



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](#)

碩士學位論文

기획단계에서의 도로유형별 공사비

예측모델 개발

- 제주특별자치도를 중심으로 -

The background features a large, faint watermark of the Jeju National University logo. The logo is circular, containing a stylized flame or wave shape in blue and green, with the text 'JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952' around the perimeter and 'JEJU' in the center. Below the logo, the text '제주대학교' is written in Korean.

濟州大學校 大學院

土木海洋工學科

朴 俊 永

2011年 2月

기획단계에서의 도로유형별 공사비 예측모델 개발

- 제주특별자치도를 중심으로 -

指導教授 李 東 昱

朴 俊 永

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2011年 2月

朴俊永의 工學 碩士學位 論文으로 認准함

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 大學院

2011年 2月

The Cost Prediction Model of Road Type at the Planning Stage in Jeju

Jun-Young Park
(Supervised by Professor Dong Wook Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for
the degree of Master of Engineering

2011. 2

This thesis has been examined and approved by

Thesis director, Sang-Jin Kim, Prof. of Civil & Ocean Engineering

Thesis director, Byung-Gul Lee, Prof. of Civil & Ocean Engineering

Thesis director, Dong Wook Lee, Prof. of Civil & Ocean Engineering

February, 2011

Department of Civil & Ocean Engineering
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
표 목 차	iii
그림 목차	v
Summary	vi
I. 서 론	1
1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구 범위 및 방법	3
II. 기존연구동향	5
2.1 현행 도로사업 공사비 산정 기준 고찰	5
2.2 국내·외 도로사업 공사비 예측모델	8
2.3 도로사업 공사비 법련 연구동향 고찰	11
III. 제주특별자치도 도로사업 현황	13
3.1 도로 유형별 공사 현황	13
3.2 도로사업 공사 체계	13
IV. 도로사업 공사비 영향인자 도출	17
4.1 공사비 영향인자 선정을 위한 기존 연구 고찰	17

4.2 공사비 영향인자의 가중치 설정	20
4.3 도로 유형별 공사비 영향인자	21
V. 도로사업 공사비 예측모델	27
5.1 공사비 예측모델 구축을 위한 연구 방법	27
5.2 도로사업 공사비 예측모델 구축	30
5.3 공사비 예측모델 검증	34
VI. 결론	36
VII. REFERENCES	41

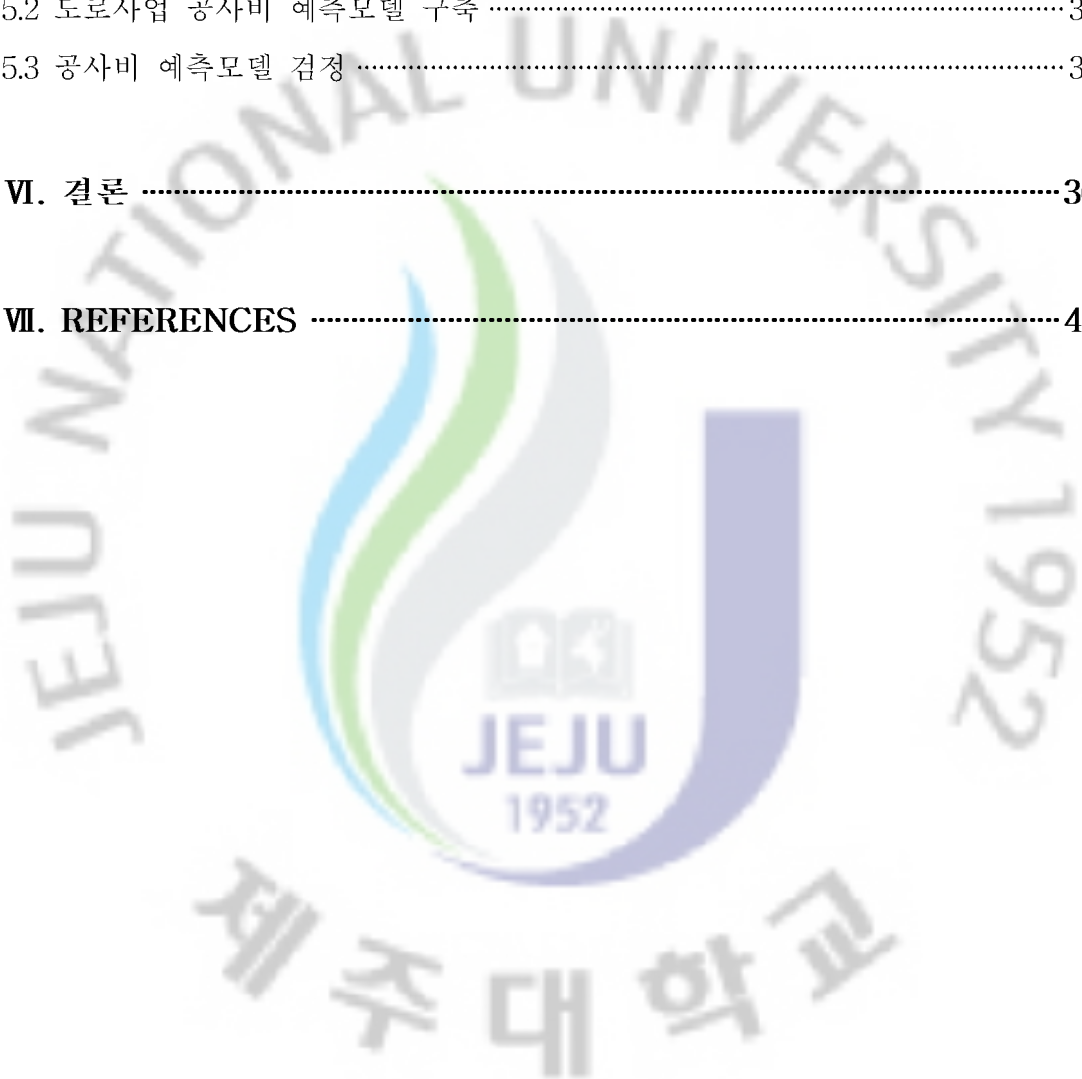


표 목 차

표 1.1 국토해양부 예산현황 (2009년도 기준, 전년도와의 비교)	2
표 2.1 도로공사 공사비 예측모델 (국토해양부 도로업무편람, 2009)	6
표 2.2 세부공종별 토공구간 (한국개발연구원, 2009)	8
표 2.3 국도 건설시 공사비 예측모델 (한국개발연구원, 2008)	8
표 2.4 Texas DOT 공사비 예측모델	11
표 4.1 도로사업 공사비 기본 영향인자	19
표 4.2 지역특성 공사비 영향인자	19
표 4.3 총공사비/순공사비에 대한 영향인자별 상관분석	20
표 4.4 도로사업 공사비 예측모델에 활용될 영향인자별 가중치 (총공사비기준) 21	21
표 4.5 진입도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석	22
표 4.6 진입도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석	22
표 4.7 지방도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석	23
표 4.8 지방도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석	23
표 4.9 우회도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석	23
표 4.10 우회도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석	24
표 4.11 계획도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석	24
표 4.12 계획도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석	24
표 4.13 농어촌도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석	25
표 4.14 농어촌도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석	25
표 4.15 기타(생태로 등) 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석	25
표 4.16 기타(생태로 등) 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석	26
표 4.17 도로 유형별 영향인자 항목	26
표 5.1 기존 공사비 예측 모델과 본 연구 공사비 예측 모델의 비교	34
표 6.1 도로사업 공사비 기본 영향인자	37
표 6.2 지역적 특성을 고려한 공사비 영향인자	37
표 6.3 도로사업 공사비 예측모델 영향인자별 가중치 (총공사비 기준)	37

표 6.4 도로 유형별 영향인자 항목 38
표 6.5 기존 공사비 예측 모델과 본 연구 공사비 예측 모델 검증 결과 39



그림 목 차

그림 1.1 도로사업 공사비 모델 개발을 위한 연구 절차	4
그림 2.1 도로사업 현행 산정기준 및 국/내외 연구동향 분석 결과	12
그림 3.1 제주특별자치도 도로사업 유형별 공사 현황	13
그림 3.2 도로부문 사업의 비용 구성도 (한국개발연구원, 2008)	15
그림 3.3 공사원가계산서 구성도 (제주특별자치도 도로사업 설계내역서, 2003~2010)	16
그림 5.1 사례기반추론 절차	28
그림 5.2 제주특별자치도 도로사업의 특성	31
그림 5.3 도로사업 공사비 예측모델의 작업 순서	33
그림 6.1 도로사업 공사비 예측모델 구축을 위한 DB화 및 실행 모습	38

Summary

As public works are showing characteristics of getting bigger, more complicated and diversified, the problem and uncertainty in computing predicted construction cost are increasing. In relation to this, the construction cost predicted and presented without securing appropriateness may lead to irrational design and construction which may cause discoloration of the project essence.

Construction costs are currently predicted as per the method presented by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs and Korea Development Institute, which is processed in a way of calculating the predicted construction cost through simple statistical method based on the data of projects previously carried out. Taking this into account, in this study, we presented an algorithm to enhance efficiency of construction cost prediction, and developed and verified a construction cost prediction model in order to enhance appropriateness, casting off the simple statistical method, though data of projects previously performed are referred.

This study was carried out with an objective to utilize the information which can be acquired at the planning stage by aggregating the construction cost data of the road projects executed or being executed from 2003 till 2010 in Jeju Special Self-Governing Province.

In this study, effective factors on construction cost of road projects are deduced through the existing study literature and specialist consultation, and their weights were presented through correlation analysis, before utilizing them for a construction cost prediction model which was based on case based

reasoning. Also, we intend to present a construction cost prediction model more accurate than the current Planning Stage Construction Cost Prediction method, verifying the reliability of Planning Stage Road Project Construction Cost Prediction Model presented in this study by comparing it with the construction cost prediction model presented by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs and Korea Development Institute, which is the current calculation standard.



I. 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

현행 공공사업의 공사비를 예측 산정함과 건설공사의 계약에 있어 가장 중요한 것은 정확한 근거와 합리적인 방법으로 계획을 수립하고 예산을 책정하여 계약을 체결하는 것이다. 그러나 최근 공공사업의 규모가 확장되고, 복잡화·다양화 되어가는 특수성을 보임에 따라 공사비를 예측하여 산정하는 것에 대한 문제점과 불확실성이 나타나고 있다. 이와 관련하여 비합리적으로 예측되어 제시된 공사비는 불합리한 설계와 시공으로 이어져 사업의 내용이 변질될 우려가 크다. 사업내용의 변질은 곧 공공사업의 목표와 당위성 또한 변할 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

도로공사 프로젝트 기획단계에서의 공사비 예측은 발주자의 의사 결정과 이에 따른 기본 설계방향에 매우 중요한 영향을 미치게 되며, 따라서 프로젝트 기획단계에서의 정확한 공사비 예측은 사업의 성과에 매우 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 이유로 공사비 예측과 관련된 여러 연구가 이루어져 왔으며 현재에도 그 정확성을 높이기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다. 그러나 공사비 예측과 관련된 연구는 대부분 대단위 도로공사 전반에 관한 것 혹은 특수 지역의 도로공사 부분에만 국한되어 왔으며, 각 지역별 특성에 맞는 도로사업 공사비와 관련된 연구는 전혀 이루어지고 있지 않은 실정으로 지역별 도로사업 공사비 예측과 관련된 자료 혹은 표준화된 도로공사 공사비 자료는 거의 없는 상태이다.

표 1.1 국토해양부 예산현황 (2009년도 기준, 전년도와의 비교)

구 분	'08 예산	'09예산	증 감
	①	②	(②-①)
전 체	217,038	266,639	49,601
□ 교통 및 물류	169,980	201,493	31,513
○ 도로	78,832	93,544	14,711
○ 철 도	40,345	52,038	11,693
○ 도시철도	14,108	16,143	2,035
○ 해운·항만	20,602	21,259	657
○ 항공·공항	2,109	592	△1,517
○ 물류 등 기타	13,984	17,917	3,933
□ 국토및지역개발	30,458	45,688	15,231
○ 수자원	15,536	28,434	12,898
○ 지역 및 도시	7,654	8,446	792
○ 산업단지	7,268	8,808	1,541
□ 사회복지	10,494	12,549	2,056
○ 주 택	10,494	12,549	2,056
□ 환경	1,107	1,908	802
○ 해양환경	1,107	1,908	802
□ 국고채무부담 행위	5,000	5,000	-
※ R&D	4,733	5,699	966
정보화	1,094	1,420	326

도로공사 공사비는 전체 국토해양부 예산(2009년 기준)의 35% 내외를 차지하고 있으며, 점차 그 중요성과 전체 국토해양부 예산에서 차지하는 비율이 높아지고 있는 실정이며, 더욱이 도로공사 공사비는 기획단계 과정 중에서 최종 공사비의 80%이상이 결정된다. 따라서 건설 프로젝트의 공사비 예측에 있어 도로공사 공사비는 반드시 검토 되어야할 항목이 된다.

따라서 본 연구에서는 제주특별자치도내의 최근 도로공사 설계내역서의 실적 자료들을 수집 분석하고, 도로사업을 대상으로 공사비에 영향을 미치는 총연장, 도로폭원, 차로수, 공사유형 등 기본적인 영향인자들과 이들의 상호간 영향을 분석한 후, 이 중 특히 제주특별자치도의 지역적 성향을 보이는 영향인자를 도출하여 기본적인 영향인자들과 함께 영향인자가 도로사업 공사비에 미치는 영향을 분석함으로써 향후 합리적이고 효율적인 도로사업 공사비 예측을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

1.2. 연구 범위 및 연구 방법

본 연구는 제주특별자치도내에서 발주된 도로사업에 대하여 2003년에서 2010년까지의 기획단계의 도로사업 자료들(공사비 내역서 등)을 수집하고 검토하여 공사비 영향인자를 도출하고, 이를 DB화하여 사례기반추론 방법론을 통해 공사비 예측모델을 구축, 수집된 자료를 갖고 검증과정을 거쳐 신뢰성을 확보하여 이를 제주특별자치도내 도로사업 공사비 예측모델로의 정착을 위한 방법을 모색해 보는 것이다.

본 연구를 위하여, 제주특별자치도청 및 제주시청, 서귀포시청 등 관공서와 설계 및 시공업체에서 보유하고 있는 8년간(2003년~2010년)의 도로사업 자료를 수집하여 참고 하였고, 도로사업에 영향을 끼치는 인자들을 추출하기 위하여 관련분야 전문가들에게 자문요청 및 관련 연구문헌을 참조하여 연구를 진행하였다.

본 연구는 도로사업의 기획단계에서 활용 가능한 공사비 예측모델을 제시하는 것을 목적으로 한다. 도로사업의 경우 기존 연구에서 입증된 공사비에 영향을 끼치는 영향요소들이 산재하고 있다. 이러한 요소들을 정확하게 파악하고 이를 사업범위에 포함된 옹벽 및 교량 등의 구조물에 따라 공사비에 큰 영향을 끼친다. 따라서 본 연구에서는 이러한 구조물에 따른 공사비의 차이를 연구에 포함하여 진행하고자 하였으나, 수집된 자료의 내용 중 구조물에 대한 내용이 미비하여 이를 공사비 예측모델에 참고하는 목적으로 사용하였다. 구조물(교량, 옹벽 등)에 따른 공사비 예측모델은 향후 연구를 통하여 추가적으로 구축되어 본 연구에서 제시하는 공사비 예측모델과 통합하여 운영할 계획이다.

공사비 예측모델의 구축 절차는 국내·외 공사비 예측모델 및 연구 동향 분석, 공사비 영향인자 도출, 공사비 예측모델 구축방안 제시, 공사비 예측모델 제시 및 검증의 연구과정을 수행하였다.

첫째, 현재 국내 도로사업 산정 기준으로 활용되고 있는 공사비 예측모델 및 연구 동향을 분석함으로써, 현행 모델의 한계점을 분석하고 이를 극복하기 위한

방안을 제시한다.

둘째, 국외의 공사비 예측 현황을 분석하기 위하여 미국(Texas) DOT에서 활용하고 있는 공사비 예측모델의 특징을 분석, 이를 공사비 예측모델 구축의 방법론으로 참고한다.

셋째, 제주특별자치도내 도로사업 전문가를 대상으로 한 자문을 바탕으로 현행 공사비 예측 체계와 문제점을 분석하고 이를 개선하기 위한 공사비 예측모델의 영향인자를 도출하고 이를 제시한다.

넷째, 기존 도로공사의 대표성과 신뢰성을 확보할 수 있는 데이터 규모를 설정하고, 내역서, 수량산출서, 도면 등 기존 공사비 자료를 수집한다. 그리고 이를 활용한 공사비 예측모델 구축을 위한 도로사업 공사비 자료를 DB화 한다.

다섯째, 기획단계의 공사비 영향인자를 분석하고 기존 공사비 자료 데이터베이스와 사례기반추론을 활용한 기획단계 공사비 예측모델을 구축한다.

마지막으로 기존 공사비 자료를 활용하여 본 연구에서 제시한 기획단계의 공사비 예측모델의 신뢰성 확보를 위한 검증 실시한다.

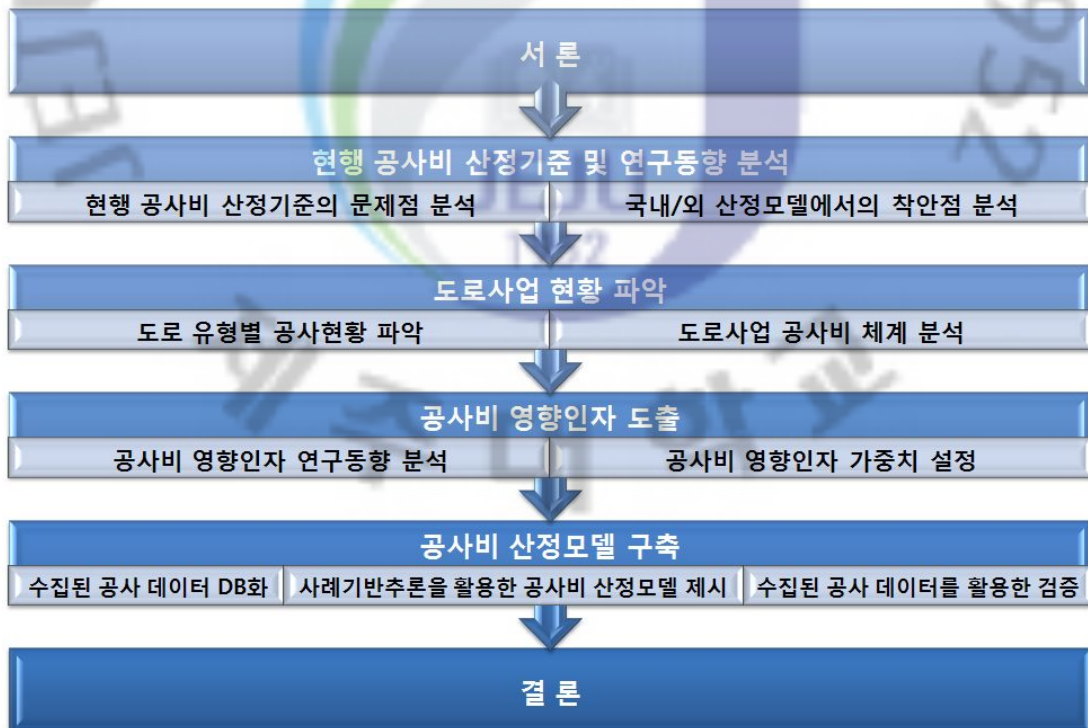


그림 1.1 도로사업 공사비 모델 개발을 위한 연구 절차

II. 기존연구동향

2.1. 현행 도로사업 공사비 산정 기준 고찰

국내에서 도로사업 공사비 예측을 위해 실무에서 사용하고 있는 기준 모델은 국토해양부에서 제시하고 한국도로공사에서 사용하고 있는 “도로업무편람 2009”에 의한 모델과 한국개발연구원(2009)에서 제시하고 한국개발연구원와 기획예산처에서 사용하고 있는 “도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구”에 의한 모델로 구분된다.

1) 국토해양부 (2009, 도로업무편람)

도로업무편람에서는 도로건설 단가를 산출 시 평균단가와 표준단가로 구분하고 도로를 크게 고속국도 건설과 일반국도건설로 구분하여 모델을 제시하고 있으며, 일반국도에 대해서는 지방부(확장) 및 도시부(신설)에 따라 토공 및 기타, 교량, 터널 각각의 km당 단가를 제시하여 해당 공종의 설계연장에 대해 단가를 곱하여 총공사비를 구하는 방식을 취하고 있다(국토해양부 2009). 이러한 방식은 도로구간에서 나타나는 토공, 교량, 터널 부분의 연장과 각 부분별 단가만을 활용하여 공사기간, 차로수 등 사업의 특성을 반영하지 못하며, 공사비 예측 시 오차가 매우 크게 나타난다.

“도로업무편람”의 공사비 예측모델을 활용하여 공사비를 예측하기 위해서는 적절한 축척의 지형도와 현황조사 결과를 토대로 설계기준을 만족할 수 있는 적정 노선을 결정한 후, 각 공종별 물량 및 단위 공사비를 산출하고 이를 활용하여 공사비를 산출해야 한다. 한편 개략적인 공사비 예측을 위하여 단위길이당 단가를 활용한 공사비 예측모델도 제시하고 있다. 이 모델은 2002~ 2003년에 완료된 동일 등급 도로의 단위길이 당 공사비를 2건 이상 수집하고 평균값을 구함으로

써 구축되었다. 이 때, 도로는 고속국도와 일반국도를 대상으로 구분되며, 각각의 도로는 확장공사와 신설공사로 구분되어 각각에 대한 토공 및 기타 구간, 교량구간, 터널구간에 대한 단위길이 당 공사비를 제공하고 있다.

표 2.1 도로공사 공사비 예측모델 (국토해양부 도로업무편람, 2009)

구분		차로수	토공 및 기타	교량	터널
고속 국도	신설	4차로	189억원/km	584억원/km	361억원/km
	확장	4차로 확폭 (4→8, 6→10)	156억원/km	652억원/km	361억원/km
일반 국도	지방부 (국도, 확장)	2→4	86억원/km	489억원/km	287억원/km
	도시부 (국대도, 신설)	4	134억원/km	467억원/km	259억원/km

2) 한국개발연구원 (2008, 예비타당성조사 표준지침)

한국개발연구원(2008)은 도로를 크게 토공구간과 구조물구간(교량, 터널)으로 보고, 토공구간의 공사비 산정 시 교량·터널 등 구조물의 비율에 따라 산출하는 방법을 제시하고 있다. 이러한 방법은 도로업무편람의 방식에 비해 보다 세분화된 기준이긴 하나, 구조물 비율에 따라 토공구간 공사비가 동시에 증가한다는 가정이 비현실적인 문제가 있다. 이에 따라 한국개발연구원(2008)에서는 도로사업 전문가의 판단에 의한 공사비 예측방법을 구조물 비율에 따른 산출법에 대한 보완책으로 추가 제안하였으나, 이 방식은 도로사업 전문가가 공종별 물량을 산출하는 방식으로서 기획단계에서 파악할 수 없는 정보가 다수 요구되며 공사비를 예측하는 전문가의 능력에 따라 공사비 산출의 신뢰도가 결정된다는 문제점을 지닌다.

한국개발연구원의 공사비 예측모델은 도로의 공사비가 단순히 도로의 연장에 비례한다고 가정하였기 때문에 도로의 등급, 지형 및 지역 여건, 성능기준 등에 대한 다양한 도로의 특성을 반영하지 못할 뿐만 아니라 단순하고 선형적인 예측

모델로써 예측의 정확성에 한계가 있다. 뿐만 아니라 2002년에서 2003년 사이에 시행된 사업의 공사비를 단순 평균함으로써 현금의 시간 가치를 반영하지 못하고 있어 공사비 예측 모델로써 많은 제한이 따르고 있다.

“도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구”에 의한 공사비 예측방법에도 단위길이 당 공사비를 활용한 공사비 예측모델을 제시하고 있다. 이 모델에서는 고속도로를 대상으로 하여 1/5,000~ 1/50,000의 지형도를 통해 작성된 평면 및 종단면도를 이용하여 최근 몇 년간 시행한 유사시설물의 실시설계 공사비의 평균값을 활용하여 단위길이 당 공사비를 제시하였다. 이 때 각 도로공사는 구조물 비율에 따른 토공 공사 구간 비율에 의해 차등적인 공사비가 적용되고 있으며, 1999년 단가를 기준으로 건설 산업 공사비 보정계수를 사용하여 보정되어 사용되고 있다. 또한 이 모델에서는 신설 6차로와 확장 2차로로 구분하여 각각의 경우에 대한 공사비를 제시하고 있다.

한국개발연구원의 모델은 토공구간의 비율과 건설 산업 공사비지수를 활용하여 공사비를 보정하고 있을 뿐, 단위길이 당 공사비를 활용한 선형적인 예측 모델이라는 제한사항을 가지고 있다. 따라서 다양한 도로공사의 특성을 반영하기 힘들뿐만 아니라 예측의 정확성에서도 한계를 보이고 있다. 그리고 고속국도를 대상으로 하기 때문에 다른 도로에 적용가능하기 힘들 뿐만 아니라 적용대상을 신설 6차로, 확장 2차로에 제한하고 있어서 그 활용성에 많은 제한사항이 따른다.

표 2.2 세부공종별 토공구간 (한국개발연구원, 2009)

(단위: 억원/km)

대공종별	토공	배수공	포장공	부대공	제잡비
세 부 공 종 별	깎기	V형측구	프라임코팅	〔 토공 + 배수공 + 포장공 〕 × 요율	〔 토공 + 배수공 + 포장공 + 부대공 〕 × 요율
	흙운반	산마루측구	택코팅		
	순성토	L형측구	아스콘기층		
	사토	성토부 다이크	아스콘표층		
	쌓기	배수관	보조기층		
	기타	수로암거	선책층		
		통로암거	기타		
		암거날개벽			
		기타			

표 2.3 국도 건설시 공사비 예측모델 (한국개발연구원, 2008)

구분	차로수	토공 및 기타	교량	터널	
고속국도	신설	4차로	160억 원/km	494억 원/km	306억 원/km
	확장	4차로 확폭 (4→8, 6→10)	132억 원/km	552억 원/km	305억 원/km
일반국도	지방부 (국도, 확장)	2→4	88억 원/km	430억 원/km	277억 원/km
	도시부 (국대도, 신설)	4	109억 원/km	439억 원/km	258억 원/km

2.2. 국내·외 도로사업 공사비 예측모델

1) 국내 도로사업 공사비 예측모델

실무에서 적용하고 있는 공사비 예측 모델이 많은 제한사항을 가짐에도 불구하고

하고 이를 개선하고 정확한 공사비를 예측하고자 하는 연구는 매우 제한된 영역에서 진행되어왔다. 신진수 외(1999)와 김선국 외(2000)는 1985년부터 1997년까지 착공된 프로젝트에 대한 실적자료를 수집함으로써 공사비 예측모델을 구축하고자 하였다. 이를 위하여 현행공사비 내역서와 실적공사비 내역서를 분석함으로써 공사 개요적 요인과 시공관리적 요인으로 구성된 공사비 자료 수집양식을 제시하고 기존 데이터를 수집 및 정리하였다. 그리고 상관분석 및 회귀분석을 통하여 도로 공사비를 예측하고자 하였다. 하지만 도로공사의 공사비를 단순히 국도/확포장과 고속도로 신설로 구분하여 각각의 회귀분석에 대한 모델을 제시하였을 뿐 다양한 공사의 특성을 반영한 공사비 예측모델을 제시하지는 못하였다.

박종현 외(2002)는 설계단계별 획득 가능한 데이터의 종류와 수준에 차이가 발생함을 지적하고 단계별 획득 가능한 데이터를 활용하여 4단계의 공사비 예측모델을 제시하였다. 코스트 모델 1은 기획단계에 획득 가능한 자료를, 코스트 모델 2와 3은 설계 초기단계에 획득 가능한 자료를, 코스트 모델 4는 기본 설계 완료 시점에 획득 가능한 자료를 기반으로 모델을 수립하였다. 이를 위하여 1996년부터 2001년에 설계가 완료된 30건의 도로공사 자료를 수집하고 비용추정관련식(CERs : Cost Estimating Relationship)을 통하여 각 단계별로 획득 가능한 영향인자를 분석하고 회귀분석을 통하여 공사비 예측모델을 구축하였다. 하지만 이 연구에서도 공사의 종류, 지역적 특성 등의 다양한 공사의 특성을 반영하지 못하였을 뿐만 아니라 30건의 도로공사만을 대상으로 분석하였기 때문에 데이터의 대표성 확보와 예측모델의 정확도에 제한사항이 있었다.

2) 국외 도로사업 공사비 예측모델

국외에서는 공사비 예측의 정확도를 향상시키기 위하여 많은 노력이 수행되어왔다.

Dođlan(2006)외는 사례기반추론을 활용한 공사비 예측방법을 제시하였다. 그리고 공사비에 주요한 영향을 미치는 8개의 공사비 영향인자를 지표(Index)로 하

는 사례기반추론 모델을 구축하여 공사비를 예측하고자 하였다. 이 때 공사비 예측의 정확도를 향상시키고자 유전자 알고리즘을 활용한 지표의 가중치 설정방법을 제시하고 기존의 경사하강법에 의한 방법과 비교하였다.

Wilmot(2005)는 기존의 통계적인 방법에 의한 공사비 예측의 한계를 극복하고자 인공신경망(artificial neural network)을 활용한 공사비 예측 모델을 제시하였다. 이를 위하여 고속도로 공사비 지수, 자재비, 인건비, 장비비, 계약의 성격 등의 공사비에 영향을 미치는 다양한 영향인자를 규명하고 기존 공사비 자료를 활용하여 인공신경망을 훈련시킴으로써 공사비를 예측할 수 있는 모델을 제시하였다.

국외의 실무에서 사용하고 있는 공사비 예측모델에 대한 분석을 위해 미국 DOT에서 현재 사용하고 있는 모델을 대상으로 조사하였으며, 그 결과 Texas DOT에서 사용하고 있는 공사비 예측모델에 대한 자료를 수집할 수 있었다.

Texas DOT에서 활용하고 있는 공사비 예측모델은 Texas DOT에서 제시한 대표 공정에 대한 공사비의 변화를 매년 분석함으로써 대표 공정 리스트와 단가 정보를 제시하고 있었다. Texas DOT의 공사비 예측모델에서는 예비 공사비 산출 단계(Preliminary estimation)에서 활용 가능한 모델로 차선수, 도로형상, 포장 재료, 도로 구간 등의 공사비 영향인자에 따라 도로를 22가지 규격으로 구분하고 있었다. 그리고 사용자가 도로의 목적에 따라 규격을 선정할 경우, 그에 대한 표준 단면과 함께 각 공종에 대한 대표 공정과 표준 단가를 제시하고 있으며, 사용자가 대표 공정의 수량을 입력함으로써 공사비를 예측하고 있었다. 이 모델을 Excel sheet기반의 공사비 예측모델과 웹기반 공사비 관리 시스템을 연동함으로써 사용자의 접근성을 향상시키고 정확한 공사비를 예측할 수 있도록 하였다.

표 2.4 Texas DOT 공사비 예측모델

Description	Quantity	Unit price	Cost
1.5"DENCEGRADED HOTMIC ASPH	1,984	\$75.00	\$148,830
CEMENTSTABILIZED BACKFILL EMBANKMENT	12.466	\$35.00	\$436,333
EARTHWORK			\$100,000
SUBTOTALPER MILE			\$1,606,71

2.3. 도로사업 공사비 관련 연구동향 고찰

국내 실무에서 산정 기준으로 활용되고 있는 국토해양부와 한국개발연구원의 공사비 예측모델과 국외에서 활용되고 있는 Texas DOT의 공사비 예측체계에 대한 분석을 통하여 다음 사항이 확인되었다.

첫째, 현행 국내의 공사비 예측체계는 단위길이 당 공사비를 활용한 선형적인 예측모델로서 도로공사 공사비 예측모델에 적용하기에 제한사항이 있다. 단위길이 당 공사비를 활용한 예측모델은 다양한 공사의 특성을 지나치게 단순화한 모델로서 도로의 등급, 지형 및 지역 여건, 성능기준 등에 대한 다양한 도로의 특성을 반영하지 못한다. 그리고 이들 모델은 지난 실적 데이터를 기반으로 단순 평균을 통하여 단위길이 당 공사비를 예측하는 방법으로 정확도에 한계가 있다.

둘째, 경영적 마인드를 반영할 수 있는 모델이 필요하다. 향후 구축될 도로사업 공사비 예측모델은 기존 데이터의 공사비 변화를 분석함으로써 공사비를 효율적으로 예측할 수 있는 모델이 수립되어야 한다. 하지만 기존 공사 데이터는 설계의 시점에 따라 시장메커니즘에 의해 본질적인 차이가 발생한다. 따라서 이러한 차이를 효율적으로 제거할 수 있는 대책이 수립되어야 할 것이다. 또한 수집된 기존 공사 자료는 지속적인 갱신을 통하여 최신 공사비 자료를 통한 정확한 공사비를 예측할 수 있는 공사비 DB 및 관리시스템이 구축되어야 한다.

셋째, 정확한 공사비 예측을 위해서는 공사비에 영향을 미치는 도로공사의 다양한 특성을 반영할 수 있는 영향 인자가 도출되어야 한다. 기존의 도로 폭, 신설 및 확포장으로 구분된 영향인자는 도로공사의 다양한 특성을 모두 반영하는데 제한된다. 따라서 기존 공사에 대한 분석을 통하여 공사비에 영향을 미치는 주요 영향인자를 도출하고 덧붙여 해당 지역특성에 맞는 영향인자 또한 도출되어야 한다. 이들 주요 영향인자를 효율적으로 반영할 수 있는 공사비 예측모델이 구축되어야 한다.



그림 2.1 도로사업 현행 산정기준 및 국/내외 연구동향 분석 결과

III. 제주특별자치도 도로사업 현황

3.1. 도로 유형별 공사 현황

제주특별자치도의 도로사업 공사 관련 자료를 수집한 결과, 총 32개의 공사비 자료를 수합할 수 있었다.

도로사업을 유형별로 살펴보면 그림 3.1 과 같다.

제주특별자치도에서 시행된 혹은 시행되고 있는 도로사업을 살펴보면, 크게 진입도로, 지방도로, 계획도로로 세 가지로 분류할 수 있고, 그 밖에 우회도로 및 농어촌도로, 기타사업으로 나누어진다.

여기서, 진입도로라 하면 구국도나 지방도에서 해당 지역으로 연결하는 도로라 할 수 있겠고, 계획도로는 도시계획에 따른 자치도와 행정시에서 시행하는 도로사업을 말한다.

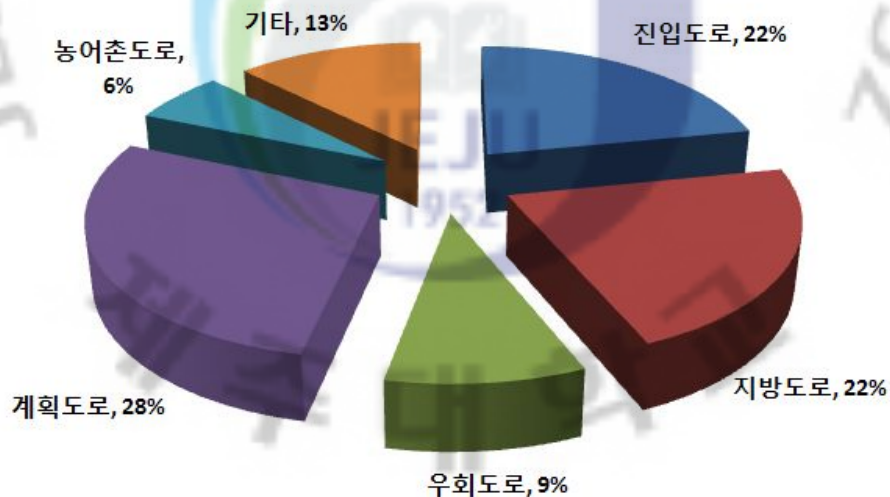


그림 3.1 제주특별자치도 도로사업 유형별 공사 현황

3.2. 도로사업 공사비 체계

현재 국내에서 도로사업에 대한 산정기준을 제시하고 있는 곳은 국토해양부(도로업무편람, 2009)와 한국개발연구원(도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침, 2008)이다.

국토해양부(도로업무편람, 2009)에서 도로사업에 대해 명시하고 있는 것은 도로사업에 대한 건설단가이다. 고속국도, 일반국도, 교량 및 터널에 대한 평균단가와 표준단가가 그것이다. 이는 단위길이(km) 당 단가만이 명시되어 있고 전체적인 공사비에 대한 체계는 명시되어 있지 않다.

한국개발연구원(2008)에서 명시하고 있는 도로부문 사업의 비용은 그림 3.2와 같이 크게 총사업비와 유지관리비로 구분되며, 총사업비는 다시 공사비, 부대비, 용지보상비 및 예비비로 구분되며 그림 3.2와 같다.

총사업비 중 가장 많은 부분을 차지하는 공사비는 사업의 성격에 따라 공종별 공사비로 나누어지며, 용지 및 지장물 보상비는 사업지역의 토지 매입 및 지장물의 보상비를 말한다. 그리고 도로부문 사업의 유지관리비와 철도부문 사업의 운영비는 사업의 초기 투자비용뿐만 아니라 생애주기비용(Life Cycle Cost: LCC)까지 고려하기 위해 추가되는 비용을 말한다.

비 용						
총 공사비					유지관리비	
부 대 비			공 사 비	용지보상비	예 비 비	유지관리비
조 사 비	설 계 비	감 리 비	공 사 비	용지보상비	예 비 비	유지관리비

그림 3.2 도로부문 사업의 비용 구성도 (한국개발연구원, 2008)

본 연구에서 수집한 자료를 검토해 본 결과, 그림 3.3 과 같이 공사원가계산서를 구성하는 총공사비에서 재료비, 노무비, 경비에 이르기까지 분할하는 방법이 한국개발연구원에서 명시하는 방법과는 상이하게 보여 진다. 물론, 공사원가계산서 자체가 도로사업 뿐만이 아니라 토목공사 전체적으로 쓰여 지는 면이 없지 않지만 본 연구를 진행함에 있어 수집된 자료 공사비의 대부분이 그림 3.3 과 같이 구성되어 있었다.

총 공사비						
도급공사비						관급자재대
총원가					부가가치세	관급자재대
순공사비			일반관리비	이윤	부가가치세	관급자재대
재료비	노무비	경비	일반관리비	이윤	부가가치세	관급자재대

그림 3.3 공사원가계산서 구성도 (제주특별자치도 도로사업 설계내역서, 2003~2010)



IV. 도로사업 공사비 영향인자 도출

4.1. 공사비 영향인자 선정을 위한 기존 연구 고찰

도로분야 공사비 예측모델을 효율적으로 구축하기 위해서는 도로공사 공사비에 영향을 미치는 주요 영향 인자들을 도출하고, 영향 인자를 효율적으로 반영할 수 있는 모델이 수립되어야 한다. 본 연구에서는 기존문헌분석, 전문가 자문, 내역서 분석을 실시함으로써 도로 공사비 영향인자를 도출하였다. 기존 문헌 분석을 통하여 선행 연구의 공사비 예측모델 구축 방안에 대한 고찰을 실시하고 선행연구에 활용된 공사비 영향인자의 경향을 분석함으로써 도로 공사비 영향인자의 후보군을 선정하였다. 그리고 수집된 기존 도로공사의 보고서, 내역서, 수량산출서, 도면 등의 설계 서류를 분석함으로써 영향인자 후보군 중에 기존 공사비 자료를 활용하여 획득 가능한 데이터로 압축하였다. 마지막으로 전문가 자문을 통하여 압축된 공사비 영향인자의 적절성을 검증함으로써 최종 도로공사 공사비 영향인자를 도출하였다.

도로공사는 그 특성상 다양한 영향인자에 의해 복합적인 영향을 받기 때문에 신뢰성 있는 도로 공사비를 예측하기 위해서는 도로 공사비의 영향인자를 추출하고 이를 효율적으로 반영할 수 있는 모델을 수립하여야 한다. 이러한 공사비 영향인자의 중요성으로 인하여 도로공사의 영향인자를 규명하고자하는 연구가 국내·외에서 활발히 수행되었다.

국토해양부(2009)는 한국개발연구원에서와 마찬가지로 차트 양식의 공사비 예측모델을 제시하기 위하여 도로공사를 공사비 영향인자로 구분하고 그에 따른 단위길이 당 공사비를 제시하였다. 하지만 한국개발연구원이 구조물의 비율과 이에 의한 토공구간의 비율에 의해 공사비를 구분한 것과는 다르게 건설교통부에서는 도로를 토공 구간, 교량 구간, 터널구간으로 구분하고 각각의 단가를 제시하였다. 이 때 사용된 영향인자로는 고속도로와 일반도로로 구분되는

도로 구분, 신설 및 확장으로 구분되는 사업 종류, 그리고 각각에 대한 차선수가 있다.

한국개발연구원(2008)은 도로의 설계기준을 설계속도, 도로폭원으로 구분하고 단위길이당 공사비에 영향을 미치는 인자를 규명하였다. 영향인자를 크게 사업의 전반적인 특성을 나타내는 공사 개요적 인자와 토공구간 및 구조물 구간의 구성을 나타내는 도로 구성 인자로 구분하고 이들 영향인자를 계층 구조로 하여 차트양식의 공사비 예측모델을 제시하였다. 공사 개요적 인자로는 시설물의 총연장, 도시 및 지방부로 구분되는 건설 지역, 신설 및 확장으로 구분되는 사업 종류, 도로 폭에 비례하는 차선수가 있다. 도로 구성 인자로는 도로 연장에 대한 구조물의 연장을 나타내는 구조물 구간의 비율과 이를 이용하여 예측한 토공구간의 비율이 있다.

신진수(1999)는 공사실적자료를 이용하여 건설 공사비 예측시스템을 구축하는 연구에서 도로를 도로공, 교량공, 터널공으로 구분하고 회귀분석을 이용하여 각각의 공사비를 예측하는 모델을 구축하였다. 이 연구에서 도로공을 다시 국도의 확·포장과 고속도로 신설로 구분하고 공사비 영향인자를 독립변수로 사용하였다. 이중 사업의 기획단계에서 획득 가능한 영향인자로는 도로 연장, 도로폭, 왕복 차선수, 포장종류가 있다.

김선국(2000)은 계획단계 도로 공사비 예측을 위한 통계적 모델에서 공사비 영향요인을 기획단계에서 획득 가능한 정보인 공사 개요적 요인과 설계단계에서 획득 가능한 정보인 시공관리적 요인으로 구분하였다. 그리고 공사개요적 요인으로 공사종류, 도로종류, 도로위치, 포장종류, 공기, 도로연장, 도로폭, 차선수를 제시하였다.

박종현(2002)은 설계단계별 도로공사 공사비를 예측하기 위한 모델에서 습득 가능한 정보의 양에 따라 설계단계를 1단계에서 4단계로 구분하고 회귀분석을 사용한 공사비 예측모델을 제시하였다. 이 중 1단계 공사비 예측모델은 기획단

계에서 습득 가능한 정보로 구성되었으며, 그 영향인자로는 도로 면적, 설계 속도, 교량 면적, 터널 면적, 암거 연장, 포장 재료의 종류를 제시하였다.

본 연구에서는 기획단계에서 도로사업 공사비 예측모델을 개발하기 위하여 2003년부터 현재까지 제주특별자치도내에서 발주된 도로 신설 및 확장 사업 31건에 대한 자료를 수집하였으며, 이를 바탕으로 기획단계의 예측공사비에 영향을 주는 인자를 도출할 예정이다.

영향인자의 도출은 기존 연구를 통해 검증된 자료 및 도로사업 전문가의 자문요청, 수집된 공사비 설계내역서를 통해 이루어 질 것이며, 영향인자별 구분은 기존 도로사업 공사비의 영향인자(표 4.1)와 지역특성을 지닌 공사비 영향인자(표 4.2)를 도출하고자 한다.

표 4.1 도로사업 공사비 기본 영향인자

공사비 영향인자	내 용
공사형태	개설, 확장, 포장 등
도로유형	지방도로, 계획도로, 진입도로, 농어촌도로 등
도로폭원	도로 폭 (m)
총연장	공사구간 총연장 (m)
총공사비	총공사비 (천원)

표 4.2 지역특성 공사비 영향인자

공사비 영향인자	내 용
공사지역	제주특별자치도, 제주시, 서귀포시
설계년도	2007년, 2008년, 2009년 등

표 4.1 와 표 4.2 과 같이 도출된 영향인자들을 사례기반추론에 활용하기 위한 가중치를 설정하여야 하는데, 본 연구에서는 영향인자별 가중치를 도로사업 전문가 자문(우선순위 설문) 및 상관분석을 통한 상관계수와 유의확률의 통계적 기법을 통하여 설정할 것이다.

4.2. 공사비 영향인자의 가중치 설정

본 연구에서는 사례기반추론을 활용한 도로사업 기획단계 공사비 예측모델의 영향인자를 선정하기 위하여 Minitab의 상관분석을 실시하여 결과 값으로 나오는 Pearson 상관계수와 P-값을 활용하였다.

표 4.3 총공사비/순공사비에 대한 영향인자별 상관분석

		도로유형	공사형태	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
총 공 사 비	Pearson 상관계수	-0.387	-0.045	-0.566	0.046	0.450	0.347
	P-값	0.029	0.808	0.001	0.803	0.010	0.052
순 공 사 비	Pearson 상관계수	-0.400	-0.024	-0.555	0.054	0.442	0.306
	P-값	0.023	0.897	0.001	0.769	0.011	0.089

상관분석의 경우 상관계수에 따라 관계성여부를 판별하는데, Pearson 상관계수 0.4~0.6의 범위를 일반적으로 관계가 어느 정도 있는 것으로 판별한다.

본 연구에서는 Pearson 상관계수의 범위를 0.2단위로 나누고 0.0~0.2 범위를 시작으로 가중치 1을 부여하고, 0.8~1.0 범위를 가중치 5점을 부여하는 방식을 활용하였다. 또한, P-값은 유의수준을 뜻하는 것으로 자료의 유의한 정도를 나타내는데 사용한다. 즉, 여기서 P-값이 0.05보다 작아야만 그 데이터가 유의하다고 판별할 수 있기에 본 연구에서는 P-값의 범위를 0.01단위로 나누고 0.0

0~0.01 범위를 시작으로 가중치 5를 부여하고, 0.04~0.05 범위를 가중치 1점을 부여하는 방식을 이용하였다. 여기서, P-값이 0.05 이상으로 산출되었을 시에는 가중치 점수를 주지 않는(0점) 방식을 택하였다. 그 이유는 현재 데이터가 많은 자료라고는 볼 수 없지만 30개 정도의 데이터 수는 충족하므로 이는 “정규분포를 따른다”라고 판단할 수 있으므로 P-값 0.05를 활용하였다.

본 연구에서 수집한 자료를 토대로 상관분석을 통해 도출된 영향인자별 가중치는 표4.4와 같다.

표 4.4 도로사업 공사비 예측모델에 활용될 영향인자별 가중치 (총공사비 기준)

영향인자	도로유형	공사형태	공사지역
가중치	0.208	0.042	0.333
영향인자	설계년도	총연장	도로폭원
가중치	0.042	0.292	0.083

4.3. 도로 유형별 공사비 영향인자

제주특별자치도에서 운영 중인 도로사업에 대해 좀 더 면밀히 살펴볼 필요가 있다. 이는 도로사업 공사비를 예측함에 있어 전체 도로사업에 대한 영향인자를 고려하는 경우와 도로 유형별로 공사비 영향인자를 고려해 볼 수 있다.

도로 유형별로 공사가 어떠한 차이를 보이는지, 영향을 끼치는 인자들은 어떻게 틀린지를 살펴보고자 한다.

도로 유형은 총 다섯 가지로, 진입도로·지방도로·우회도로·계획도로·농어촌도로·기타(생태로, 해안도로) 사업으로 구분하여 영향인자 도출하였다.

먼저, 해당 도로 유형에 대한 영향인자간의 상관분석을 실시하고, 이에 대한 총 공사비에 포커스를 맞추고 영향인자별로 분석을 실시하였다. 상관분석 결과 값을 분석 시, 데이터의 수의 제약에 의해 P-값이 유의수준(0.05)을 만족시키지 못하

는 것을 확인할 수 있었다.

하지만 본 연구에서는 데이터 수의 제약에 의한 P-값은 다소 무시하고 Pearson 상관계수 0.7이상(높은 관계성)을 기준으로 영향인자를 도출하여 보았다.

표 4.5 진입도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석

		공사형태					
공사지역	Pearson 상관계수	0.496		공사지역			
	P-값	0.257					
설계년도	Pearson 상관계수	0.258	0.240	설계년도			
	P-값	0.576	0.604				
총연장	Pearson 상관계수	0.388	-0.438	0.149	총연장		
	P-값	0.390	0.325	0.750			
도로폭원	Pearson 상관계수	0.412	-0.417	-0.070	0.490	도로폭원	
	P-값	0.358	0.352	0.881	0.265		
총공사비	Pearson 상관계수	0.048	-0.715	0.142	0.909	0.459	
	P-값	0.919	0.071	0.762	0.005	0.301	

표 4.6 진입도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석

		공사형태	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
총공사비	Pearson 상관계수	0.048	-0.715	0.142	0.909	0.459
	P-값	0.919	0.071	0.762	0.005	0.301

진입도로 개발사업의 경우 Pearson 상관계수 값이 0.7 이상인 영향인자는 공사 지역과 총연장으로, 그 중에 총연장에 대한 관계성이 높게 도출되었다.

표 4.7 지방도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석

		공사형태					
공사지역	Pearson 상관계수	-0.582		공사지역			
	P-값	0.170					
설계년도	Pearson 상관계수	0.676	-0.906	설계년도			
	P-값	0.096	0.005				
총연장	Pearson 상관계수	0.366	-0.450	0.755	총연장		
	P-값	0.420	0.310	0.050			
도로폭원	Pearson 상관계수	-0.276	0.446	-0.635	-0.749	도로폭원	
	P-값	0.549	0.316	0.126	0.053		
총공사비	Pearson 상관계수	0.380	-0.457	0.726	0.936	-0.494	
	P-값	0.400	0.303	0.065	0.002	0.260	

표 4.8 지방도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석

		공사형태	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
총공사비	Pearson 상관계수	0.380	-0.457	0.726	0.936	-0.494
	P-값	0.400	0.303	0.065	0.002	0.260

지방도로 개발사업의 경우 Pearson 상관계수 값이 0.7 이상인 영향인자는 설계년도와 총연장으로, 그 중에 총연장에 대한 관계성이 높게 도출되었다.

표 4.9 우회도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석

		공사형태					
공사지역	Pearson 상관계수	0.500		공사지역			
	P-값	0.667					
설계년도	Pearson 상관계수	-0.866	0.000	설계년도			
	P-값	0.333	1.000				
총연장	Pearson 상관계수	-0.038	-0.885	-0.466	총연장		
	P-값	0.976	0.309	0.691			
도로폭원	Pearson 상관계수	0.500	1.000	0.000	-0.885	도로폭원	
	P-값	0.667	*	1.000	0.309		
총공사비	Pearson 상관계수	-0.873	-0.859	0.513	0.521	-0.859	
	P-값	0.324	0.343	0.657	0.651	0.343	

표 4.10 우회도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석

		공사형태	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
총공사비	Pearson 상관계수	-0.873	-0.859	0.513	0.521	-0.859
	P-값	0.324	0.343	0.657	0.651	0.343

우회도로 개발사업의 경우 Pearson 상관계수 값이 0.7 이상인 영향인자는 공사 형태 및 공사지역, 도로폭원으로 세 영향인자 모두가 관계성이 유사하게 도출되었다.

표 4.11 계획도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석

		공사형태				
공사지역	Pearson 상관계수	-0.062	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
	P-값	0.874				
설계년도	Pearson 상관계수	-0.477	-0.290	설계년도	총연장	도로폭원
	P-값	0.194	0.449			
총연장	Pearson 상관계수	0.479	0.438	-0.401	총연장	도로폭원
	P-값	0.192	0.238	0.285		
도로폭원	Pearson 상관계수	0.141	0.194	-0.426	-0.169	도로폭원
	P-값	0.717	0.617	0.253	0.663	
총공사비	Pearson 상관계수	0.209	0.451	-0.854	0.171	0.657
	P-값	0.590	0.223	0.003	0.660	0.054

표 4.12 계획도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석

		공사형태	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
총공사비	Pearson 상관계수	0.209	0.451	-0.854	0.171	0.657
	P-값	0.590	0.223	0.003	0.660	0.054

계획도로 개발사업의 경우 Pearson 상관계수 값이 0.7 이상인 영향인자는 설계 년도로, 도로폭원 역시 P-값이 0.05에 근접하였으나 앞서 설정한 Pearson 상관계 수 0.7에는 미치지 못하여 제외시켰다.

표 4.13 농어촌도로 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석

		공사형태					
공사지역	Pearson 상관계수	*	공사지역	*	*	*	*
	P-값	*					
설계년도	Pearson 상관계수	*	*	*	*	*	*
	P-값	*					
총연장	Pearson 상관계수	*	1.000	*	*	*	*
	P-값	*	*				
도로폭원	Pearson 상관계수	*	*	*	*	*	*
	P-값	*	*				
총공사비	Pearson 상관계수	*	-1.000	*	*	-1.000	*
	P-값	*	*				

표 4.14 농어촌도로 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석

		공사형태	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
총공사비	Pearson 상관계수	*	-1.000	*	-1.000	*
	P-값	*	*	*	*	*

농어촌도로 개발사업의 경우 타 도로(유형) 자료보다 극히 적게 수집되어 표 4.13 과 표 4.14 와 같이 다소 극단적인 값이 산출되었다. Pearson 상관계수 값이 0.7 이상인 영향인자는 공사지역과 총연장으로 판단할 수 있겠다.

표 4.15 기타(생태로 등) 개발사업에 대한 영향인자간 상관분석

		공사형태					
공사지역	Pearson 상관계수	-0.333	공사지역	0.132	*	*	*
	P-값	0.667					
설계년도	Pearson 상관계수	-0.927	0.868	*	*	*	*
	P-값	0.073					
총연장	Pearson 상관계수	0.309	-0.696	*	0.600	*	*
	P-값	0.691	0.304				
도로폭원	Pearson 상관계수	0.471	-0.943	*	0.464	*	*
	P-값	0.529	0.057				
총공사비	Pearson 상관계수	0.524	-0.789	*	0.963	0.632	*
	P-값	0.476	0.211				

표 4.16 기타(생태로 등) 개발사업의 총공사비에 대한 영향인자별 분석

		공사형태	공사지역	설계년도	총연장	도로폭원
총공사비	Pearson 상관계수	0.524	-0.789	-0.542	0.963	0.632
	P-값	0.476	0.211	0.458	0.037	0.368

기타(생태로, 해안도로 등) 개발사업의 경우 Pearson 상관계수 값이 0.7 이상인 영향인자는 공사지역과 총연장으로 그 중 총연장에 대한 관계성이 높게 도출되었다.

도로 유형별로 영향인자를 종합해 보면 표 4.17 과 같다.

표 4.17 도로 유형별 영향인자 항목

도로 유형	영향인자 항목
진입도로	공사지역, 총연장
지방도로	설계년도, 총연장
우회도로	공사형태, 공사지역, 도로폭원
계획도로	설계년도
농어촌도로	공사지역, 총연장
기타	공사지역, 총연장

V. 도로사업 공사비 예측모델

5.1. 공사비 예측모델 구축을 위한 연구 방법

본 연구는 제주특별자치도에서 시행되고 있는 혹은 시행된 도로사업에 대한 공사비 자료를 수합하여 이를 모델화 하는 것에 의의를 두고 있다. 여기서 모델화를 함에 있어서 사용한 방법론은 사례기반추론이다.

사례기반추론(CBR : Case-Based Reasoning)은 1997년 Schank와 Abelson에 의하여 제시된 의사결정 방법으로써 인공지능을 활용한 의사결정 모델에서 중요한 역할을 해왔다. 사례기반추론의 처리과정은 문제해결에 있어 기존 사례를 활용하는 사람의 의사결정 과정과 유사하다. 사람이 새로운 문제를 부딪혔을 때, 그들은 새로운 사례와 유사한 기존 사례를 생각하고, 다양한 방면에서 신규사례와 유사사례를 비교함으로써 최적의 대안을 제시할 수 있다. 즉 기존 경험과 그로 인한 처리 결과를 비교함으로써 새로운 문제에 대한 처리방법을 결정할 수 있다. 예를 들어 새로운 목적지로 가기 위한 경로를 검색할 경우, 그는 기존 경험을 바탕으로 하여 가장 유사한 사례를 생각하고 그 당시의 경로와 경험을 따를 것이다. 다시 말해, 과거 사례로부터 얻은 정보를 바탕으로 사례 데이터베이스로 구축하여 신규 사례가 발생하면 기존의 사례 데이터베이스에서 일치 또는 유사한 사례를 이용하여 그 사례가 제시하는 방안으로 신규 사례에 대한 해답을 찾는 방식이다. 이러한 사례기반추론은 추출(REtrieve), 재사용(REuse), 개선(REvise), 보유(REtain)의 네 단계(4REs)로 구성된다.

사례기반추론은 과거에 문제를 해결하였던 방법을 검색하고 새로운 문제에 적용하여 문제를 해결하는 방법이다(Riesbeck and schank, 1989). 사례기반추론의 처리절차는 그림 5.1과 같이 이전사례를 검색(REtrieve), 재사용(REuse), 개선(REvise), 보유(REtain)하는 4가지 절차(4RE)로 구성된다(Waston 1997). 검색(REtrieve)은 현재의 문제와 가장 유사한 과거의 사례를 검토하는 과정이고 재사용(REuse)은 현재의 문제를 해결하기 위해 과거의 사례를 현재의 문제에 적용하

는 과정이다. 개선(REvise)은 현재의 문제 해결을 위해 과거 해결방법을 개선하는 과정이며 보유(REtain)는 현재 문제의 해결방법을 새로운 사례로써 데이터베이스에 추가하는 과정이다.



그림 5.1 사례기반추론 절차

사례기반추론 모델의 추출 과정은 공사비를 예측하고자 하는 신규 사업과 유사한 과거 사례를 추출하는 과정으로서 영향인자별 유사도에 따라 이루어진다. 이를 위하여 먼저 영향인자별로 선형계획법을 통해 가중치를 산정하고 영향인자별 가중치는 각 영향인자별 일치여부를 나타내는 유사도 점수와 곱하여져 해당 사업의 유사도로 파악된다. 이 때 유사도 점수는 과거 사례의 영향인자와 신규 사례의 영향인자가 일치하면 10이 부여되고, 일치하지 않으면 0이 부여한다. 이상의 점수에 영향인자별 가중치를 곱하여 모두 더하면 해당 사업의 유사도를 파악할 수 있다(식 5.1). 이후 유사도가 가장 높은 다섯 개의 과거 사례에 대해 유사도의 비율에 따른 가중평균을 계산하면 최종공사비를 예측할 수 있으며, 그 이상의 과정은 식 5.2 와 같다.

$$\text{유사도} = \sum_{i=1}^8 (\text{유사도 점수}_i \times \text{가중치}_i) \quad (\text{식 5.1})$$

여기서, $i =$ 영향인자 순서

$$\text{예측 공사비} = \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\text{유사도}_i}{\sum_{i=1}^3 \text{유사도}_i} \times \text{공사비}_i \right) \quad (\text{식 5.2})$$

여기서, $i =$ 과거 사례의 순서

사례기반추론에서 데이터베이스로부터 과거 사례를 검토하는 방법은 문제를 정의하고 영향인자(index)를 설정하는 방법에 달려있다. 일반적으로 사례기반추론에서는 귀납적 추출방법(Inductive retrieval)과 최근접 추출방법(Nearest-neighbor retrieval)이 널리 사용되고 있다(Watson 1997). 귀납적 추출방법은 개발자에 의해서 정의된 지표에 따라 많은 단계를 거쳐 유사사례를 검색한다. 즉 새로운 사례는 각 단계에서 정의된 영향인자에 따라 특정한 경로로 분류되고 최종적으로 특정한 결과에 도달하게 된다. 귀납적 추론방법은 문제가 잘 정의된 경우에 유용하게 활용될 수 있으며, 지표의 숫자만큼 검색만을 실시하기 때문에 최근접 추출방법보다 상대적으로 빠른 검색을 할 수 있다.

최근접 추출방법은 현재의 문제와 가장 비슷했던 과거 사례를 비교하여 검토하기 위하여 새로운 사례와 기존 사례의 거리를 비교한다. 그리고 새로운 사례가 추가되면 각 지표에 대한 거리를 기존 사례와 비교함으로써 유사도를 계산한다. 이 때 유사도는 각 지표의 중요도를 나타내는 가중치로 보정되어 총 유사도가 계산된다. 결과적으로 각각의 기존사례는 유사도로써 신규 사례와 비교되고 가장 높은 유사도를 보인 기존사례가 검색된다. 최근접 추출방법은 귀납적 추론방법에 비해 기존 사례가 적은 경우에 효율적으로 적용될 수 있다. 본 연구에서는 유사 사례 검색을 위하여 최근접 추출방법을 적용하였다. 이는 도로공사 공사비 예측을 위하여 분석하고자 하는 기존 도로공사의 사례가 32건 정도로 비교적 작은 규모이고, 따라서 최근접 추출방법을 활용함으로써 신규사례와 기존사례를 직접

비교함으로써 보다 정확한 유사 사례를 검색할 수 있기 때문이다.

최근접 추출방법을 활용하여 유사한 기존 사례를 검색하기 위해서는 적절한 가중치가 설정되어야 한다. Dogan(2006)은 주거 빌딩의 공사비 예측 시 적정 가중치를 결정하기 위해 유전자 알고리즘을 사용한 모델을 제시하였으며, 김광희(2004)는 공공주택의 공사비 예측을 위한 연구에서 회귀분석을 활용한 가중치 부여 방법을 제시하였다.

5.2. 도로사업 공사비 예측모델 구축

본 연구에서는 사례기반추론을 활용한 도로사업 공사비 예측모델을 구축하기 위하여 제주특별자치도청을 비롯한 제주시, 서귀포시에서 2003년에서 2010년까지 발주한 31개의 도로사업 관련 문서 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 각 관리부서 및 시공업체에서 관리중인 도로사업 자료로 1억원에서 1,000억원까지 범위의 공사로 구성되었다. 수집된 도로공사 자료를 분석함으로써 사례기반추론에 활용될 7가지의 공사비 영향인자를 추출하였다. 추출된 영향인자는 도로유형, 공사지역, 설계년도, 공사유형, 총연장, 도로폭원, 총공사비로 구성되었다.

지역특성 영향인자로는 공사지역과 설계년도로 구성하였고, 기본 영향인자로는 공사유형, 총연장, 도로폭원, 총공사비로 구성하였다. 공사지역은 그 공사지역에 따라 제주특별자치도청, 제주시청, 서귀포시청의 명목척도를 이용한다. 설계년도는 제주특별자치도가 2007년에 출범한 것을 바탕으로 전·후의 차이 및 실제 연도별로 차이를 모색하기 위함에 명목척도로 사용되며, 공사유형의 경우 개설과 확장, 포장의 명목척도로 사용하였다. 총공사비는 비율척도를 사용하였으며, 단위는 천원 단위로 절삭하여 활용되었다.

공사비에 직접적인 영향을 주는 인자로는 총연장, 도로폭원이 있다.

이들 인자는 기존 공사비 예측모델에서도 증명되었듯이 공사비에 직접적인 영

향을 주는 영향인자로 매트릭스 척도로서 공사비 예측모델에 적용되었다.

총공사비는 본 연구의 목표 값으로서 도로사업 기획단계에서 예측되어야 할 최종 공사비이다. 그림 은 수집된 28건의 도로공사에 대한 각 지표의 분포를 나타낸다.

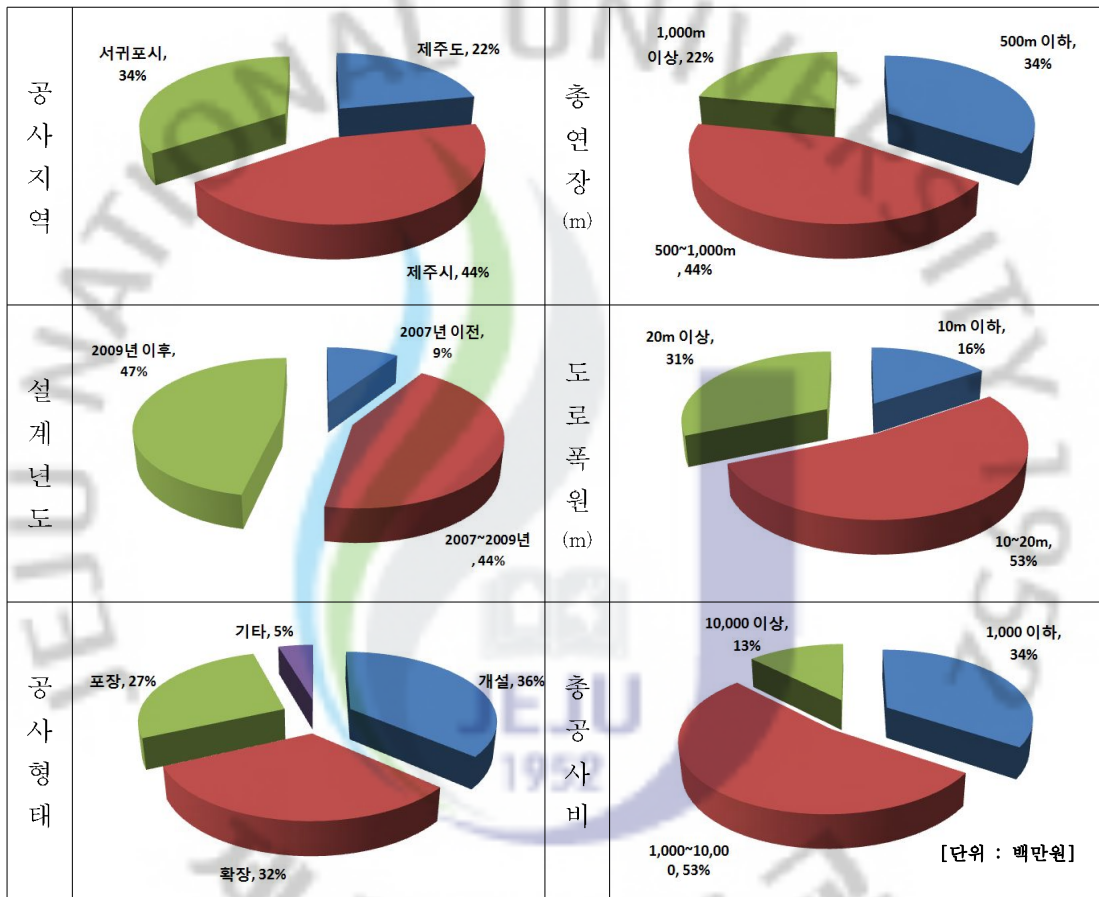


그림 5.2 제주특별자치도 도로사업의 특성

사례기반추론을 활용한 도로사업 기획단계 공사비 예측모델의 프로세스는 과 같다.

첫째, 수집된 기존 도로사업 공사비 자료를 활용하여 사례기반추론에 활용될 영향인자별 해당 데이터를 추출하여 데이터베이스를 구축한다.

둘째, 수집된 데이터에 일부를 본 연구 모델에 대입함으로써 사례기반추론에 활용된 각 영향인자들의 가중치를 선형계획법을 활용하여 실행여부를 판단한다.

셋째, 예측하고자 하는 신규사례를 입력한다.

넷째, 신규사례의 영향인자와 기존사례의 영향인자 간의 값을 비교·분석함으로써 신규사례에 대한 각 영향인자의 유사도 점수를 예측한다.

다섯째, 기존사례에 대한 각 지표의 유사도 점수를 합산함으로써 신규사례에 대한 기존 사례의 유사도 점수의 총합을 예측하고 유사도 점수에 따라 순위를 부여한다.

여섯째, 유사도 점수가 높은 3개의 기존사례를 검색하여 기존 사례의 가중치를 부여하기 위한 유사도 점수와 총공사비를 추출한다.

마지막으로 검색된 3개의 기존사례에 대한 총공사비를 평균함으로써 신규사례에 대한 총공사비를 예측한다.

본 연구에서 제시한 사례기반추론을 활용한 기획단계 도로 공사비 예측모델을 사용하여 공공 도로사업 공사비를 예측하기 위해 32건의 사례대상공사로부터 3건의 예측대상공사를 선정하였다. 그리고 본 연구에서 제시한 모델을 활용하여 공사비를 예측하고 적절성을 검증하기 위하여 기존 공사비 예측을 위해 활용되고 있는 국토해양부와 한국개발연구원에서 제시한 단위길이 당 단가를 이용한 방법의 예측 값과 비교·검증하는 방법을 이용하였다.

1. 기존공사사태 Data Base								4. 유사사태 검색										
구분	도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	총공사비(천원)	단위길이당(m)	구분	도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장	도로폭원	유사도 점수	순위	기종금액
1	진입도로	개설	2006	제주시	0.57	18.0	3,221,075	5,651	1	0	10	0	10	0	0	0.139	20	
3	기타도로	확장 포장	2007	제주시	2.02	12.0	2,238,401	1,109	3	0	0	10	0	0	0	0.069	29	
4	기타도로	개설	2009	제주시	2.95	10.0	2,303,700	781	4	0	10	10	0	0	0	0.694	8	
5	진입도로	개설	2007	서귀포시	0.33	15.0	706,690	2,142	5	0	10	0	0	0	0	0.069	29	
6	진입도로	개설	2007	서귀포시	0.34	8.0	597,710	1,729	6	0	10	0	0	0	0	0.069	29	
7	농야촌도로	정비	2008	제주시	1.83	10.0	3,125,280	1,708	7	0	0	10	0	0	0	0.069	29	
8	계획도로	확장 포장	2003	서귀포시	0.55	25.0	2,274,220	4,135	8	10	0	0	0	0	0	0.347	16	
9	계획도로	확장 포장	2008	서귀포시	0.40	25.0	954,093	2,385	9	10	0	0	0	0	0	0.347	16	
10	농야촌도로	정비	2008	서귀포시	3.06	10.0	2,864,000	936	10	0	0	0	0	0	0	0.000	27	
11	우회도로	개설	2009	제주시	0.92	35.0	10,939,979	11,782	11	0	10	10	10	0	0	1.181	1	5,491
12	기타도로	개설	2009	서귀포시	0.02	6.0	687,730	34,387	12	0	10	10	0	0	0	0.625	10	
13	진입도로	개설	2007	제주시	0.16	20.0	1,363,200	8,520	13	0	10	0	10	0	10	0.278	18	
14	계획도로	개설	2009	제주시	0.28	25.0	790,101	2,822	14	10	10	10	0	0	0	1.042	2	1,315
15	계획도로	확장 포장	2009	제주시	0.34	10.0	488,600	1,437	15	10	0	10	0	0	0	0.972	6	
16	계획도로	개설	2009	서귀포시	0.42	8.0	538,340	1,283	16	10	10	0	0	0	0	0.972	4	
17	계획도로	확장 포장	2009	제주시	0.57	8.0	379,680	666	17	10	0	10	0	0	0	0.972	6	
18	계획도로	개설	2009	서귀포시	0.50	8.0	751,780	1,504	18	10	10	0	0	0	0	0.972	4	
19	계획도로	개설	2009	제주시	0.09	15.0	930,024	10,334	19	10	10	10	0	0	0	1.042	2	4,816
20	기타도로	개설	2010	제주시	0.64	12.0	1,247,260	1,949	20	0	10	0	0	0	0	0.139	20	
21	우회도로	개설	2008	제주도	1.00	24.0	16,372,137	16,372	21	0	10	0	0	10	0	0.556	12	
22	우회도로	확장	2007	제주시	0.96	35.0	5,022,579	5,232	22	0	0	10	10	0	0	0.556	12	
23	진입도로	개설	2007	제주도	1.77	20.0	20,544,438	11,607	23	0	10	0	0	0	10	0.208	19	
25	지방도로	확장	2008	제주시	0.92	35.0	5,619,057	6,108	25	0	0	10	10	0	0	0.556	12	
26	진입도로	확장 포장	2007	서귀포시	1.23	20.0	5,325,463	4,330	26	0	0	0	0	10	0	0.139	22	
28	지방도로	개설	2009	제주도	2.20	12.5	5,678,000	2,581	28	0	10	0	0	0	0	0.625	10	
29	지방도로	확장 포장	2009	제주도	1.50	25.0	6,594,000	4,396	29	0	10	0	0	0	0	0.556	15	
30	지방도로	확장 포장	2009	제주도	0.30	21.0	1,875,000	6,250	30	0	10	0	0	10	0	0.694	9	
31	지방도로	확장 포장	2010	제주도	4.44	10.5	10,184,000	2,289	31	0	0	0	0	0	0	0.000	27	
32	지방도로	확장 포장	2010	제주도	4.03	11	9,982,000	2,472	32	0	0	0	0	0	0	0.000	27	

2. 영향인자별 가중치							5. 유사사태 선정									
도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	가중치	구분	도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	총공사비(천원)	단위길이당	기종금액
0.208	0.042	0.333	0.042	0.092	0.099		11	우회도로	개설	2009	제주시	0.92	35.0	10,939,979	11,782	5,491
							13	진입도로	개설	2007	제주시	0.16	20.0	1,363,200	8,520	1,315
							19	계획도로	개설	2009	제주시	0.09	15.0	930,024	10,334	4,816

3. 예측하고자하는 도로사업 기본정보입력						6. 예측하고자하는 도로사업 공사비 산출							
도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	단위길이당	총공사비(천원)
계획도로	개설	2009	제주시	1.00	21.0	계획도로	개설	2009	제주시	1.00	21.0	11,821	11,821,405

그림 5.3 도로사업 공사비 예측모델의 작업 순서

5.3. 공사비 예측모델 검정

본 연구에서 제시한 사례기반추론을 활용한 기획단계 도로 공사비 예측모델을 사용하여 공공 도로사업 공사비를 예측하기 위해 31건의 사례대상공사로부터 3건의 예측대상공사를 선정하였다. 그리고 본 연구에서 제시한 모델을 활용하여 공사비를 예측하고 신뢰성을 검증하기 위하여 기존 공사비 예측을 위해 활용되고 있는 국토해양부와 한국개발연구원에서 제시한 단위길이(m) 당 단가를 이용한 방법의 예측 값과 비교하였다.

표 5.1 기존 공사비 예측 모델과 본 연구 공사비 예측 모델의 비교

구분	목표값 (천원)	국토해양부 공사비 예측모델		한국개발연구원 공사비 예측모델		본 연구 공사비 예측모델	
		예측값 (천원)	오차율 (%)	예측값 (천원)	오차율 (%)	예측값 (천원)	오차율 (%)
A공사	699,600	1,929,600	176	1,569,600	124	1,267,644	81
B공사	2,974,898	2,522,600	-15	2,581,334	-13	3,354,708	13
C공사	6,622,847	8,285,240	25	8,477,920	28	5,736,781	-13
평균 (절대값)	-	-	72	-	55	-	36
표준편차 (절대값)	-	-	90.0	-	60.3	-	39.3

본 연구에서 제시한 공사비 예측모델의 오차율은 최소 -13%에서 81%의 분포를 보였으며 비교적 안정적인 결과를 제시하였다. 한편 국토해양부의 공사비 예측모델은 최소 -15%에서 최대 176%의 오차율을 보였으며, 한국개발연구원의 공사비 예측모델은 최소 -13%에서 최대 124%의 오차율을 보였다. 공사비 예측의 정확도를 비교하기 위하여 평균(절대 값)을 비교한 결과 본 연구에서 제시한 모델은 39.3%의 오차율을 보인데 반하여 국토해양부와 한국개발연구원의 모델은 각각 90.0%와 60.3%의 오차율을 보임으로써, 본 연구에서 제시한 모델의 정확도가 더욱 높음이 증명되었다. 더욱이 세 가지 모델은 A공사에서 124(한국개발연

구원)~176(국토해양부)%의 큰 오차율을 보여 현행 산정기준의 모델로서의 범용성에서 문제를 보인 것에 반하여, 본 연구에서 제시한 모델의 평균 오차율은 36%를 보임으로써 다양한 사례에 대하여 비교적 안정된 결과를 나타내었다. 이는 A공사가 국토해양부 및 한국개발연구원 모델에서 제시하지 않은 2차선 도로 개설의 사업으로써, 예측된 공사비를 도로폭원에 의해 보정해 주었지만 정확도에서 한계를 보였다.



VI. 결 론

본 연구는 도로사업의 기획단계에서 공사비 예측은 발주자의 의사 결정과 이에 따른 기본 설계방향에 매우 중요한 영향을 미치게 되며, 기획단계 과정에서 최종 공사비의 80%이상이 결정됨에 따라 도로사업 기획단계에서의 정확한 공사비 예측은 사업의 성과에 매우 큰 영향을 끼친다. 따라서 본 연구는 도로사업 중 기획단계에서 기존의 선형적 공사비 산출방식에서 벗어나 도로사업의 특성을 반영하여 공사비 예측의 정확도를 향상시키기 위함의 일환으로 통계적 기법을 이용하여 도출된 공사비 영향인자를 바탕으로 한 사례기반추론을 통해 구축된 공사비 예측모델을 제시하였다.

본 연구에서는 사례기반추론을 활용한 도로사업 공사비 예측모델을 구축하기 위하여 제주특별자치도 관청에서 2003년에서 2010년까지 발주한 32개의 도로사업 관련 문서 자료를 수집하였고 수집된 도로공사 자료를 분석함으로써 사례기반추론에 활용될 6가지의 공사비 영향인자를 도출하였다. 또한 도출된 영향인자간 상호간 영향을 분석한 후, 이 중 특히 제주특별자치도의 지역적 성향을 보이는 영향인자를 도출하여 기본적인 영향인자들과 함께 영향인자가 도로사업 공사비에 미치는 영향을 분석함으로써 향후 합리적이고 효율적인 도로사업 공사비 예측을 위한 기초자료를 제시하였다.

본 연구는 제주특별자치도의 특성을 살린 도로사업 기획단계에서의 공사비 예측모델 개발을 위해 다음과 같은 연구를 수행하였다.

첫째, 현행 도로사업 공사비 산정기준 및 국내·외 공사비 예측모델을 분석하고 도로사업 기획단계 공사비 예측모델을 구축하기 위한 기반을 다졌다. 이를 위하여 국토해양부와 한국개발연구원의 공사비 산정기준을 분석하고 현행 공사비 예측모델의 공사특성 반영측면에서 문제점을 인식하고 단순한 통계적(단위길이당) 공사비 예측에 리스크가 많다고 분석하였다. 이를 위해 기 연구된 국내·외 공사비 예측모델을 분석한 결과, 공사비에 영향을 미치는 인자들을 도출할 필요성을 인식하여 도내 전문가의 자문을 통해 영향인자를 도출, 이를 통한 영향인자

간의 가중치를 산정하고 공사비 예측모델에 활용하여 공사의 특성을 반영하고 지역적 특성까지 고려한 공사비 예측모델을 구상하였다.

표 6.1 도로사업 공사비 기본 영향인자

공사비 영향인자	내 용
공사형태	개설, 확장, 포장 등
도로유형	지방도로, 계획도로, 진입도로, 농어촌도로 등
도로폭원	도로 폭 (m)
총연장	공사구간 총연장 (m)
총공사비	총공사비 (천원)

표 6.2 지역적 특성을 고려한 공사비 영향인자

공사비 영향인자	내 용
공사지역	제주특별자치도, 제주시, 서귀포시
설계년도	2007년, 2008년, 2009년 등

표 6.3 도로사업 공사비 예측모델 영향인자별 가중치 (총공사비 기준)

영향인자	도로유형	공사형태	공사지역
가중치	0.208	0.042	0.333
영향인자	설계년도	총연장	도로폭원
가중치	0.042	0.292	0.083

표 6.4 도로 유형별 영향인자 항목

도로 유형	영향인자 항목
진입도로	공사지역, 총연장
지방도로	설계년도, 총연장
우회도로	공사형태, 공사지역, 도로폭원
계획도로	설계년도
농어촌도로	공사지역, 총연장
기타	공사지역, 총연장

둘째, 도로사업의 세부적인 계획이 갖추어지지 않은 기획단계에 활용 가능한 공사비 예측모델을 제시하였다. 공사비 예측모델은 상관분석을 통한 영향인자 도출 및 사례기반추론을 바탕으로 적절성을 검증하였고, 도로사업 공사비 영향인자는 기존연구문헌 및 전문가 자문을 통해 도출, 상관분석을 통해 가중치를 제시하여 공사비 예측모델에 활용하였다. 또한 현행 산정기준에 해당하는 국토해양부 및 한국개발연구원에서 제시한 공사비 예측모델과 비교함으로써 본 연구에서 제시한 기획단계 도로사업 공사비 예측모델의 신뢰성을 검증하였다.

1. 기존공사사례 Data Base								4. 유사사례 검색										
구분	도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	총공사비(천원)	단위길이당(m)	구분	도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장	도로폭원	유사도 점수	순위	가중금액
1	진입도로	개설	2006	제주시	0.57	18.0	3,221,075	5,651	1	0	10	0	10	0	0	0.139	20	
3	기타도로	확장, 포장	2007	제주시	2.02	12.0	2,238,401	1,108	3	0	0	0	10	0	0	0.063	23	
4	기타도로	개설	2009	제주시	2.95	10.0	2,303,730	781	4	0	10	10	10	0	0	0.694	8	
5	진입도로	개설	2007	서귀포시	0.33	15.0	706,850	2,142	5	0	10	0	0	0	0	0.063	23	
6	진입도로	개설	2007	서귀포시	0.34	8.0	597,710	1,759	6	0	10	0	0	0	0	0.063	23	
7	농어촌도로	정비	2008	제주시	1.83	10.0	3,125,280	1,708	7	0	0	0	10	0	0	0.063	23	
8	계획도로	확장, 포장	2003	서귀포시	0.55	25.0	2,274,220	4,135	8	10	0	0	0	0	0	0.347	16	
9	계획도로	확장, 포장	2008	서귀포시	0.40	25.0	954,063	2,385	9	10	0	0	0	0	0	0.347	16	
10	농어촌도로	정비	2008	서귀포시	3.06	10.0	2,864,000	936	10	0	0	0	0	0	0	0.000	27	
11	우회도로	개설	2009	제주시	0.92	35.0	10,838,879	11,782	11	0	10	10	10	10	0	1.181	1	5,491
12	기타도로	개설	2009	서귀포시	0.02	6.0	687,730	34,387	12	0	10	10	0	0	0	0.625	10	
13	진입도로	개설	2007	제주시	0.16	20.0	1,363,200	8,520	13	0	10	0	0	0	10	0.278	18	
14	계획도로	개설	2009	제주시	0.29	25.0	751,101	2,522	14	10	10	10	10	0	0	1.042	2	1,315
15	계획도로	확장, 포장	2009	제주시	0.34	10.0	488,600	1,437	15	10	0	10	10	0	0	0.972	6	
16	계획도로	개설	2009	서귀포시	0.42	8.0	568,340	1,353	16	10	10	10	0	0	0	0.972	4	
17	계획도로	확장, 포장	2009	서귀포시	0.57	8.0	373,860	656	17	10	0	10	10	0	0	0.972	6	
18	계획도로	개설	2009	서귀포시	0.58	8.0	751,780	1,504	18	10	10	10	0	0	0	0.972	4	
19	계획도로	개설	2009	제주시	0.09	15.0	930,024	10,334	19	10	10	10	10	0	0	1.042	2	4,816
20	기타도로	개설	2010	제주시	0.64	12.0	1,247,260	1,949	20	0	10	0	10	0	0	0.139	20	
21	우회도로	개설	2008	제주도	1.00	24.0	16,372,137	16,372	21	0	10	0	0	10	0	0.556	12	
22	우회도로	확장	2007	제주시	0.36	25.0	3,002,972	8,232	22	0	0	0	10	10	0	0.556	12	
23	진입도로	개설	2007	제주도	1.77	20.0	20,544,436	11,607	23	0	10	0	0	0	10	0.208	19	
25	지방도로	확장	2008	제주시	0.92	35.0	6,613,057	6,108	25	0	0	0	10	10	0	0.556	12	
26	진입도로	확장, 포장	2007	서귀포시	1.23	20.0	3,355,463	4,330	26	0	0	0	0	10	0	0.139	20	
28	진입도로	개설	2009	제주도	2.20	12.0	5,678,000	2,581	28	0	10	0	0	0	0	0.625	10	
29	지방도로	확장, 포장	2009	제주도	1.50	25.0	6,594,000	4,396	29	0	0	10	0	0	0	0.556	15	
30	지방도로	확장, 포장	2009	제주도	0.30	21.0	1,875,000	6,250	30	0	0	10	0	0	10	0.694	9	
31	지방도로	확장, 포장	2010	제주도	4.44	10.0	10,164,000	2,289	31	0	0	0	0	0	0	0.000	27	
32	지방도로	확장, 포장	2010	제주도	4.09	11	9,362,000	2,472	32	0	0	0	0	0	0	0.000	27	

2. 영향인자별 가중치					
도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)
0.208	0.042	0.393	0.042	0.292	0.083

3. 예측하고자하는 도로사업 기본정보 입력					
도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)
계획도로	개설	2009	제주시	1.00	21.0

5. 유사사례 선정									
구분	도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	총공사비(천원)	단위길이당	가중금액
11	우회도로	개설	2009	제주시	0.92	35.0	10,838,879	11,782	5,491
13	진입도로	개설	2007	제주시	0.16	20.0	1,363,200	8,520	1,315
19	계획도로	개설	2009	제주시	0.09	15.0	930,024	10,334	4,816

6. 예측하고자하는 도로사업 공사비 산출							
도로유형	공사형태	설계년도	공사지역	총연장(km)	도로폭원(m)	단위길이당	총공사비(천원)
계획도로	개설	2009	제주시	1.00	21.0	11,621	11,621,406

그림 6.1 도로사업 공사비 예측모델 구축을 위한 DB화 및 실행 모습

표 6.5 기존 공사비 예측 모델과 본 연구 공사비 예측 모델 검증 결과

구 분	목표값 (천원)	국토해양부 공사비 예측모델		한국개발연구원 공사비 예측모델		본 연구 공사비 예측모델	
		예측값 (천원)	오차율 (%)	예측값 (천원)	오차율 (%)	예측값 (천원)	오차율 (%)
A공사	699,600	1,929,600	176	1,569,600	124	1,267,644	81
B공사	2,974,898	2,522,600	-15	2,581,334	-13	3,354,708	13
C공사	6,622,847	8,285,240	25	8,477,920	28	5,736,781	-13
평균 (절대값)	-	-	72	-	55	-	36
표준편차 (절대값)	-	-	90.0	-	60.3	-	39.3

본 연구에서 제시한 기획단계의 공사비 예측모델은 기존 공사비 예측모델의 선형적 공사비 예측방식으로 산출된 예측공사비의 정확도를 향상시켰고 기획단계의 획득 가능한 데이터를 활용한 공사비 예측모델을 구축함으로써, 실무적 측면에서 해당사업의 예측공사비 산출에 대한 용이성과 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 기획단계에서의 적정한 공사비 산출로 인한 추후의 문제점(다수의 설계변경건 등)을 완화할 수 있는 면도 엿볼 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점에 대해 살펴보면 크게 수집된 공사비 자료의 선정 적정성, 예측모델의 활용성 측면에서 살펴보고자 한다. 먼저, 연구를 위해 수집된 관공서 및 설계업체의 자료에 대한 사항을 살펴보면 실제 수집된 자료의 수는 총 34건으로 연구에서 활용된 32건에서 제외된 2건에 대해 잠깐 언급을 해보면 실질적으로 도내의 공사비 자료에 대한 DB가 명확하게 갖추어져 있지 않은 상황에서 시공된 공사에 대한 자료의 신뢰성과 더불어 관공서와 설계업체, 시공업체간의 공사에 대한 실질적인 내용이 같지는 않다고 보여 진다. 따라서 이를 보정할 만한 명확한 기준의 부재로 연구에 활용된 자료의 양적, 질적인 측면을 고려하여 이를 뒷받침할 연구가 진행되어야 할 것이다. 다음으로, 공사비 예측모델의 시스템 알고리즘 및 웹 기반 전산시스템 개발을 통한 공사비의 적정성과 투명성을

확대하고 향후 지속적인 DB구축하여 도로사업 공사의 80% 예측이 아닌 99.9% 예측을 위해 영향 요인들과 다양한 예측 방법에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

현재 국내 국토해양부(前 건설교통부)에서 도로사업에 투자하는 금액은 전체 예산에 35%를 차지하고 있으며, 그 투자 규모는 매년 증가하고 있다. 이러한 도로사업의 예산을 수립과 집행을 위한 사업 기획단계의 정확한 공사비를 예측하는 것은 필수적이다. 따라서 본 연구에서 제시한 기획단계의 공사비 예측모델을 활용함으로써 기존 공사비 예측모델보다 정확한 공사비 예측하고 이를 활용함으로써 발주자의 의사결정 지원과 효율적인 예산운영이란 두 가지 과제를 해결하는데 본 연구의 의의가 있다.



VII. REFERENCE

- 건설교통부. (2007). 「도로업무편람」. 국토해양부
- 국토해양부. (2009). 「도로업무편람」. 국토해양부
- 김광희, 강경인. (2004). 「사례기반추론 기법을 이용한 공동주택 초기 공사비 예측에 관한 연구」. 대한건축학회. 제20권. 5호. pp. 83-92
- 김병수. (2007). 「RC라멘교의 영향인자별 공사비변동현황 분석」. 대한토목학회. 제27권. 6-D호. pp. 749-757
- 김성훈 외. (2009). 「사례기반추론을 활용한 고속도로 기획단계에서의 개략공사비 산정모델 개발」. 대한토목학회. pp. 3507-3510
- 김선국 외. (2000). 「계획단계 도로공사의 통계적 코스트 모델」. 대한토목학회. pp. 171-180.
- 김태호, 진장원, 배기목. (2008). 「계층분석법(AHP)을 이용한 보행자 서비스 질 영향인자 분석」. 한국도로학회. 제10권. 3호. pp. 69-77
- 곽수남 외. (2008). 「가용 정보를 활용한 기획 및 설계초기 단계의 도로 공사비 예측모델」. 한국건설관리학회. pp. 87-100
- 박종현, 배건, 이태식. (2002). 「도로공사용 공사비 지수의 개발」. 대한토목학회논문집 제22권. 4-D호. pp. 707-719
- 박종현, 이태식. (2002). 「도로공사 공사비 분석체계 구축」. 대한토목학회논문집 제22권. 2-D호. pp. 259-269
- 신진수. (1999). 「공사실적자료에 의한 건설사업비산정시스템개발에 관한 연구 보고서」. 건설교통부
- 이현석. (2009). 「도로교량의 개략공사비 예측을 위한 영향요인 분석에 관한 연구」. 경북대학교 토목공학과 석사학위논문
- 최석진 외. (2008). 「기획단계 도로공사 개략공사비 산정모델에 관한 기초연구」. 대한토목학회. pp. 1900-1903
- 한국개발연구원. (2004). 「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)」

- 한국개발연구원. (2008). 「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)」
- 현장택 외. (2009). 「메가프로젝트 사업에서의 기획, 계획단계 사례기반추론 기반 공사비 예측모델 개발」. 대한건축학회. 제25권. 제9호. pp. 181-190
- Wilmot, C., G., Mei, B., (2005) "Neural Network Modeling of Highway Construction Costs", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 131(7), pp. 765-771.
- Watson, Ian (1997) Applying Case-Based Reasoning, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.



감사의 글

2008년 12월 12일 학부과정 4학년 2학기 강의가 끝나고 토목시공 및 건설관리 연구실에 책상과 컴퓨터가 비치되면서 이동욱 교수님께서 “이제부터 마음껏 공부해봐라”라는 말씀과 함께 대학원 생활을 시작한지 2년이란 시간 흘렀습니다. 첫째인 2009년부터 한국연구재단에서 지원해준 연구와 대학원 수업을 병행하며, 2010년에는 학과 조교까지 겸하면서 뒤돌아보지 못한 대학원생활을 보낸 것 같습니다. 이러한 생활을 하며 제 곁에서 직·간접적이거나 물신양면으로 도움을 주신 분들께 감사의 마음 전하고자 합니다.

2007년 3월 학부과정 3학년에 들어서면서 처음 뵙게 되었고 현재 지도교수님으로 계신 이동욱 교수님께 먼저 죄송하다는 말씀을 올리겠습니다. 부족하고 항상 허점투성이인 저를 항상 웃는 모습으로 격려하고 끝까지 지켜봐주신 점 진심으로 감사를 드립니다. 또한 학부 및 석사 과정 기간 동안 세심한 배려와 아낌없는 지도로 많은 가르침을 주신 양성기 교수님, 김남형 교수님, 남정만 교수님, 이병길 교수님, 박상렬 교수님, 김상진 교수님께도 감사드립니다.

학부 및 석사 과정 중 저와 함께 동고동락한 부양수 학우에게도 부족한 형이자 동료인 저를 많이 이해해주고 함께해준 점에 대해 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 그리고 산업대학원 분들 중 토목시공 및 건설관리 연구실로 졸업 혹은 졸업 예정이신 김용탁 선배님, 권성국 선배님, 이근조 선배님, 박희관 선배님, 고상익 선배님, 변성문 선배님께 연구뿐만 아니라 정신적으로 많은 도움을 주셔서 감사를 드립니다.

대학원 생활을 하면서 많은 도움을 주신 김창훈 형님을 비롯한 김승현, 권혁춘, 정우열, 한응규, 안승현, 홍성룡, 홍성협, 김경남, 문경태, 조홍준, 고정우, 좌용현, 강영민, 이창선, 김태건, 현승민, 이창립, 윤현철 형님분들, 윤성운, 김가연, 강진훈, 정희중, 김석현, 진정운, 우수민, 김서리, 우주경 후배님들에게 감사의 말씀을 드리고 이번에 대학원에 입학하게 된 김도한, 김준혁, 이준호에게도 축하의 말과 함께 격려의 말을 전하고 싶습니다.

초등학교를 시작으로 현재까지 항상 옆에서 멘토가 되어주고 평생 함께할 영

원한 친구 고경남, 고동현, 김명찬, 김종인, 김태경, 부세환, 이경효, 이광진, 이종호, 홍재벌에게도 감사의 말을 전하고 싶습니다.

끝으로, 오늘에 제가 있기까지 저를 항상 믿고, 항상 저희 편에서 많은 사랑과 아낌없는 격려와 용기를 주신 아버지, 어머니께 사랑한다는 말과 감사의 말을 올리며, 저의 짜증과 잔소리를 받아주고 항상 격려해 준 하나밖에 없는 형인 박준호, 누나인 박지연에게도 고마움을 전합니다.

2010년 12월
대학원 생활을 마무리 하며

