매립공사 후 18년이 경과한 2005년 12월 계측 결과는 평균 침하량이 12.4m이며, 이 중에 개항까지 7년간 9.82m의 침하가 발생했고 개항 후 2.57m 더 침하되었다. 1년 동안 평균 침하량은 개항 시 50cm가 매년 감소하여 2004년 12cm, 2005년 10cm, 2006년 9cm, 2007년 7cm, 2008년 7cm, 2009년 8cm로 감소하고 있다. 간사이공항은 먼저 지반침하가 안정기에 접어들었다고 판단했으나, 침하가 거의 종식까지는 50년(2037년까지)을 잡고 있고, 최종으로 총침하량은 18m로 산정해놓고 있다. 즉, 2009년 12월 침하량 12.71m에서 앞으로 27년간 5.29m의 침하를 예상한다. 세계 초일류의 토목기술을 자랑하는 일본이 하네다국제공항, 홋카이도 해저터널, 해상교량 등 해상토목의 팔목할 만한 시공실적이 있었음에도 해상공항의 시공은 태풍 때만

12) 밀양광장 (2011.03.10.) 신공항 해외사례_일본 간사이국제공항 사례를 통해 보는 신공항 입지

침하된 것이 아니고 건설(매립) 직후부터 침하가 시작되어 지금까지 천문학적인 공사비가 이미 투입되었다. 1994년 일본 오사카만에 인공섬을 조성해 만든 간사이공항은 24년간 서서히 가라앉는 중이다. 해마다 6cm의 속도로 지금까지 3.4m가량 침하된 것으로 분석되고 있으며, 간사이공항은 하루 8만여 명이 이용하고 연간 56조 원의 수출 화물이 거치는 물류 허브이다. 태풍, 해일 등 자연재해에 이착륙 장비들이 침수되고 육지를 잇는 다리마저 부분 폐쇄되면서 정상화까지도 시간이 제법 걸린다고 한다.

연약지반 및 매립지가 많은 부산·경남에는 이에 맞는 건축 기준이 필요하다. 1990년대 경남 창원시 마산항 구항 매립지에 건축된 한 건물이 심하게 기울어지고, 경남 양산 원도심의 북부동 일부 지역 지반침하 사태와 관련, 부산·경남 일대에 광범위하게 퍼져 있는 연약지반이나 매립지에서 과거 침하의 유사 사례가 잇따라 이를 예방할 근본 대책이 필요해 보인다. 토목 전문가들은 ‘부산·경남은 낙동강 하구와 해안에 있는 지역 특성상 다수의 연약지반 및 매립지가 존재한다.’라며 ‘건축이나 건설 시 이 같은 기본조건이 많이 고려돼야 한다’라고 지적했으며, 나아가 ‘지하수의 흐름이나 인접 건축물과의 추가시공 등도 당연히 검토사항’이라고 덧붙였다. 해안과 낙동강 하구 위치 특성상 마산·부산서도 유사 사고 발생하여 주민 불안 속 민원 끊이지 않아 “지하수 흐름 등 기본조건 외에 연약 지반 안정화 후 건축” 지적하였으나, 부산·경남에 그동안 수차례 ‘기우뚱 건물’ 사례가 있었음에도 지자체 등에서는 대책 마련에는 손을 놓고 있었다. 양산도 대표적인 연약지반 중 한 곳이지만 이번 북부동 지반침하 사태가 벌어지고서야 원인 규명에 나서는 실정이라 시는 대한토목학회에 학술용역을 의뢰해, 인근 대형 토목 공사장에서의 지하수 유출 등이 지반침하에 영향을 미쳤는지를 들여다보고 있다. 북부동 인근 지역에 대형 토목공사 현장이 있고 공사 과정에서 다량의 지하수를 유출했다는 점이 지반침하 원인일 수 있다는 지적이 있기 때문이다. 매립지 지반침하 사례로는 1990년대 마산만 매립지 ‘기우뚱 건물’ 사태가 있었다. 1995년 마산만 매립지에 신축한 건물 4개 동이 기울고, 해안도로도 내려앉았다. 당시 공유수면을 메운 지역에 건립된 4개 동 건

물은 적게는 30cm, 많게는 83cm 기울었다. 일부 아파트 지하층은 바닷물이 솟아오르는 등 지반침하로 인한 민원이 끊이지 않으면서 전국적인 논쟁거리가 됐다. 마산시가 당시 대한토목학회에 정밀안전진단을 의뢰한 결과, 지반침하 원인 규명에는 실패했지만, 기우뚱 건물들은 매립지 특성을 고려하지 않은 채 건축되면서 부등침하로 인해 기울어진 것으로 드러났다. 주민들이 불안에 떨었지만, 당시 매립 시공사와 건물주 간의 책임 공방이 격하게 벌어지며 8년이 흐르고서야 건물을 철거할 수 있었다. 당시 “매립지 지반 안정화 후 건축물을 건립해야 하지만 이를 지키지 않았다”라는 지적이 나왔다. 실제 매립지 인근을 가득 메운 상가 및 아파트 등에서는 지반침하 문제가 추가로 발생하지는 않았다. 부산에서는 2017년 ‘사하구 기우뚱 오피스텔’ 사례가 있었다. 이곳 역시 연약지반에 건물을 건립하면서 지반침하를 막기 위한 보강 공사를 소홀했다고 지적된다. 정확한 원인 규명을 하면 향후 연약지반, 매립지 등지에서의 건축 기준을 강화해야 할 것으로 지적된다.¹³⁾

13) 부산일보 이성훈 기자(2019.05.23.) 연약지반·매립지역 건축 기준 강화해야



자료: (사)대한토목학회

<그림 3-1> 일본의 잔류침하 발생 사례



【경남 창원시 마산항】

【부산시 사하구】

자료: (사)대한토목학회

<그림 3-2> 한국의 잔류침하 발생 사례(1)



【부산시 강서구 녹산화전로】



【경남 양산시 증산지하차도】

자료: (사)대한토목학회

<그림 3-3> 한국의 잔류침하 발생 사례(2)

3.1.2. 신항만 배후단지 입주업체 침하상황

부산항 신항 옹동 1단계 배후단지에 입주한 37개의 업체 중 대부분 업체에서 지반침하로 인한 피해를 호소하고 실제로 보수비용이나 물류센터의 경쟁력 그리고 매출 및 물동량에도 영향을 받는다는 말들이 쏟아져 나왔다. 북컨테이너 배후단지에서는 없었던 부등침하로 인한 잔류침하가 옹동 배후단지에서는 예상보다 빠르게 진행되어 입주업체들의 언쟁이 높아지자 관련 관공서에서는 대책 마련이 시급해졌다. 수차례 피해 업체들을 불러 피해 상황을 파악하고, 대책을 강구하기 시작했다. 이로 인해 해당 관공서는 사단법인

대한토목학회에 ‘부산항 신항 옹동 배후단지 침하 원인 및 장기침하 예측에 관한 연구 용역’을 맡겨 책임연구원 부산대학교 토목공학과 임종철 교수의 지휘 아래 중간보고(’19.08.06) 및 최종보고(’19.09.10)까지 발표가 되고 연구에 참여를 희망했던 지반침하 피해 입주업체 24곳에 보고서 책자까지 배포하였으며, 이 입주업체들은 지반침하로 인해 상당한 피해가 있다는 것이 세상에 알려지게 되었다.

연구 용역의 주된 목적은 준설 매립지반의 허용 잔류침하량 초과 원인을 분석하고, 장래침하량 예측 및 인접 북 컨테이너 터미널 부지와 침하 경향을 비교하여 향후 부지관리 방안 및 대책을 강구하기 위해서였다.

부지 조성 시공 과정은 설계 시 지반조사를 통하여 결정한 지반 정수가 지반의 불균질성을 정확하게 표현할 수 없고 또 설계 단면은 현장지층의 변화를 모두 포함할 수 없었으며, 시공 중 성토 과정에서 침하량 측정치를 이용해서 그 지점의 현장지반 정수를 결정한다. 시공기면 조성 후 허용 침하량을 감안한 성토량 및 목표침하량을 산정하는데 이때 최종침하량 및 장래침하량 예측을 위한 수학적 기법이 사용되고 예측기법에 따라 예측 침하량이 상당히 달라진다. 그러나 지반 종류나 때에 따라 예측 정도가 가장 높은 예측기법이 무엇인지 시방기준으로 결정된 나라는 없으며, 어떤 기법을 적용하느냐는 설계자의 결정사항이다.

드디어 가라앉은 부산 신항 배후단지 최대 1.5m ↓, 허용치 10배 넘어라는 제목으로 뉴스가 전국적으로 나오게 되었다. 부산신항 옹동 배후단지 전체적으로 허용치를 훨씬 초과하는 지반침하가 발생했으며, 앞으로 최대 50cm 이상 추가 침하가 일어날 수 있는 것으로 나타났다. 입주업체는 최대 150cm, 단지 내 도로 부분은 최대 146cm 침하가 발생했다고 밝혔고, 이는 설계상 허용 잔류 침하량(단지 10cm, 공원 및 녹지 30cm)을 최대 10배 이상 초과한 것이다. 해수부와 항만공사가 2009년부터 2014년까지 조성한 옹동 배후단지는 248만6천여㎡ 규모이며, 입주업체들은 2013년 하반기부터 건물을 지어 가동 중이다. 업체들은 건물 준공 직후부터 침하 현상이 나타나 그동안 여러

차례에 걸쳐 보수했지만, 계속 침하가 진행돼 영업에 큰 차질을 빚는 것은 물론 건물 안전까지 위협받고 있다고 밝혔고, 배후단지 물류협회는 37개 입주업체 가운데 27개사에서 40cm 이상 침하가 발생했고, 4개 업체는 침하 정도가 1m를 넘는다고 주장하였다. 원인은 시공 계획과 실제 시공 과정의 품질평가 방법 차이, 입주업체들의 설계하중을 초과한 중량물 적재 등이 복합적으로 작용한 것으로 추정되었다.

설계하중은 m^2 당 1.5t이다. 물류 업체가 대부분인 배후단지 특성상 이를 초과하는 중량물이 많아 연약지반 침하를 가중했다는 것이라 했지만, 이 설계하중은 지킬 수 없는 수준이라며, 향후 설계하중을 높일 필요가 있다고 지적하였다.

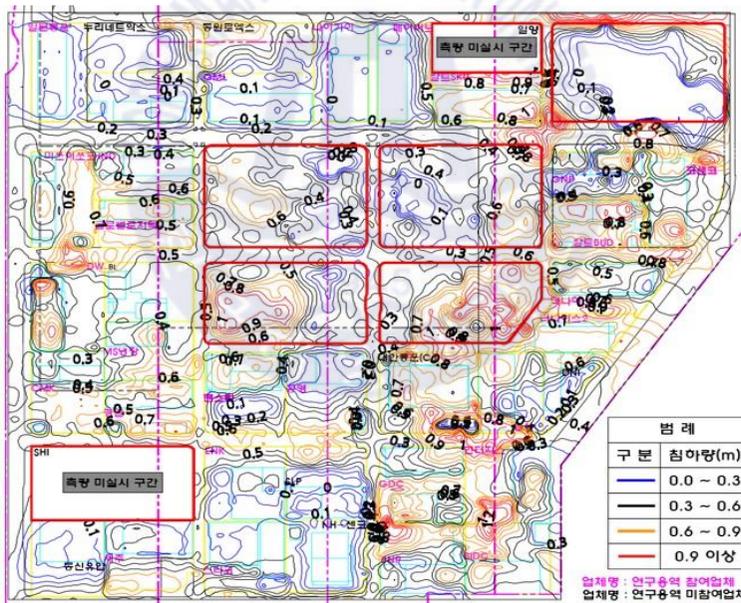
현재 상태로 가면 향후 30년간 최대 54cm가 더 진행되고, 최대 140cm 정도 더 침하 할 가능성도 있다고 밝혔다. 연구 용역의 책임연구원인 임교수는 침하 원인이 복합적이고 추가 침하가 진행할 수 있으므로 안전을 확보하고 영업 손실을 막으려면 조속한 보수·보강이 필요하다고 지적했으며, 입주업체들의 상황은 단기간 허용치를 훨씬 초과할 정도로 심한 침하가 발생하였고, 입주업체 용지와 도로의 침하 정도에 별 차이가 없다는 점은 바다를 매립해 부지를 조성하는 과정에서 문제가 있었다는 의미라며 관련 기관은 보수 등을 책임져야 한다고 주장하고 있어 이 둘의 이해관계가 복잡해질 우려가 있기에 관련 관공서에서는 보수비용이 산정되면 협회의 상의하여 해결 방안을 모색하겠다고 말을 전하고 있다.¹⁴⁾

부산 신항만 공사 당시 지반침하 예측치 보고서에서는 50년이 지나야 최대 82cm 내려앉을 것으로 보았으나, 실제로는 5년간 1m였으니 매립을 부실하게 했다는 의혹은 하지 않을 수가 없을 것이다. 이에 기업들과 인근 주민들은 붕괴 사고마저 걱정하고 있는 상황이라 대책을 강구하여 빠른 조치가 필요할 것이다.

14) 연합뉴스 이영희 기자 (2019.09.10.) 가라앉은 부산신항 배후단지..최대 1.5m↓, 허용치 10배 넘어

3.2. 지반침하 관측 현황¹⁵⁾

부산항 신항 옹동 배후단지는 대부분 허용 잔류침하량(10cm) 이상 발생하였고, 물류 단지는 최대침하량이 1.50m, 도로부는 최대침하량이 1.46cm 였다. 하수처리장 인근 유희지(A 구역)는 계획보다 높은 레벨에서 재하토 제거가 이루어졌으며, 정확한 제거고를 알 수 없어 침하량 확인 불가로 판정이 낮다. 하수처리장 인근 유희지(A 구역)의 경우 계획고 기준으로 재하토 제거가 이루어졌다고 가정할 경우 하중 변화가 없는 중앙부는 계획고 기준 옹기, 외곽 도로부 인접 지역은 동반 침하가 발생한다는 추측이다. 중심상업지구(B 구역)의 경우 인접 도로 레벨 맞추어 재하토 제거가 이루어졌으며, 정확한 제거고를 알 수 없어 침하 확인 불가이다.



자료: (사)대한토목학회

<그림 3-4> 침하 현황

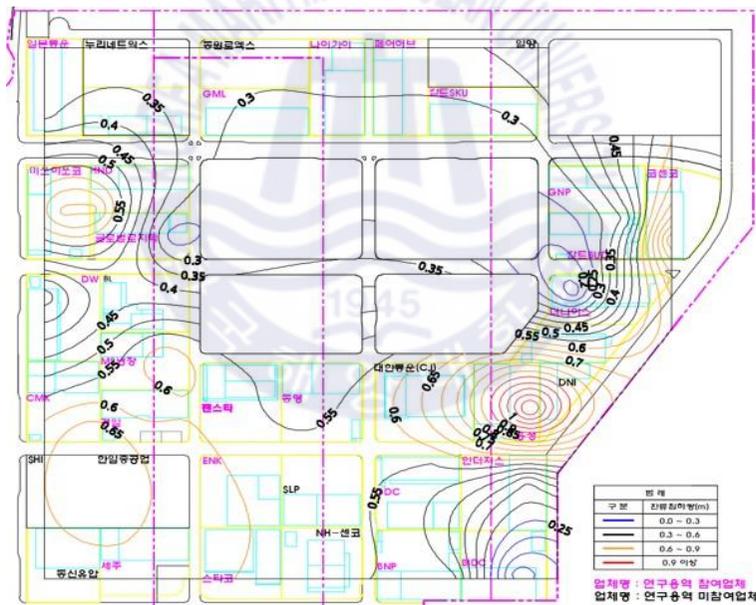
공용 중 입주업체의 재하중과 구조물 설계법에 따른 침하의 차이는 공용

15) 대한토목학회 (2019.09.10.) 부산항 신항 옹동 배후단지 침하 원인 및 장기침하 예측에 관한 연구 용역 최종보고

하중(15kN/m^2)¹⁶⁾을 초과한 사용 하중에 대한 침하량 산정을 입주업체별 최대 하중을 적용한 침하량 산정 결과, 7~117cm의 침하가 발생하였으나 입주업체 하중 조사자료 중 최대하중을 적용하여 산정한 결과이므로 실제와 다를 수 있다.

설계하중보다 큰 공용하중 작용한 단지 조성 시 계획고보다 높게 물류시설을 시공한 결과 도크 구조물(24.9kN/m^2)을 초과하고, 도크 구간이 일반구간보다 최대 39cm(평균 11cm)가 준공 후 침하 발생이 컸다. 지지 말뚝 미시공 업체가 부등침하량은 적으나 전체 침하는 평균 19cm 크게 발생하였다.

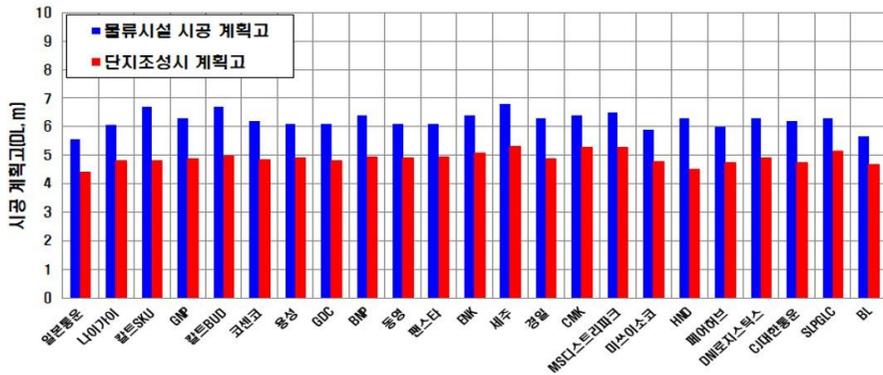
일부 구간에 지지 말뚝을 시공한 경우 말뚝 시공 경계부에 부등침하 발생 가능성이 크므로, 향후 물류시설 설계 시 이를 충분히 고려해야 한다.



자료: (사)대한토목학회

<그림 3-5> 입주업체의 재하중과 구조물 설계법에 따른 침하 차이

16) kN/m^2 : 제곱미터 당 나타내는 압축 강도



자료: (사)대한토목학회

<그림 3-6> 물류시설 계획고 및 단지조성시 계획고(도크구간)

북 컨테이너 배후단지와 응동 배후단지의 기초하부 기초공법은 팽이파일과 PHC파일 공법이였으며, 바닥하부는 팽이파일, SLAG, PHC파일 공법이 사용되었다.



자료: (사)대한토목학회

<그림 3-7> 물류시설 구조물 설계법에 침하량 차이

〈표 3-1〉 비교 대상 지역의 물류시설 기초공법 현황

기초하부	바닥하부	응동배후단지	북컨테이너터미널 배후부지
팽이파일	팽이파일	CJ대한통운 MS디스트리파크 누리네트웍스	부산국제물류(주)1,2차 씨스테인웨그LME 세방(주) FLC(주) 대한통운BND(주) 동방(부산신항물류) 현대택배(주) (주)한진 범한판토스 (주)모락스 KCTC 국제통운(주)
팽이파일	SLAG	용성유로지스 DN로지스틱스 PanStar BNGD 이엔케이 스타코 B동 KOSENKO	맥스피드(크로스독) 봉진종합건설(주)
PHC파일	팽이파일	BIDC GNP로지텍 더나이스코리아 미쓰이소꼬 칼트로지스	
PHC파일	SLAG	한국일본통운 GML 나이가이온산 칼트SKU 인터지스	
PHC파일	PHC파일	BL 더나이스코리아B동 스타코 A동 동신유압 NH센코	

자료: (사)대한토목학회

준공도서를 통하여 계획고 확인이 가능한 2009년 준공한 I사 물류시설에 대한 침하량 측량에서 북 컨테이너 배후부지 침하량은 0.00 ~ 0.49m 정도 침하

가 발생하였고, 시설 하중이 크게 작용한 물류창고 부지가 야적장보다 최대 0.31m 크게 발생하였다. 준공 후 발생 침하량은 응동 배후단지의 물류부지 최대 치하량은 1.5m였고, 북 컨테이너 배후부지의 I사의 최대침하량은 0.49m로 침하량 차이가 큰 이유는 준설토의 종류가 압축성이 높은 실토질점토(응동 배후단지) 10~12m와 압축성이 낮은 사질토(북 컨테이너 배후부지) 6~7m 존재 및 원지반 연약층의 두께는 북 컨테이너 배후부지(최대 58.7m)가 응동 배후단지(최대 29.3m)보다 두껍게 존재하고 있으나, 북 컨테이너 배후부지의 경우 실트층이 다수 존재하고 있으며, 응동 배후단지는 실트층이 나타나지 않았다.



3.3. 지반침하 관리 및 개선방안

부산항 신항 운동 배후부지의 지반침하로 이에 대한 심각성을 가지고 추후 입주기업에도 경각심으로 설계 및 시공, 감리를 진행해야 할 것이다. 불가피하게 중량물(30kN/m²이상) 적재 시 한 곳에 집중적으로 배치를 지양하며 침하 발생 구간 토사 충전 후 중량물 적재 시 추가 침하 발생하여 구조물 기초말뚝에 측방 변위를 유발하여 말뚝 두부도 손상이 되었다. 잔류침하가 많이 발생하여 계획고 인상이 필요한 지역은 경량기포 혼합토¹⁷⁾나 EPS블럭¹⁸⁾을 사용하여 하중 경감이 필요하다. 향후 연약지반 매립시 설계기준을 제시하면, 배후단지 설계 시 지하 수위 및 품질평가 기준의 명확한 규정이 필요하고 시공 중 집수정 운용 관리를 하여 입밀 침하 지연 시 대책 제안 자료로 활용한다. 시공관리와 계측관리의 품질이 향상되면 잔류침하 예측 정도도 높아짐으로 잔류침하는 정확한 예측이 어려우므로 범위로 제시할 필요성이 있다. 공용 중 예상되는 잔류침하는 불확실한 여러 조건 등을 고려하여 예상 최대잔류침하량으로 산정하여 상부 구조물 시공 시 최대 잔류침하가 발생하여도 유지관리 가능하도록 구조물 계획 수립을 하여야 할 것이다. 최대 장기간 계측치를 이용하여 장래를 예측하고 대부분 연약지반의 침하량은 허용잔류 침하량을 초과하고 있으므로 이차압밀침하를 감안하여 최대한 침하량이 많이 산출될 수 있는 해석기법과 지하 수위 등 현장 조건을 적용하는 좋을 것이다. 그래도 영구 지속되는 이차입밀은 피할 수 없으나 일반적으로 사용하는 방법과는 공사비에서 큰 차이가 발생할 수 있으나 잔류침하량은 줄일 수 있을 것이다.

허용 잔류침하량은 최대 단지부는 150cm, 도로부는 146cm, 허용 잔류침하량은 도로 및 단지부 10cm, 공원 및 녹지부는 30cm이었으며, 설계하중은 도로 및 단지부는 15kN/m², 공원 및 녹지부는 5kN/m²이다.

17) 경량기포 혼합토 : 흙에 물과 시멘트 등의 고화제 및 기포를 혼합하여 유동화 및 경량화 한 재료

18) EPS블럭 : 하중이나 토압에 관련된 문제점을 근원적으로 제거한 초경량 성토재료

잔류침하가 과다하게 발생한 원인으로는 현장계측자료를 이용한 장래침하량 평가방법의 다양성으로 분석시점, 분석기간, 양수영향, 분석방법, 지하수위 적용에 따라 예측치가 상당히 달라지고, 국내외의 경우 모두 시방기준이 정해져 있지 않고, 현장 상황 및 기술자에 따라 달리 적용된다. 설계시보다 큰 공용하중이 작용된 것도 하나의 원인이다.(Curve-Fitting¹⁹)으로 산정시 최대 67.9kN/m²) 설계 및 시공 시 고려할 수 없는 장기적인 이차압밀침하량 추가 발생은 30년간 최대 66.4츠로 프리로딩 시의 현장계측자료를 이용한 최종침하량 예측과 이론식에 의한 목표침하량 산정의 오차, 또한 이들에 포함되지 않는 장기적인 이차압밀침하량이 추가되어 삼중적인 오차에 대한 현재의 연약지반 이론의 한계라고 생각된다.

잔류침하량 산정은 평가방법에 따라 침하량의 차이가 크게 발생하므로 예상 잔류침하량 범위를 제시하고자 한다.

(1) Curve-Fitting에 의한 잔류침하량은 13.8 ~ 53.6cm(30년 후의 이차압밀 포함)

(2) 재분석한 시공 중 잔류침하량 및 실제 사용하중을 고려한 잔류침하량 산정 결과, 지하수위 조건을 시공 중 샌드매트 상단, 준공 후 평균해수면(M.S.L) 적용할 경우

- Curve-Fitting 하중 적재 시 143cm 정도의 잔류침하량 발생
- 물류업체 조사자료 중 최대하중 적재시 141cm 정도의 잔류침하량 발생
- 평가 방법에 따라 최대 143cm 발생(30년 후의 이차압밀 포함)

(3) 최소 13.8 ~ 53.6cm(Curve-Fitting 결과에 의한 잔류침하) 정도의 잔류침하가 발생하므로 향후 유지 관리시 이에 순응할 수 있는 조치 필요

(4) 하중 증가시 침하량 증가

(5) 짧은 용역기간 계측자료 활용, 추가 계측을 시행하면 정확도 향상 가능

19) Curve-Fitting(곡선적합) : 실제로는 실험 데이터로부터 실험식을 구하는데 곧 잘 쓰거나 함수 근사의 목적으로도 쓰인다.

잔류침하가 크게 발생한 구간에 토사 충전 후 중량물 적재 시 과다 침하가 발생하게 되고, 구조물 기초말뚝에 측방 변위를 유발하여 말뚝 두부도 손상될 수 있다. 침하 원인이 복합적이고 어느 정도 추가로 진행될 수 있으므로 안전 확보와 영업 손실 방지를 위해서 조속한 보수보강대책이 필요하고, 발주자와 사용자가 공동 대처하는 노력이 시급할 것으로 판단된다.

이런 과도한 매립지반의 잔류침하 대책으로는 추후 많은 데이터를 통해 기준의 정확도를 향상시켜야 한다. 재하중의 현실적인 다양성을 감안하여 설계 허용하중을 증가시킬 필요가 있으며, 응동 배후단지에 적용된 15kN/m^2 은 물류 산업단지에 입주할 업체가 준수할 수 없는 수준인 것으로 조사되어 명확히 알 수 없다는 진단이 나왔다. 실제 침하가 거의 수렴할 때까지 방치 하면서 공원, 골프장, 체육시설 등으로 활용 후 목적에 따라 부지를 사용하고, 특히 장기침하가 크고 시공 과정에서의 예측치와 실제 침하의 차이가 큰 준설토 투기장의 경우는 중앙정부나 지자체에서 계획적으로 단계적 활용 방안을 수립함이 옳다. 건물바닥에도 건물 뼈대와 같은 깊이의 말뚝을 적용해서 등침하를 유도하고, 건물바닥과 뼈대의 분리 시공하여 소량의 잔류침하량이 예상될 경우는 매트기초나 팽이기초 등으로 등침하를 유도하는 것이다.

입주기업들의 침하로 인한 피해가 수면위로 떠오르고 있는 지금 응동지구(2단계) 1종 항만배후단지 개발사업 사업자 선정과정에서 공정성 문제가 국회 국정감사에서 제기가 되었으며, 응동지구 항만 배후단지 개발사업 공모에는 BPA와 민간기업으로 태영건설 컨소시엄(태영건설 75%, 서부산권산업단지 사업관리단 25%)이 참여해 BPA가 우선협상대상자로 선정됐으나 ‘민간투자사업에 공기업의 참가 가능 여부’, ‘평가의 불공정’ 등의 문제가 제기되면서 우선협상대상자 선정처분 취소 행정소송이 진행 중이다. 부산항 신항만의 개발사업 계획은 정부 사업 중 손에 꼽히는 프로젝트이자 항만에서 최고의 성과를 자랑하지만, 상당히 빠른 수준의 지반침하로 입주업체들이 피해를 보는 추가 사례가 보고되면 신뢰성도 점차 하락될 것으로 보인다.²⁰⁾

20) 경남신문 김진호 기자 (2019.10.06.) ‘신항 응동 배후단지 개발사업’ 국감서 질타

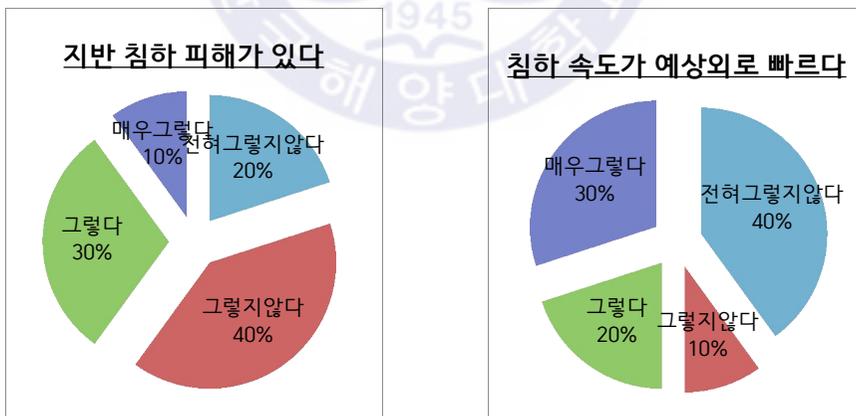
제 4 장 부산 신항만 입주업체의 기반침하 실증연구

4.1. 기반침하에 대한 입주업체 인식 비교

부산항을 사랑하는 시민모임은 부산항 신항 옹동배후단지 기반침하 현상을 철저히 조사해 진상을 밝혀야 한다고 주장했다. 부산 신항만은 14년 전 16조 원이 넘는 천문학적 예산이 투입된 대표적인 국책사업으로 현재 신항만 배후물류단지에서 심각한 수준의 기반침하가 일어난 것은 바다를 매립해 부지를 조성하는 과정에서 문제가 발생할 가능성이 있다고 밝혔다. 부지침하 원인에 대해서는 부지 조성 당시 침하 관련 설계기준이 미비했던 점도 원인이라고 주장했다. 각각 조성된 공구마다 침하 분석 기간, 침하 분석 시점 등이 달라 사전 대비가 부족했다는 것이다. 또 부산 신항만의 경우 공사기간 총 3년 중 연약지반 개량 기간을 절반으로 할당하고 부지 조성을 끝냈다는 무리수를 뒀을 가능성이 있다고 덧붙였다. 북 컨테이너 배후부지에는 기반침하가 심하지 않은 것을 보면 옹동 배후단지 조성 과정에 문제가 있다는 것을 증명한다고 강조했다. 이 단체 박인호 대표는 ‘부산 신항에 대한 전면적인 조사와 대책을 미룰 수는 없는 만큼 정부가 나서서 진상조사를 해야 한다’라며 공사기일을 단축하기 위해 시행사와 시공사가 무리한 추진을 했는지를 밝혀야 한다고 밝혔다.²¹⁾ 부산항 신항을 비롯하여 그 주변 일대 매립지반은 마치 계곡을 달리듯 오르락내리락 도로를 질주하는 자동차와 건물이 들어서자마자 곳곳이 쑥 내려앉은 강서구 명지의 검찰 신청사, 한쪽으로 심하게 기울어 제 기능을 발휘하지 못하는 항만 배후 물류 단지들 모두 연약지반 속 물을 제대로 빼내지 않은 상태로 시공했다가 발생한 것으로 추정되는 흔적들이다. 연약지반 개량 부실은 보수에 막대한 세금이 들어가는 문제도 있지만, 돌발 침하로 심각한 인적, 물적 피해로 이어질 수 있다. 그래서 철저한 지반조사를 토대로 정확한 설계부터 하는 것이 필요하다. 동아대 토

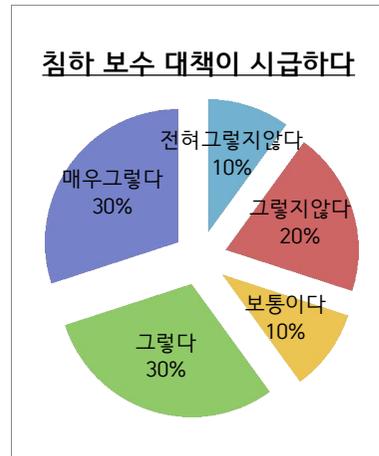
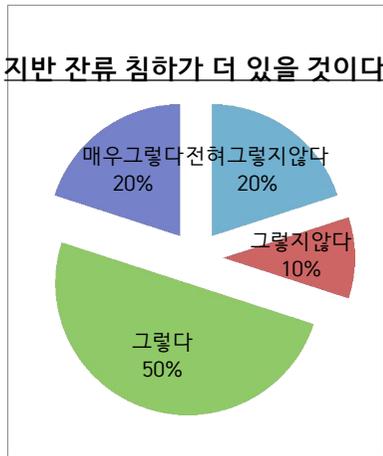
21) 국제신문 이은정 기사(2019.09.16.) 부산항을 사랑하는 시민모임 옹동배후단지 침하, 정부 조사 나서야

목공학과 정성교 교수는 지반조사법이 30년 전 부산 녹산공단을 했던 때와 현재와 비교해서 거의 개선이 이뤄지지 않고 그 결과를 반영하는 것도 중요하다. 연약지반 설계 자문회사 옥치남 대표는 시험시공을 할 수 있는 기간도 없고 그것을 실패했을 경우 거기에 대한 공사비도 지불하지 않는 것이 우리의 실정이라며, 연약지반 속 물을 빼내는 배수재 등 자재는 가격이 아니라 성능을 최우선으로 해야 한다고 전한다. 연약지반 배수재 전문가 지호열씨는 자재가 다른 나라에 비해 우리나라 자재가 가격이 저렴한데 모든 걸 저렴한 것만 취사 선택을 하다 보니 더더욱 그런 지반침하 문제가 생긴다고 알렸다. 정부는 제2신항 개발을 통해 초대형 선박이 접안할 수 있는 메가포트로 육성해 부산 신항을 동북아 중심 항만으로 키우겠다고 발표했다. 하지만 배후부지에서 심각한 침하가 확인된 마당에 과연 그 야심찬 목표에 이를 수 있을지 의문이다.²²⁾ 북컨 배후단지 입주업체와 응동 배후단지 입주업체 총 67개 중 약 30여 개 입주업체의 지반침하에 관련하여 지반침하 상황, 지반침하 입주업체 상황, 지반침하 배후단지 신뢰성, 지반침하 근황, 지반침하 영향력, 지반침하 보수비용 부담자 등에 대한 입주업체가 직접 겪고 있는 상황을 방문 조사와 함께 입주업체 담당자와 설문 인터뷰를 진행한 결과는 다음과 같다.



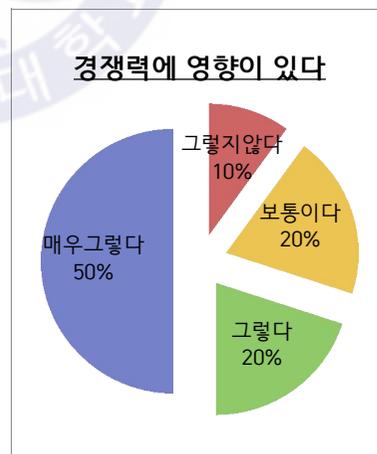
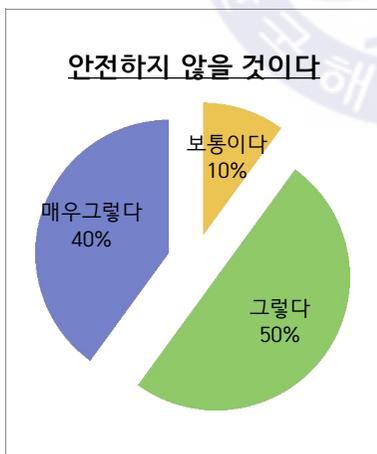
<그림 4-1> 지반침하 상황(1)

22) YTN 김승재 기자(2019.08.16.) 부산신항, 세계적 항만 되려면 연약지반부터 다져야



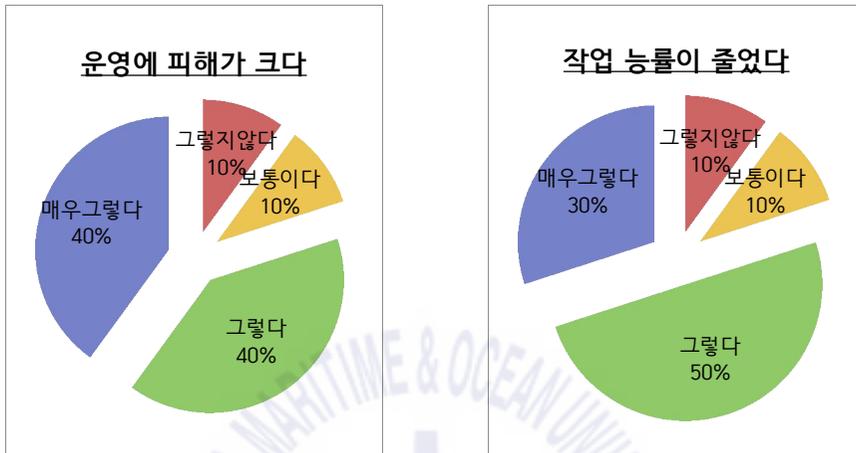
〈그림 4-2〉 지반침하 상황(2)

〈그림 4-1〉에 의하면 북 컨테이너 배후부지는 침하에 영향이 거의 없는 것으로 조사되었으며, 응동 배후부지 일부에서도 침하에 영향은 적지만 피해가 큰 곳도 많은 것으로 조사되었다. 이에 잔류침하의 속도도 예측치보다 빠르며, 잔류침하는 향후 지속적으로 발생할 것이라고 예상되었으며, 관련 기관과 입주업체의 협업으로 보수 대책 마련이 시급해 보인다.

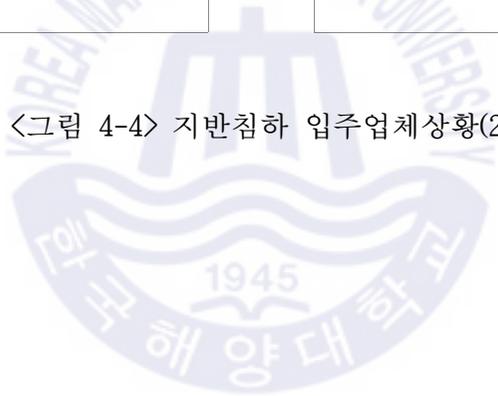


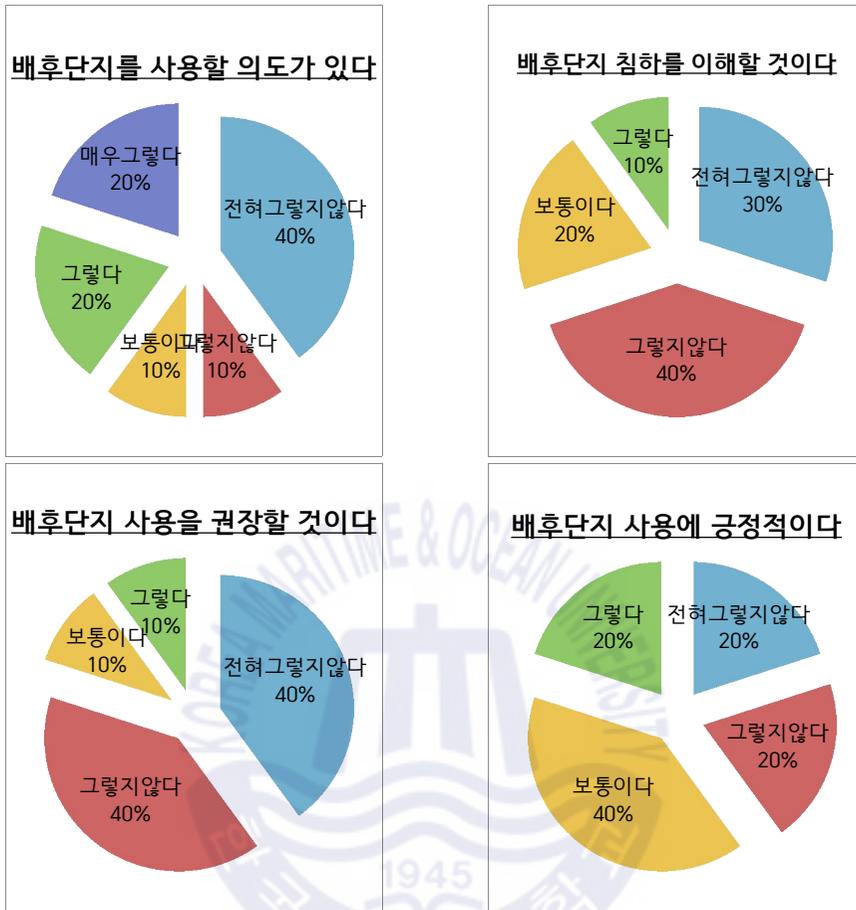
〈그림 4-3〉 지반침하 입주업체상황(1)

<그림 4-2>에 의하면 지반침하로 건축물과 현장 작업자의 안전은 당연히 위험하다고 인식되었으며, 未침하 입주업체보다 경쟁력에 미치는 영향이 크다고 조사되었다. 침하로 인한 작업 능률 또한 현저히 줄었다고 밝혀졌다.



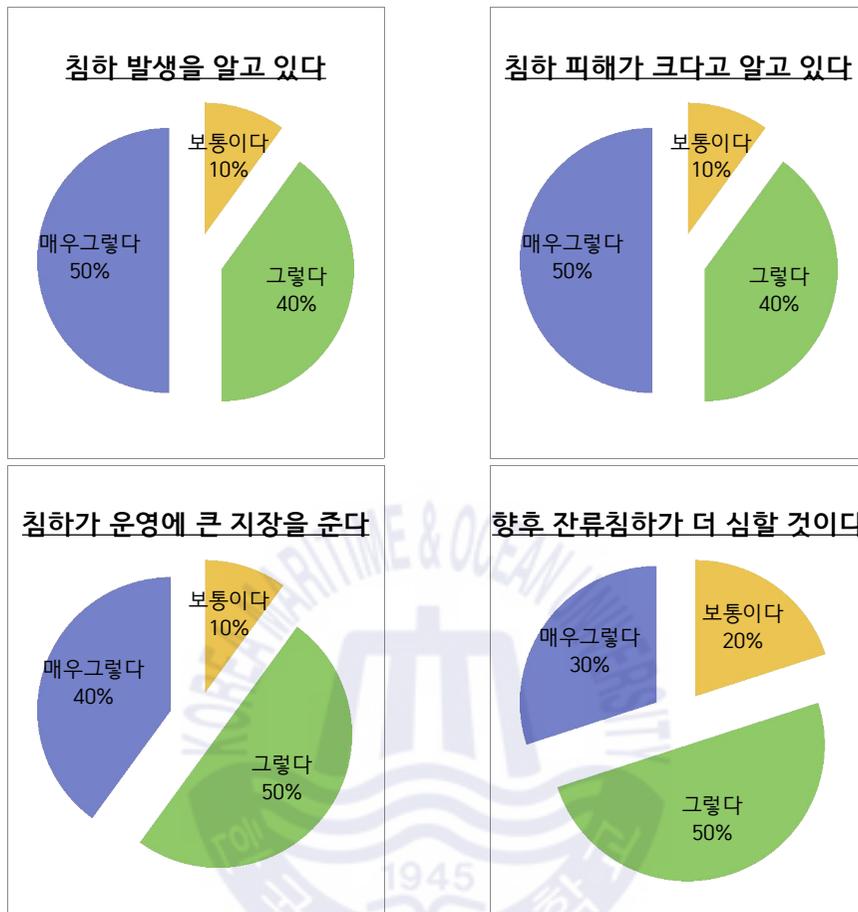
<그림 4-4> 지반침하 입주업체상황(2)





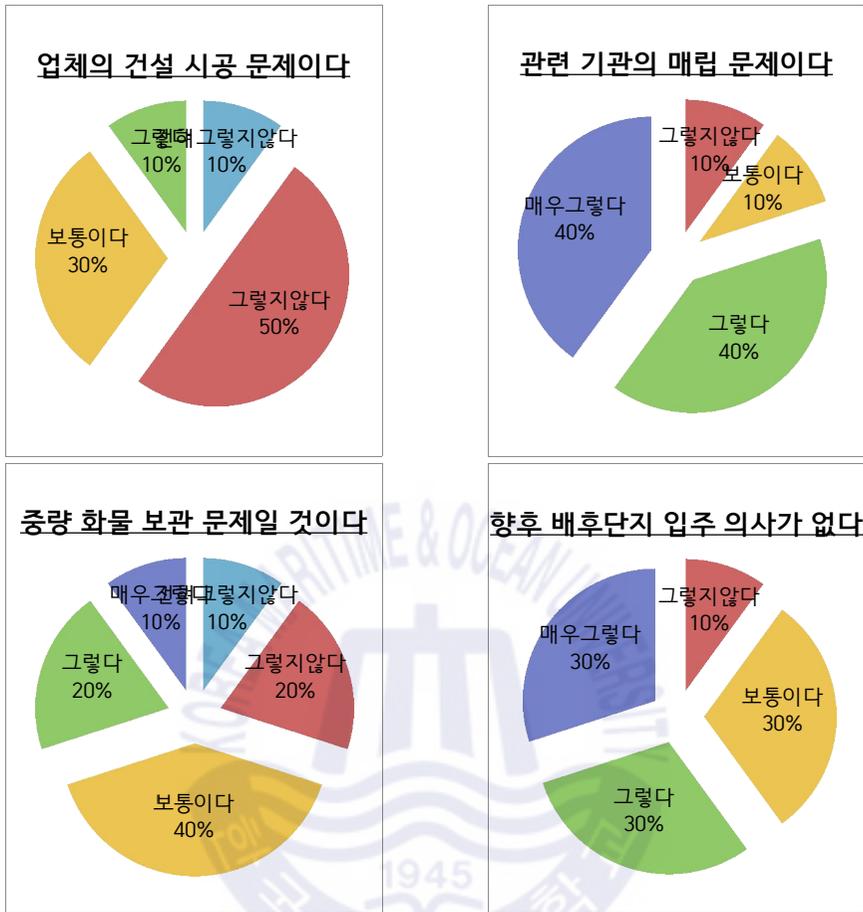
〈그림 4-5〉 지반침하 배후단지 신뢰성

〈그림 4-3〉에 의하면 향후 배후단지를 사용할 의사가 없으며, 예측치와 다른 빠른 속도의 잔류침하에 대하여 이해가 되지 않는다는 견해였으며, 침하로 인한 피해로 배후단지 사용을 주변에 권장하지 않겠다며 침하로 인한 피해로 배후단지 사용에 부정적인 것으로 나타나 지반침하로 인한 배후단지에 대하여 신뢰성이 상당히 저하된 것으로 조사되었다.



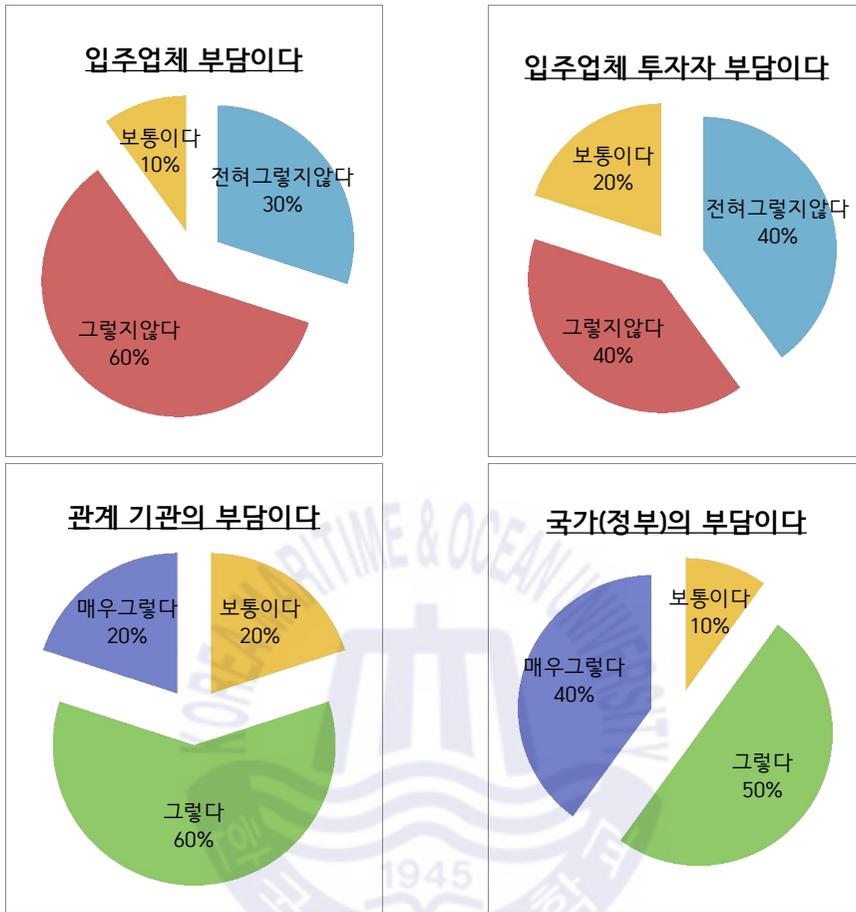
〈그림 4-6〉 지반침하 현황

〈그림 4-4〉에 의하면 부산항 신항 배후단지 입주업체 대부분이 침하 사실을 인지하고 있었다. 이에 입주업체들은 침하의 피해 정도가 상당히 크다고 알고 있었으며, 침하로 인한 피해가 운영에 큰 피해를 줄 수 있으며, 향후 잔류침하가 더 심할 것이라고 인식되어 있었다.



〈그림 4-7〉 지반침하 영향력

〈그림 4-5〉에 의하면 배후단지 입주업체의 건설시공 문제는 아닐 것이며, 관련 기관의 지반 매립에서부터 문제가 시작되었을 것이라는 인식이 많았으며, 입주업체들의 중량화물 보관 문제라고 보기에는 모호하나 지반침하로 인한 향후 추진 중인 배후단지에 추가로 입주할 의사는 없는 것으로 조사되었다.



〈그림 4-8〉 지반침하 보수비용

〈그림 4-6〉에 의하면 지반침하의 보수비용은 입주업체의 전적인 부담은 아니나, 입주업체의 투자자 부담은 더더욱 아니며, 지반침하의 보수비용은 관계 기관이 부담하여야 할 것이며, 이는 곧 국가(정부)의 부담이라는 결과가 나왔다.

위의 총 6개의 항목과 24개의 질문에는 침하 피해가 있는 응동 배후부지 입주업체들은 비교적 침하 피해가 없는 북권 배후부지 입주업체와의 인식이 아주 달랐으며, 향후 추가로 추진하고 있는 배후단지의 신뢰성과 그 침하의 보수비용 입장은 비슷하였다. 부산 신항 배후단지 용지 선정전 충분한 지반

다짐 작업이 수반되지 않은 채 사업자가 선정되어 입주 후 상당 부분 지반 침하가 진행되었고 중량화물 적재가 중첩되다 보니 침하가 가속화 된 것으로 보인다는 견해이었으며, 사전에 투입된 보수비용에 대한 일정 부분 보조나 임대료 감면을 통해 임대인과 임차인 간의 합의점을 찾는 과정이 수반되어야 한다고 입을 모았다.

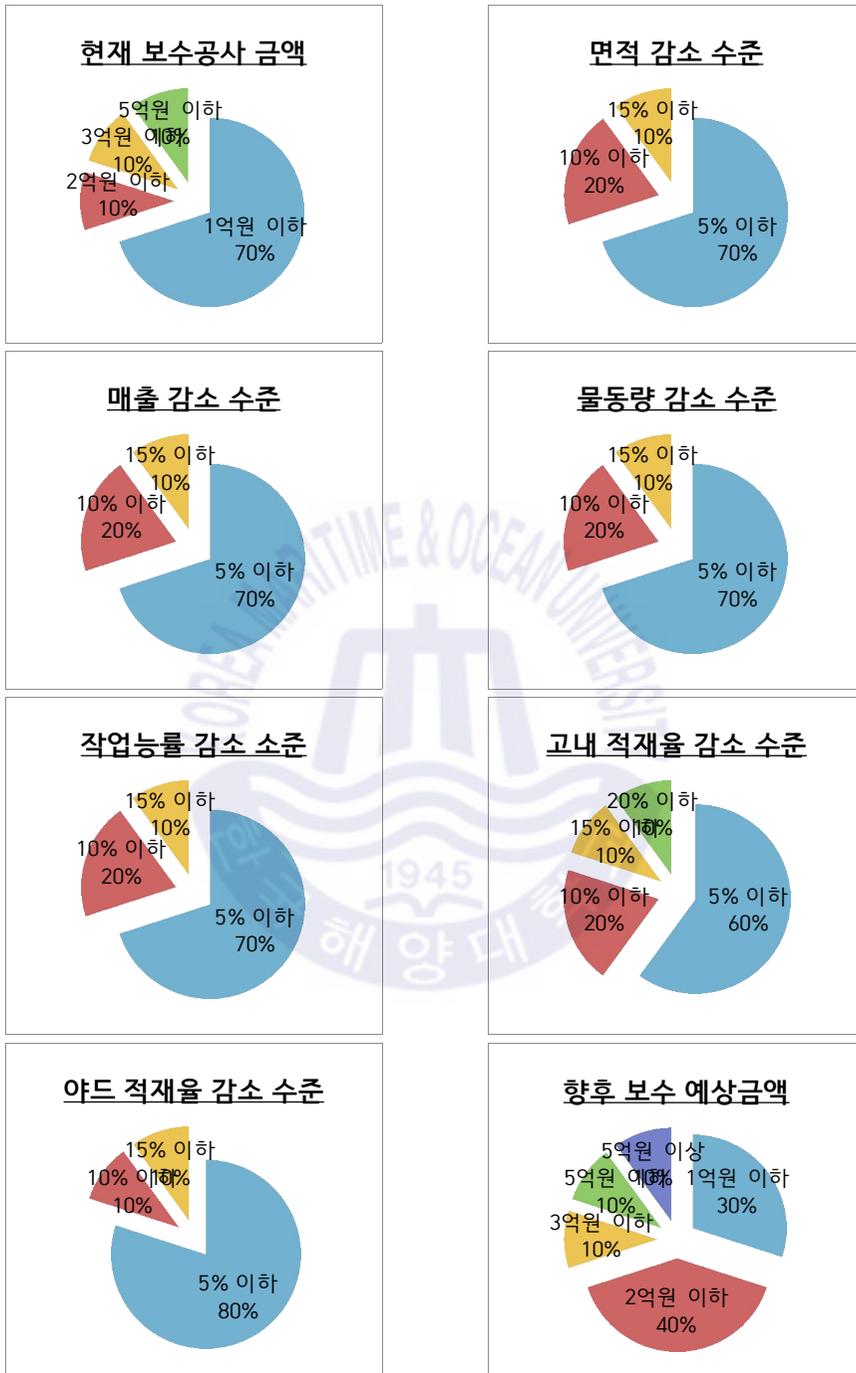
4.2. 지반침하 따른 입주업체 효율성 비교

부산항 신항 입주업체를 일부를 대상으로 지반침하의 피해가 가장 큰 부문을 순서대로 6가지로 열거하고, 이로 인한 보수공사 금액과 침하 면적, 매출액, 물동량, 작업 능률, 고내와 야드 적재율, 향후 보수금액 추정까지 정확한 데이터를 추출하기에는 입주업체들의 경쟁력 제고와 더불어 화주들의 눈치까지 보고 있는 상태에서 침하 관련 정보를 제공하기를 거부하는 업체들이 많았다. 입주업체들의 지반침하로 인한 운영상황을 직접 방문하여 실태조사를 하고 담당자와의 인터뷰를 진행하게 되었다. 부산 신항만 옹동 배후단지에는 침하로 인한 피해가 제법 많이 큰 4~5개의 업체는 현재까지도 많은 보수비용과 도크 침하로 인한 하이리치 지게차의 보수 및 침하에 대처하는 여러 가지 기술적 방안도 모색하여 운영에 피해가 덜하도록 지속적으로 보수를 하고있는 실정이며, 주변 입주업체들과 침하에 대한 기술적 보수 방안을 나누고 자체적으로 이를 해결하고 조심스럽게 응답을 해주는 것으로 보아 관계 기관 측과 보상 협의점을 찾아보겠다는 의견이 대부분이다. 그래서 입주업체들의 운영 비효율의 사례분석이 상당히 까다롭지만, 입주업체 상호를 알리지 않는다는 조건으로 부산항 신항 배후단지 입주업체 중 45%가량의 업체로 아래와 같은 일부 분석이 가능하게 되었다.



〈그림 4-9〉 침하 피해가 가장 큰 부문

〈그림 4-7〉에 의하면 입주업체들의 지반침하로 인한 가장 심한 부문은 고내임이 밝혀졌으며, 이에 바닥하부를 파일 시공을 했던 업체들은 고내 피해가 더욱 더 심각했다. 파일을 심은 곳을 제외한 부문이 현저하게 차이가 심각하여 물량 보관이나 지게차의 작업이 상당히 어려운 모습을 볼 수 있었으며, 상하차 작업을 하는 도크 역시 밖과 안의 단차 차이로 인해 하이리치 지게차의 경우 바퀴가 작아 파손되는 일도 있었다고 한다. 입출고를 빈번히 이루어지는 화물자동차의 야드부터 도크 입구와 고내까지 침하가 건설 시공문제이거나 중량화물 때문이라 하기는 입증이 어려웠으며, 매년 입주업체 건물의 공시지가는 상승하고는 있지만, 실제로는 상당히 피해가 커서 가치를 화폐의 가치로 측정하기에는 불편한 점들이 많았으며, 부산항 신항 배후단지 글로벌 복합물류 허브항 구축 지원 강화를 위해 물류와 비즈니스의 연계시설을 도입하고 복합적 지원 네트워크 구축으로 항만배후단지 지원기능을 확대하고 컨벤션 센터, 호텔, 금융, 보험, 해양관광 등 경제자유구역 개발계획과 연계한 국제업무형 물류 비즈니스 시설을 도입 추진할 예정이지만, 현재 상황으로는 대내외적 지속적인 침하에 관한 관심이 필요하다. 따라서 입주업체 중 심각한 피해를 겪고 있는 운영에 대한 피해 상황을 사실을 기반으로 조사한 결과물을 나타내고자 한다.



<그림 4-10> 지반침하에 따른 운영 효율성 조사

<그림 4-8>에 의하면 현재까지 침하 보수비용은 1억 원 이하가 절반 이상 수준이며, 3억 원에서 5억 원의 업체도 있었으며, 침하 관련 면적, 매출액, 물동량, 작업 능률, 고내 적재율, 야드 적재율 감소 수준은 5% 이하가 대부분이다. 그리고 향후 침하 관련 추가 보수금액은 2억원 이하가 70%였으나, 5억 원 이상 예상한 업체도 10%라는 놀라운 결과가 조사되었다. 부산항 신항에 입주한 소규모 업체를 구분하는 기준은 35,000㎡에 평으로 환산하면 10,000평 정도의 크기이다. 북 컨테이너 배후단지 입주업체들보다는 옹동 배후단지 입주업체들이 비교적 소규모의 업체가 많은 편인데 10,000평 기준으로 5%의 침하부지를 산출하여도 500평에 고내 평균 보관료가 평당 27,000원 정도이니 물량이 있어도 침하 면적 때문에 포기하여야 하는 매출이 매일 13,500,000원이며, 도크 단차 보수공사를 진행한 입주업체는 도크가 총 20개인데 단차로 인한 보수액이 도크 한 개당 약 6,500,000원의 보수비용으로 도크 침하로 인한 단차 공사 금액만 약 1억 원 이상이 지출되었다고 하였다. 그리고 야드 침하로 인하여 아스콘 재포장 보수비용도 약 500평 정도에 약 1천만 원이 지출되고 있으며, 이 외에도 침하는 있으나 보수를 하여도 또다시 발생할 침하에 아예 보수를 포기하고 운영하는 일부 업체들도 있었다.

4.3. 입주업체 지반침하 상황 및 보수 개선 사례



<그림 4-11> 입주업체 지반침하 상황

보수 前



보수 後



<그림 4-12> 지반침하 보수 개선 사례

제 5 장 결 론

5.1. 연구의 요약 및 시사점

2006년 부산 신항만 개장을 기점으로 지속적으로 큰 관심과 더불어 해외 투자 유치도 적극적으로 홍보하여 현재에 이르게 되었다. 최근 경제의 글로벌화 및 그에 따른 국제적인 물류 활동의 증가 등으로 항만의 공간구조와 기능 다양성이 요구되고 있다. 물류비 절감을 통한 가격 경쟁력 확보를 위해 국내 물류 및 제조업체의 임항 지역으로의 이동이 예상되며, 종합물류 거점기지, 지역 및 국가 경제활동의 중심지, 산업기지, 열린 문화공간 등 복합적인 기능의 도입을 통한 경쟁력 강화가 필요하다. 하지만 지반의 침하 문제로 배후단지의 신뢰성이 많이 하락한 건 사실이다. 관련 기관은 신중하게 검토하고 이른 시일 내에 해결점 모색을 전제로 대책을 마련하고, 입주기업의 입장에서 보다 합리적인 보수 계획을 협업하여야 할 것으로 사료된다. 그리고 실제로 입주업체를 방문한 본인으로서 입주업체들이 서로 경쟁보다는 같이 상생할 수 있는 여건을 관련 기관과 협업하여 만들어내고, 이를 이용하여 더 큰 발전을 이룩해 나가면 좋을 것이다. 서로 물량 경쟁이 심화되어 덤핑을 하고 화주들에게 좋은 시장을 만들어주기보단 입주업체들이 서로 협력해야 한다.

현재 부산진해경제자유구역에는 진해구 두동지구 166만 7,000㎡의 고부가가치 물류 클러스터 조성과 강서구 일원에 국제산업물류도시 571만㎡ 친환경차 부품 융합단지 등 신규 단지 조성으로 점차 더 경쟁력은 심화될 것이고, 이로 인한 지반침하 피해 입주업체들은 더욱 단합하여 부산 신항만을 초일류 항만으로 키워나가야 할 것이다.

현재까지 보여준 성과는 부산항의 독자적인 항만운영만으로는 이루기 힘든 결과물이었을 것이고, 배후단지 조성으로 인한 입주업체들의 노력도 무시해서는 안 될 것이다. 지반침하로 인한 입주업체들의 운영 피해 실태를 파악하고, 그들의 입장에서 존재하는 위험요소들을 살펴본 바, 이에 따른 활용방안에 대

해 제시한 그 주요점들을 요약해보면 다음과 같다.

첫째, 앞서 살펴본 바와 같이, 부산항 신항의 배후단지는 북컨테이너 배후단지 1단계 30개의 입주업체와 옹동 배후단지 37개의 입주업체 중 북컨 입주업체들은 거의 피해가 발생하지 않았지만 옹동 배후단지에 입주한 업체들의 80~90%는 지반침하가 관계 기관에서 예측한 수치와 10배 이상의 빠른 잔류침하가 발생하므로 운영 및 경쟁력과 위험의 소지가 있어 그 운영에 따른 피해를 알리고 그 상황은 얼마나 되는지를 객관적으로 도출하고자 하였다.

하지만 그 심각성은 직접 눈으로 확인하지 않고서는 그 피해의 정도가 확연히 느껴지지 않는다는 것이다. 그래서 입주업체들의 분노는 더욱 커졌고 언론에서까지 이 위험한 침하의 상황을 보도하기에 이르렀다. 이는 침하 피해에 자금을 들여 해결책을 찾고 아이디어를 연구하여 운영해온 입주업체들이 침하상황에서 최고의 운영 노하우를 활용할 수 있는 방안도 같이 고려되어야 할 것이다.

둘째, 아직도 계획 추진 중인 배후단지가 많고, 해외투자자와 국내 우수한 물류 업체 및 제조 기업을 유치하기 위해서는 이런 침하문제가 더는 발생하지 않도록 하여야만 더욱 발전하기 위한 기틀을 세울 수 있다.

마지막으로 지반침하로 인한 안전사고 예방 대책 수립도 하여야 할 것이다. 안전관리 조직을 구성하여 전문적 기술을 가진 조직을 통해 침하로 인한 안전 활동을 수립하고 지반침하의 사실을 발견 즉시 사고 및 활동 기록을 검토, 분석하여 점검 및 검사를 하여 같이 토의하고 불안적 요소를 발견하여 즉시 원인 규명(분석평가)하여야 할 것이다. 그리고 시정방법의 대책을 설정하여 기술적으로 개선할 방법 모색과 더불어 교육 및 훈련도 개선하여 이를 시정책으로 적용하여 교육이나 기술적 조치, 감독·규제·관리 등의 운영으로 해결할 수 있을 것이다. 침하로 보수가 필요한 정확한 자료를 데이터화하여 관련 기관이 의뢰한 대한토목협회의 침하 용역 최종보고서를 적극 활용하고 과거 침하 관련 보수 내역 및 향후 보수공사 리스트를 제작해 지속적으로 관리 감독을 하고, 침하 지역 위험표시 경고판 등 설치를 하여야 할 것이다.

미중 무역협상이 타결되어 중국 경기가 반등되면 한국의 중국 수출도 증가할 전망이지만 이 분쟁 역시 장기화로 가면 환적물동량의 감소 등 부정적인 영향도 있을 것이다. 한국으로부터 수입하던 일부 제품을 미국으로 전환할 가능성에 향후 5년간 미국이 중국으로 수출을 1조 3,500억 달러 증가하면 한국의 수출은 연간 230억 달러(전체 수출의 3.1%)가 감소될 것이라는 예측도 나오고 있고 일본의 경제 보복으로 인한 물동량 축소와 NO JAPAN의 범국민적 운동도 분명 각국이 좋지 않은 영향이 있는 것은 확실하고, 지반침하의 분명한 운영에 비효율적이라는 사례분석이 나왔다. 오히려 이를 부산항 발전을 위한 활용방안으로 삼고 다시는 급속한 잔류침하로 인한 입주기업들의 불필요한 자금 유출도 없어야 할 것이며, 운영에 피해 사례가 없도록 향후 유의한 정보제공으로 문제와 해결책을 공유하는 것이 더욱 바람직할 것이다.

5.2. 연구의 한계 및 향후과제

본 연구는 부산항 신항 배후단지의 지반침하의 관측과 실태를 분석하여 운영에 비효율성의 사례를 연구하고자 하는 이론적 배경과 항만배후단지의 지반침하에 따른 운영 피해 현황을 살펴보고 향후 부산항 발전과 이들 입주업체의 침하 및 부지 관련 방안과 대처 활용방안을 제시하고자 하였다.

입주업체들의 실태분석 현황을 통하여 지반 잔류침하의 위험요인과 침하에 따른 운영에 비효율성의 요인을 분석하고, 입주업체의 항만배후단지 활용방안을 도출하는 과정에서, 지반침하에 따른 면적, 매출, 물동량, 보수액, 작업 능률, 적재율 등의 정량적 데이터 위주로만 그 효과를 분석한 부분과 침하 피해 업체들은 경쟁력에 문제가 될 소지가 있어 사진 공개나 인터뷰 응답에 호의적이지가 않은 부분에서는 한계점을 찾을 수 있다. 이러한 부분에서는 더 포괄적인 자료의 수집과 분석이 필요할 것으로 보이며, 부산 신항뿐만 아니라 전국 매립 항만의 개발계획이 완료되는 시점에서는 더욱 많은 데이터 및 사례분석을 통해 더욱 효과적인 분석이 가능할 것으로 본다.

참 고 문 헌

<국내 문헌>

부산항만공사(2018), “최근 신항 옹동배후단지 침하 관련 설명 자료” 보도설명자료.

해양수산부(2006), “항만배후단지 개발방향 모색을 위한 심포지움”, p.10~p15.

해양수산부(2017), “제3차 항만배후단지개발 종합계획 및 항만별 항만배후단지개발 계획 고시문”, 고시 제2017-180.

건축도시정책정보센터(2018), “해수부, 제3차 항만배후단지개발 종합계획 및 항만별배 후단지개발계획 확정·고시”.

밀양광장(2011), “신공항 해외사례_일본 간사이국제공항 사례를 통해 보는 신공항 입 지”.

해양수산부(2017), “제3차 항만배후단지개발 종합계획(2017~2030)”, p.59~p.86

비즈니스&심리학(2019), “부산신항 배후단지 기반침하”.

대한토목학회(2019), “부산항 신항 옹동배후단지 침하 원인 및 장기침하 예측에 관한 연구 용역 보고”.

박현일, 김하영(2009), “침하예측방법들을 이용한 부산신항만 현장 침하 분석”, 학술 지.

권현욱(2019), “PBD로 부분개량된 대심도 연약지반의 장기침하거동 특성에 관한연구 - 부산신항 북컨테이너터미널 배후부지를 중심으로”, 부산대학교 박사학위논문.

김지혜(2014), “물류기업의 효율성 및 생산성 분석”, 경기대학교 석사학위논문.

박길영(2016), “부산항 신항 배후단지의 경쟁력 제고 방안 - 북컨테이너 배후단지의 효율성 측정을 토대로”, 부경대학교 박사학위논문.

조양일(2010), “환경의 불확실성, 인력의 민첩성이 운영성과에 미치는 영향 - 부산 신항 항만배후단지 물류센터를 중심으로”, 부산대학교 박사학위논문.

<온라인 자료 및 사이트>

부산항만공사, <http://www.busanpa.com/>

해양수산부, <http://www.mof.go.kr/>

한국경제, <http://www.hankyung.com/>

부산일보, <http://www.busan.com/>

연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr/>

해사정보신문, <http://www.haesainfo.com/>

경남신문, <http://www.knnews.co.kr/>

국제신문, <http://www.kookje.co.kr/>

YTN, <http://www.ytn.co.kr/>

헤럴드경제, <http://www.biz.heraldcorp.com>

다음, <http://www.daum.net>

네이버, <http://www.naver.com>



감사의 글

19살부터 취업을 나가 사회생활을 하면서 학업을 병행한다는게 많이 힘겹고 어려운 부분이 많았습니다. 36살 되어서야 입학한 서울디지털대학교에서 세무회계를 주전공으로 물류에 관심이 생겨 무역물류까지 복수전공하여 3년만에 조기졸업을 하고 물류 관련 깊이 있는 공부가 하고 싶어 선택한 한국해양대학교 글로벌물류대학원 해운항만물류 항만물류학과에 입학하여 2년 동안의 학업을 마치고 마침내 물류학 석사학위의 졸업만을 앞두고 있습니다. 온라인 대학교를 졸업해서인지라 동기 및 선배님과 훌륭한 교수님들과의 소통이 초기에는 부담스럽고 힘들었지만, 매 학기가 지날 때마다 대학원 생활을 시작할 때의 그 두려움은 교수님들과 선배님들의 많은 도움으로 잘 이겨 낼 수 있었습니다.

많이 부족한 저를 이끌어주시며 바쁜 일정에도 많은 시간을 투자해주시고 많은 가르침을 주신 김율성 교수님께 가슴 깊이 고개숙여 감사드립니다. 그리고 항상 저희 편에 서서 늘 배려와 정성으로 감싸주신 신영란 교수님과 김환성 교수님께도 감사드리며, 해운항만물류학과 모든 교수님과 박수현실장님, 지원씨에게도 감사의 인사를 드립니다.

힘들 때도 늘 곁에서 용기를 주고 힘이 되어준 사랑하는 진아와 병환 중에도 걱정을 아끼지 않으신 어머니님, 그리고 늘 염려와 응원을 해주신 누나와 자형에게도 사랑의 마음을 전합니다.

마지막으로 [일심 단졸! 26기 동기님]께 다시 한번 감사드리며, 이 논문이 나오기까지 힘써준 분들에게 다시 한번 감사의 인사를 드립니다.

박 효진 드림