

# 실적 자료에 의한 공동주택 하자보수비용 예측모형 개발 방안

## Prediction Model Development of Defect Repair Cost for Apartment House according to Performance Data

김 병 옥<sup>1</sup>

제 영 득<sup>2</sup>

송 호 산<sup>1</sup>

이 상 범<sup>1\*</sup>

Kim, Byung-Ok<sup>1</sup>

Je, Yeong-Deuk<sup>2</sup>

Song, Ho-San<sup>1</sup>

Lee, Sang-Beom<sup>1\*</sup>

*Department of Architectural Engineering, Dong-Eui University, Pusan Jin-Gu, Pusan, 614-714, Korea <sup>1</sup>  
Graduate School, Dong-Eui University, Pusan Jin-Gu, Pusan, 614-714, Korea <sup>2</sup>*

### Abstract

The work of constructing apartment housing involves various fields of industry that are linked to each other, and is based on a design document prepared by multiple technicians and architects. Consequently, design errors, material flaws or faulty construction works can cause defects, which sometimes overlap with each other. Construction companies should repair any defects found in a completed building within a specified period of time, and to do this, should establish a business plan by efficiently predicting the cost of defect repair. As it is very difficult for companies to accurately predict the occurrence of defects, historical performance data is used as a base. For domestic apartment housing units, data on the cost of defect repair is insufficient, so there are hardly any methods that can be used to make precise predictions. Therefore, the intent of this study is to develop a model that can predict the cost of defect repair by supply type and area, based on historical performance data with ten years worth of post-completion.

Keywords : defects, defects repair costs, defective repair system, prediction equation, predicting model

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

공동주택의 건설공사는 많은 전문가들이 참여하여 작성한 설계도서를 토대로 다양한 공종이 연계되어 이루어지며, 이로 인해 예기치 못한 설계상 실수나 자재 결함 및 공사 중의 잘못이 중첩되어 하자가 발생하게 된다.

하자는 발생시기에 따라 시공전과 시공중, 그리고 시공후에 발생된 하자로 나눌 수 있으며, 하자의 발생시기에 따라 여러 문제점을 발생시킨다.

설계단계에서 발생된 하자는 잦은 설계변경으로 혼란을

야기시키고, 시공중에 발생한 하자는 공사자체가 중단되어 공사기간 및 공사비용이 증가할 수도 있으며, 시공 후 발생한 하자는 입주자들의 클레임 및 불만으로 이어질 수 있다.

이러한 하자에 대한 문제점들은 유지보수에 막대한 비용이 들어가게 되며, 발주자, 시공자 그리고 입주자 등에게 물리적, 정신적 피해를 입힌다. 준공후 하자가 발생하는 경우 하자보수비용을 신속하게 예측하고 효율적으로 대비하는 것이 필요하다.

건설회사의 경우 준공된 단지에 대하여 하자보수 기간이 종료되는 시점까지 매년 일정의 하자보수비용을 계상하게 된다. 이러한 하자보수비용은 기업마다 일정한 기준 없이 담당자에 따라 작성되기 때문에 편차를 보이고 있다.

따라서 본 연구에서는 입주후 하자보수비용 투입자료와 법에서 정한 년도별 하자보수비율과의 분석을 실시하였다. 이를 토대로 건설업체에서 하자보수비용을 산출하는 예측 방안을 제시함으로써 하자보수 비용 기준 설정의 기초자료를 제공하고자 한다.

Received : May 31, 2011

Revision received : August 12, 2011

Accepted : August 13, 2011

\* Corresponding author : Lee, Sang-Beom

[Tel: 82-51-890-2452, E-mail: lsb929@deu.ac.kr]

©2011 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

## 1.2 연구의 범위와 방법

본 연구에서는 공동주택 단지 중 하자보수를 종결한 단지를 대상으로 실제 공동주택에서 발생한 하자보수비용 실적 자료를 분석하고, 지역별, 년차별, 공급유형별로 구분하였다. 분석한 자료를 기반으로 할인율을 적용한 회귀분석을 실시하여 하자보수비용 비율 예측식을 제안함으로써 하자보수비용을 예측하는 방안을 제안한다.

Figure 1은 본 연구의 흐름도이다.

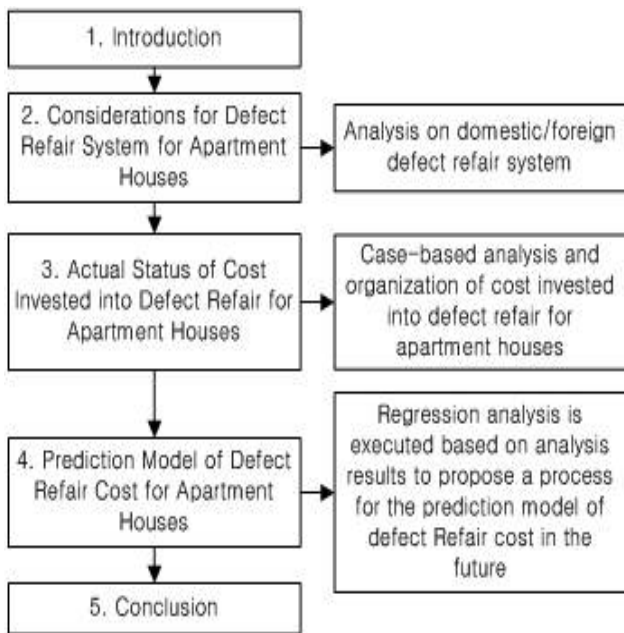


Figure 1. Research process

연구의 방법으로는 과거의 유사사례를 분석하여 추론하는 방법으로 회귀분석을 활용하고자 한다. 회귀분석이란 변수들 간의 함수적인 관계를 규명하기 위하여 어떤 수학적 모형을 가정하고, 이 모형을 측정된 변수들의 자료로부터 추정하는 통계적 분석방법을 말한다. 일반적으로 추정된 모형을 사용하여 필요한 예측을 하거나 관심 있는 통계적 추정과 검정을 실시하는 방법으로 공동주택 하자보수비용을 예측하는데 유용한 방식이라고 판단된다[1].

건설업체에서 매년 예산 수립시에 하자보수금액을 예측하는데 드는 노력을 상당히 절감시켜주면서 합리적인 근거를 제공할 수 있을 것이다. 그리고 신속하고 유연한 추론과정을 가지고 있기 때문에 제한된 정보를 활용하여 하자보수비용을 산출할 수 있는 강점을 가지고 있다고 판단된다.

## 1.3 선행연구 분석

하자보수비용에 관한 연구는 Table 1과 같다. 고대성의 2인은 하자 유형별 발생건수 뿐만 아니라 그에 따른 하자보수 비용을 산출해 봄으로서 경제적 측면에서 하자예방을 위한 시공관리가 이루어지도록 하는데 필요한 기초 자료를 제시하였다[2]. 이재형의 4인은 공동주택에서 공사의 체계적인 품질관리의 부재로 인한 하자비용의 발생으로 건설공사비를 증가시키는 원인이 되는 하자에 대하여 자료 분석을 통해 하자공종들 중에서 중요도를 측정하고 중요도가 높은 공종에 대한 대처방안으로 체크리스트를 제시하며, 이를 통해 건설 공사비의 절감효과가 이루어지도록 하였다[3]. 최민용외 2인은 하자보수 보증에 있어서 건설참여자 등이 권리와 의무는 기존의 방식을 유지하면서 원수급자와 하수급자 간의 보험료 부담을 줄일 수 있는 하자보수보증보험의 프로세스 및 그에 따른 보험요율 결정시 고려해야하는 항목을 개발하였다[4]. 하지만 하자보수 비용 예측과 관련된 연구는 미흡하다. 이러한 원인으로서는 첫째, 하자보수비용 자료는 건설공사에서 대외비로 관리되고 있어 자료 획득이 어렵고, 둘째, 10년의 기간 동안 발생한 비용을 분석하는데 어려움이 있기 때문이다.

Table 1. Previous study on defect repair cost

Title	Note
A Study on use state of Defect Deposit based on Actual use data - focused on 3 years after moving in apartment complex	2010
Factor Analysis on Defect Repair and Maintenance Cost for Asset Management of Apartment Housing	2009
A Study on the Management of Defect Prevention Based on a Defect Bond	2007
An Analytic Study of Defect Occurrence Properties and Repair Cost in Apartment Building	2006
A Study on method for saving costs in construction through defects analysis of public housing - Focused on Checklist	2004
Improvement of Process and Calculation for Premium Rate in Maintenance Bond	2004
A Case Study on the Effect of A/S Costs of Apartment Buildings on Construction Costs	1998

## 2. 공동주택의 하자보수 제도 고찰

### 2.1 하자의 개념

일반적으로 하자라는 용어는 법률 또는 당사자가 예상하는 정상적인 상태를 충족하지 못하는 흠이나 결함이 있는 경우를 말한다. 건축물에 있어서 하자란 품질과 성능이 거주에 적합하여야 하는데 그렇지 못한 경우, 즉 건축물의 평면계획과 공간성능으로 나타나는 거주성 조건, 설비 조건, 내구 조건 그리고 조형미적인 조건 등에서 결함이 있는 경우를 하자로 본다[5].

### 2.2 하자보수 제도

#### 2.2.1 하자담보책임제도

국내에서는 하자의 발생으로 인한 발주자의 피해를 방지하기 위한 하자담보책임을 규정하고 있다[6]. 하자담보책임(Defects Liability)이란 공사 목적물이 완성되기 이전 또는 완성된 후 그 목적물의 사용가치 혹은 교환가치를 저하시키는 하자에 대한 수급인의 책임을 말한다. 우리나라에서는 1975년 12월 「예산회계법」 개정시 제70조 12(공사계약의 하자담보책임)조항을 신설하면서 건설공사에 대한 하자담보책임제도가 도입되었다[7].

이러한 하자담보책임제도는 각종 건설 산업의 부실공사와 안전사고의 저감에 어느 정도 기여하였으나 하자에 대한 정의라든지 과실 책임과 무과실 책임의 혼재 등 많은 문제점을 안고 있다[6].

#### 2.2.2 하자보수보증금제도

하자보수보증금이란 공동주택 준공시에 향후 발생할 하자에 대비하여 수급자는 보증보험 증권을 건축주에게 제출하도록 되어있다. 공사비의 3%를 보증하도록 되어 있으며, 사용건사일부터 1~10년 사이에 적정비율로 되어있다. 장기 계속공사의 경우에는 국가계약법 시행령 제62조 제3항에 따라 연차계약별로 하자보수보증금을 납부하여야 한다. 다만, 연차별로 하자담보책임을 구분할 수 없는 경우에는 전체공사의 준공검사후 하자보수보증금을 납부하게 된다.

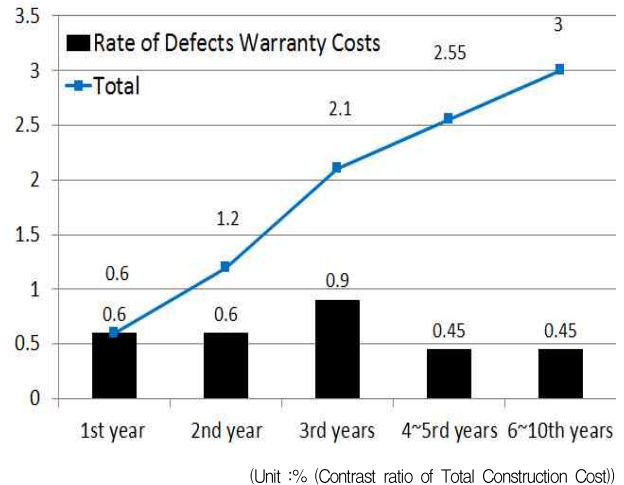


Figure 2. Defect deposit rate by year

하자보수보증금율은 계약금액의 2/100 이상 10/100 이하로 하고 있다. 공동주택의 경우에는 주택법 시행령 제60조에 의거하여 총사업비에서 대지가격을 제외한 나머지 비용의 3/100으로 규정하고 있다[5]. 따라서 계약기간을 1년, 2년, 3년, 5년, 10년으로 볼 경우, 각각 총 하자보수보증금액의 20%, 20%, 30%, 15%, 15%씩 계약된다.

다만, 본 논문에서는 과거의 데이터를 사용하였기 때문에 변경되기 전의 자료를 사용하였으나, 2008년도에 주택법 시행령 60조가 수정되어져 새롭게 적용되어지고 있다.

이러한 사항을 차트화한 것이 Figure 2이다.

#### 2.2.3 건설공사 품질보증제도

건설공사의 품질을 향상시키고 예상되는 하자를 미연에 방지함으로써 건설 및 운영관리 비용 절감을 목적으로 1987년 건설기술관리법에 건설공사의 품질관리제도를 도입하였다. 건설기술관리법 제24조 제2항에 건설업자 및 주택건설등록업자는 건설공사의 품질확보를 위하여 품질 및 공정관리 등 건설공사의 품질관리계획 또는 시험시설 및 검사를 실시하도록 규정하고 있다[6].

#### 2.2.4 하자보수제도의 실질적 현황

공동주택의 하자보수보증금 제도는 1979년 12월 12일 공동주택관리에 관한 규칙 제 257호로 제정되었는데, 이는 공동주택 준공 후 발생하는 하자의 보수를 건설주체가 책임지고 보수할 수 있도록 보수에 필요한 일정금액(공사금액의 2~3%)을 공적으로 관리하여 하자보수에 대한 책임보증의

일종이라고 할 수 있다. 이 하자보수보증금은 1979년 12월 12일 공동주택 관리에 관한 규칙 제 257호로 제정되었고 보증금 예치율은 공사금액의 2%로 규정하였다. 이후 1994년 8월 3일 공동주택 관리령 14352에 의거하여 보증금 요율이 3%로 강화되었다[8].

### 2.3 외국의 하자보수제도

#### 2.3.1 외국의 하자보수보증제도 개요

미국 50개 주에 따라 차이가 있으며, 하자담보의 내용을 작업 기능이나 자재에 기인한 하자는 공사의 실질적 완성일 또는 공사 목적물의 인도 후 1년으로 정하는 것이 통상적이다.

영국의 민간 건축공사나 지방 공공단체의 발주 공사에 적용되고 있는 「RIBA(Royal Institute of British Architects) 약관」에서는 하자담보책임 기간을 ‘실제 완성 후 6개월’로 규정하고 있다. 하자 보수는 유보금을 담보의 수단으로 하는데, 그 한도는 계약 금액의 5% 이하이다.

공사의 ‘실질적인 완공증명서’에 의해 발주자가 유보금의 1/2을 반환한 후, 시공자의 하자담보책임기간이 개시되며, 하자담보책임기간의 종료일 또는 하자 보수의 완성시에 ‘최종 완공증명서’를 발행한 후, 잔여 유보금을 정산한다.

따라서 영국에서는 하자를 바로 잡을 수 있는 계약자 선정이 가능한 엄격한 사전자격심사제도(PQ)를 신뢰하고 있기 때문에 사업초기 단계에 보증금을 요구하지 않는다[9].

일본에서는 대부분 시공자의 하자담보책임기간을 무과실인 경우 2년 이내로 규정하고 있으며, 고의 또는 중대한 과실이 있는 경우는 그 기간을 5년 또는 10년으로 정하고 있다. 설비 공사에 대한 하자담보책임기간은 대부분 1~2년으로 규정하고 있다.

#### 2.3.2 외국의 성능보증계약제도[10]

미국은 1996년 Warranty Final Rule이 제정되었고, 성능보증계약제도의 지방 기준은 주(州) DOT, 산업계, FHWA가 협력하여 개발하였으며, 각 주(州)의 성능보증계약제도는 주 특성에 따라 세부기준(대상공종, 보증기간, 성능인자, 성능기준, 참여자 책임 범위 등)을 다르게 적용하고 있다.

일본은 1994년 공공공사 입찰계약수속개선에 관한 행동계획을 수립하여 원가절감, 신기술 개발 등을 위해 건설공사에 성능을 규정할 수 있는 혁신적인 계약 제도를 도입하였다. 그 중 구조물의 필요부위에 대한 특정 성능을 규정하고, 그 성능을 만족시키는 것을 조건으로 발주하는 성능규정발주방식을 1998년부터 도로포장공사에 시행하고 있으며 현재 각종 기술기준이 성능 규정을 고려하여 개정되고 있다.

유럽의 성능보증계약제도는 1960년 이후부터 도입되어 여러 형태의 성능보증계약제도가 시행되고 있으며, 건설공사는 1년~4년의 제작 기술보증 또는 5년의 단기 성능보증 계약 제도를 적용하고 있다. 이들 국가들의 성능보증 사용 형식은 주로 자재 및 제작기술 보증을 사용하고 있다.

## 3. 공동주택의 하자보수 투입비용 실태

### 3.1. 하자보수투입비용 조사개요

국내 공동주택 시공능력 상위권 회사(시공능력평가 1등급 업체)에서 시공한 43개 단지의 하자보수투입 비용을 공급유형별, 지역별로 구분하여 1~10년차까지 년차별로 분석하였다.

하자보수비용은 하자의 종류에 따라 다양하기 때문에 본 논문에서는 건축, 토목, 기계, 전기, 소방, 조경 등 전체적인 하자보수투입 비용의 합계로 분석하였다.

또한 하자보수투입 비용 산정기준은 입주후 3개월부터 하자기간이 종료될 때까지의 투입비용이다. 다만 비용을 산정되지 않은 하자점검이나 방문 비용 등은 제외되었다.

Table 2와 Table 3은 하자보수투입비용을 분석하기 위한 대상단지의 개요이다.

Table 2. Current status of corresponding apartment housing complex

(Unit: Complex)

Supply type		Region	
Lease Type	10	Capital	15
Sold Type	33	Non-capital	28
Total		43	

**Table 3. Outline of complex subject to analysis**

(Unit: 1000won)

Complex name	Number of households	Construction contract costs	Sold Type	Region	Completed Year/Month
D-1	470	14,436,000	Lease	capital	1997
D-2	1290	55,111,618	Lease	capital	1998
D-3	731	21,800,000	Lease	capital	1998
D-4	835	31,416,378	Lease	capital	1996
D-5	650	36,333,511	Lease	capital	1997
D-6	192	6,750,162	Lease	Non-capital	1994
D-7	996	30,954,559	Lease	Non-capital	1995
D-8	908	27,950,000	Lease	Non-capital	1995
D-9	840	27,638,413	Lease	Non-capital	1996
D-10	812	27,172,272	Lease	Non-capital	1999
D-11	93	6,862,760	Sold	capital	1998
D-12	152	7,239,520	Sold	capital	1999
D-13	188	15,510,603	Sold	capital	1999
D-14	480	29,812,658	Sold	capital	1999
D-15	190	10,166,040	Sold	capital	1999
D-16	358	24,583,190	Sold	capital	1999
D-17	660	81,059,850	Sold	capital	1995
D-18	292	12,541,130	Sold	capital	1994
D-19	241	12,610,287	Sold	capital	1996
D-20	420	24,351,331	Sold	capital	1994
D-21	996	41,662,152	Sold	Non-capital	1997
D-22	220	14,436,000	Sold	Non-capital	1997
D-23	862	32,837,161	Sold	Non-capital	1998
D-24	498	22,889,916	Sold	Non-capital	1998
D-25	290	13,808,501	Sold	Non-capital	1998
D-26	358	17,002,094	Sold	Non-capital	1998
D-27	368	19,127,000	Sold	Non-capital	1998
D-28	486	45,510,000	Sold	Non-capital	1999
D-29	1256	95,298,842	Sold	Non-capital	1999
D-30	998	50,587,600	Sold	Non-capital	1995
D-31	594	36,922,900	Sold	Non-capital	1996
D-32	417	37,354,400	Sold	Non-capital	1996
D-33	298	24,938,900	Sold	Non-capital	1996
D-34	708	57,587,502	Sold	Non-capital	1994
D-35	704	64,045,057	Sold	Non-capital	1994
D-36	496	35,334,310	Sold	Non-capital	1997
D-37	520	66,999,013	Sold	Non-capital	1996
D-38	1542	81,137,772	Sold	Non-capital	1996
D-39	266	32,078,808	Sold	Non-capital	1995
D-40	226	26,800,000	Sold	Non-capital	1995
D-41	390	18,412,380	Sold	Non-capital	1999
D-42	920	66,197,000	Sold	Non-capital	1999
D-43	432	38,209,900	Sold	Non-capital	2000

**3.2 하자보수투입비용**

각 단지별 하자보수 투입비용 현황을 정리하였다.

하자보수투입비용을 1, 2, 3, 5, 10년으로 구분한 것은 일반적으로 하자보증기간이 완료되는 시점에서 하자보수비용을 일관공사하기 때문이다.

또한 4년의 보증기간이 최근에 도입되었지만, 본 연구에서는 이전 계약 공사이기 때문에 관련 자료가 없어 5단계로 구분하였다.

**Table 4. Investment status of defect repair cost per subject complex by year**

(Unit: 1000won)

Complex name	Construction Type	Defects Warranty Period					Total
		1st year	2nd years	3rd years	5rd years	10th years	
D-1	Lease	18,767	6,242	0	13,753	1,500	40,261
D-2	Lease	33,067	5,220	34,169	55,326	6,590	134,372
D-3	Lease	3,789	2,129	5,657	190	2,616	14,380
D-4	Lease	22,289	26,534	23,614	35,959	3,769	112,165
D-5	Lease	50,779	13,826	14,411	28,340	4,723	112,079
D-6	Lease	3,240	3,847	8,775	0	67	15,930
D-7	Lease	30,753	30,451	33,923	40,986	4,024	140,136
D-8	Lease	27,632	2,784	40,812	42,991	3,354	117,574
D-9	Lease	26,798	30,170	18,242	16,480	3,123	94,813
D-10	Lease	7,980	16,406	32,606	29,889	2,173	89,057
D-11	Sold	4,538	25,282	19,173	0	971	49,965
D-12	Sold	9,338	0	0	1,232	124,656	135,227
D-13	Sold	13,096	25,282	52,675	0	902	91,959
D-14	Sold	35,178	55,749	15,817	205,857	44,566	357,169
D-15	Sold	17,790	20,332	24,435	93,434	83,527	239,519
D-16	Sold	32,203	27,041	25,992	85,600	6,623	177,461
D-17	Sold	105,377	89,184	105,377	178,475	371,502	849,918
D-18	Sold	15,551	8,817	15,049	156,549	3,336	199,304
D-19	Sold	16,771	12,608	0	102,638	30,228	162,247
D-20	Sold	316,561	1,985	14,610	264,266	92,004	404,473
D-21	Sold	0	135,009	16,262	220,965	338,296	710,623
D-22	Sold	0	22,980	4,416	139,706	124,294	291,397
D-23	Sold	88,660	44,157	9,853	16,272	223,919	382,861
D-24	Sold	29,757	18,591	48,069	86,016	174,879	357,311
D-25	Sold	27,617	30,323	27,586	122,076	93,898	301,500
D-26	Sold	25,503	25,341	32,304	193,608	127,516	404,271
D-27	Sold	12,391	40,167	45,905	137,160	143,453	379,074
D-28	Sold	13,628	78,732	43,436	280,906	277,611	694,313
D-29	Sold	104,828	190,597	247,777	552,556	733,801	1,829,561
D-30	Sold	33,746	91,085	110,963	152,981	394,583	783,358
D-31	Sold	11,257	59,077	47,999	252,610	307,937	678,881
D-32	Sold	16,730	37,354	101,958	344,298	287,629	787,969
D-33	Sold	40,702	47,384	86,485	267,603	206,993	612,536
D-34	Sold	65,521	60,979	120,934	333,284	380,078	960,794
D-35	Sold	65,521	46,767	115,281	161,312	550,788	939,668
D-36	Sold	68,528	113,306	24,373	52,507	286,208	544,922
D-37	Sold	90,302	58,666	65,739	103,423	475,693	793,823
D-38	Sold	89,435	200,753	104,530	229,870	600,420	1,225,006
D-39	Sold	88,841	88,027	67,120	68,261	230,968	543,217
D-40	Sold	77,376	78,839	56,709	1,154	279,760	433,839
D-41	Sold	922	23,144	110,087	11,183	615,721	761,057
D-42	Sold	18,998	100,747	144,189	773,078	101,974	1,138,986
D-43	Sold	25,796	9,995	21,529	400,341	307,336	764,997

Table 4는 총공사비용대비 년차별 하자보수투입 비율을 1년차, 2년차, 3년차, 5년차, 10년차로 구분하여 제시하였다.

년차별 하자보수비용의 차이가 크게 발생되고, 단지별로도 큰 차이를 보이고 있다.

이러한 원인으로는 하자발생이 주기적이지 않은 점과 동일한 내용이라도 하자를 바라보는 관점의 차이가 있기 때문이다.

Table 5. Investment ratio of defect repair cost rate per complex by year

(Unit : %)

Complex name	Construction Type	Region	Defects Warranty Period					Total
			1st year	2nd years	3rd years	5rd years	10th years	
D-1	Lease	capital	0.13	0.04	0	0.10	0.01	0.28
D-2	Lease	capital	0.06	0.01	0.06	0.10	0.01	0.24
D-3	Lease	capital	0.02	0.01	0.03	0	0.01	0.07
D-4	Lease	capital	0.07	0.08	0.08	0.11	0.01	0.35
D-5	Lease	capital	0.14	0.04	0.04	0.08	0.01	0.31
D-6	Lease	Non-capital	0.05	0.06	0.13	0	0	0.24
D-7	Lease	Non-capital	0.10	0.10	0.11	0.13	0.01	0.45
D-8	Lease	Non-capital	0.10	0.01	0.15	0.15	0.01	0.42
D-9	Lease	Non-capital	0.10	0.11	0.07	0.06	0.01	0.35
D-10	Lease	Non-capital	0.03	0.06	0.12	0.11	0.01	0.33
D-11	Sold	capital	0.07	0	0.28	0	0.01	0.36
D-12	Sold	capital	0.13	0	0	0.02	1.72	1.87
D-13	Sold	capital	0.08	0.17	0.34	0	0.01	0.60
D-14	Sold	capital	0.12	0.19	0.05	0.69	0.15	1.20
D-15	Sold	capital	0.18	0.20	0.24	0.92	0.82	2.36
D-16	Sold	capital	0.13	0.11	0.11	0.35	0.03	0.73
D-17	Sold	capital	0.13	0.11	0.13	0.22	0.46	1.05
D-18	Sold	capital	0.12	0.07	0.12	1.25	0.03	1.59
D-19	Sold	capital	0.13	0.10	0	0.81	0.24	1.28
D-20	Sold	capital	0.13	0.01	0.06	1.09	0.38	1.67
D-21	Sold	Non-capital	0	0.32	0.04	0.53	0.81	1.67
D-22	Sold	Non-capital	0	0.16	0.03	0.97	0.86	2.02
D-23	Sold	Non-capital	0.27	0.13	0.03	0.05	0.68	1.16
D-24	Sold	Non-capital	0.13	0.08	0.21	0.38	0.76	1.56
D-25	Sold	Non-capital	0.20	0.22	0.20	0.89	0.68	2.19
D-26	Sold	Non-capital	0.15	0.15	0.19	1.14	0.75	2.38
D-27	Sold	Non-capital	0.06	0.21	0.24	0.72	0.75	1.98
D-28	Sold	Non-capital	0.03	0.17	0.10	0.62	0.61	1.53
D-29	Sold	Non-capital	0.11	0.20	0.26	0.58	0.77	1.92
D-30	Sold	Non-capital	0.07	0.18	0.22	0.30	0.78	1.55
D-31	Sold	Non-capital	0.03	0.16	0.13	0.68	0.83	1.83
D-32	Sold	Non-capital	0.04	0.10	0.27	0.92	0.77	2.10
D-33	Sold	Non-capital	0.02	0.19	0.35	1.07	0.83	2.46
D-34	Sold	Non-capital	0.11	0.11	0.21	0.58	0.66	1.67
D-35	Sold	Non-capital	0.11	0.07	0.18	0.25	0.86	1.47
D-36	Sold	Non-capital	0.31	0.32	0.07	0.15	0.81	1.66
D-37	Sold	Non-capital	0.13	0.09	0.10	0.15	0.71	1.18
D-38	Sold	Non-capital	0.11	0.25	0.13	0.28	0.74	1.51
D-39	Sold	Non-capital	0.28	0.27	0.21	0.21	0.72	1.69
D-40	Sold	Non-capital	0.29	0.29	0.21	0.01	0.82	1.62
D-41	Sold	Non-capital	0.01	0.13	0.60	0.06	3.344	4.144
D-42	Sold	Non-capital	0.03	0.15	0.22	1.17	0.154	1.724
D-43	Sold	Non-capital	0.07	0.03	0.06	1.05	0.804	2.014

#### 4. 공동주택의 하자보수비용 예측모형

##### 4.1 개발방향

공동주택에서의 하자보수비용을 예측하기 위한 방안으로 43개 단지를 조건별로 구분하여 분석하였다.

하자보수비용을 예측하기 위하여 첫째, 수도권, 비수도권으로 구분하였고, 둘째, 공급유형별로 분양과 임대로 분류하여야 한다. 셋째, 년차별(1년차, 2년차, 3년차, 5년차, 10년차)로 구분하였다.

따라서 준공된 지역의 공동주택의 하자보수비용에 대한 예산 등 수립시에는 지역별, 공급유형별, 년차별로 하자보수 비용을 예상할 수 있게 된다.

Figure 3은 이러한 절차를 표현한 것이다.

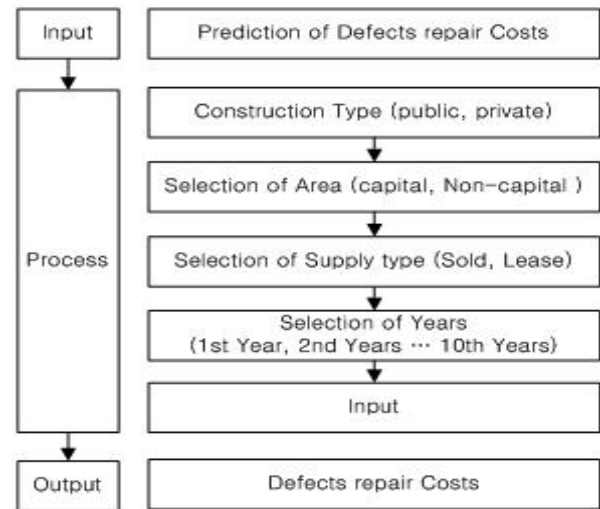


Figure 3. Process to predict defect repair Cost

하자보수 금액을 예측하기 위하여 수도권과 비수도권, 임대와 분양에 대한 4가지를 기본으로 설정하여 공동주택의 하자보수비용 예측모형을 제안하고자 한다.

##### 4.2 실적자료를 활용한 예측모형

###### 4.2.1 현재가치법에 의한 하자보수비용 예측

년도별 하자보수비용을 예측하기 위한 예측 모형은 회귀 분석을 활용하였다. 신뢰성을 높이기 위하여 지수, 로그, 선형, 다항식 중 R 값이 높은 다항식 회귀 분석을 사용하였다.

Table 5의 자료를 토대로 분양과 임대 공동주택, 수도권, 비수도권 공동주택의 년차별 회귀식을 제시하였다.

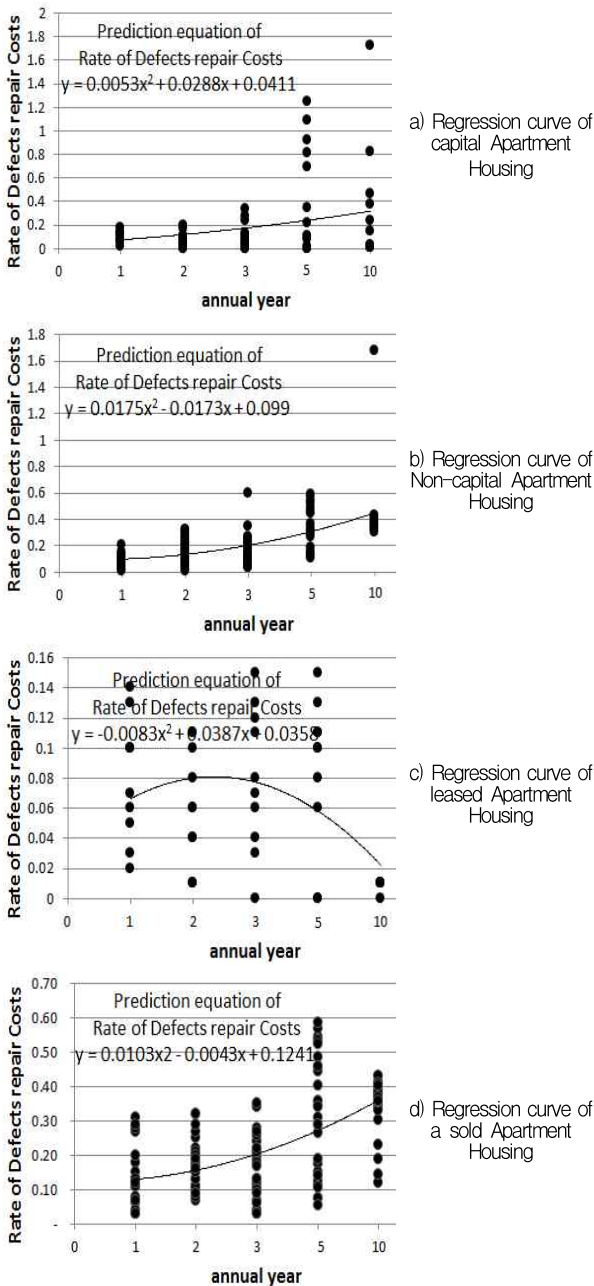


Figure 4. Regression curve for for-sale apartment houses

4가지 조건별로 공동주택의 산점도는 Figure 4와 같이 각각의 분포를 나타내고 있다. 이를 2차 다항식 회귀곡선으로 분석하면 (1), (2), (3), (4)와 같다.

다만, 5년차와 10년차의 경우 하자보수 비율이 상대적으로 높게 발생되고 있어 전체적인 상관성을 높이기 위해 하자보수 비율 값에 1/2을 곱하여 분석하였다. 도출된 하자보수비용율에 관한 예측식의 경우 년도가 거듭될수록 하자보수비율이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

$$y = 0.0053x^2 + 0.0288x + 0.0411 \quad \text{----- (1)}$$

$$y = 0.0175x^2 - 0.0173x + 0.099 \quad \text{----- (2)}$$

$$y = -0.0083x^2 + 0.0387x + 0.0358 \quad \text{----- (3)}$$

$$y = 0.0103x^2 - 0.0043x + 0.1241 \quad \text{----- (4)}$$

$$r = 0.65^{(1)}$$

(1) is capital area apartment houses, (2) is non-capital area apartment houses, (3) is lease-type apartment houses, (4) is for-sale apartment houses

#### 4.2.2 할인율<sup>2)</sup> 적용한 하자보수비용

하자보수비용은 시간에 따라 돈의 가치가 변하게 되므로 할인율을 적용하게 된다. 할인율 환산은 미래의 가치에 금리 인상율을 환산 적용하여 현재의 가치와 같게 하는 방법으로 미래에 발생하는 편익과 비용들을 할인하는 절차를 거쳐서 현재가치로 전환하여 하자보수비용율을 산정하는 목적으로 적용하였다.

Table 6. Defect repair cost rate of for-sale apartment houses by year

(Application of Discount Rate)

(Unit: %)

Division \ annual year	1st year	2nd years	3rd years	5rd years	10th years	Total
Discount Rate	0.88	0.79	0.71	0.64	0.54	3.56
(before)						
Rate of Defects repair Costs	0.13	0.17	0.18	0.57	0.71	1.75
(after)						
Rate of Defects repair Costs	0.11	0.13	0.13	0.36	0.39	1.13
decreasing rate(%)	15.38	23.53	27.78	36.84	45.07	35.43
Rate of Defects Warranty Costs	0.6	0.6	0.9	0.45	0.45	3

분양공동주택의 할인율을 적용하면 Table 6과 같다. 5년차의 경우 하자보증금을 0.45 %에 비해 하자보수비용율일 0.57 %로 초과 투입되는 것으로 나타났으나, 할인율을 적용할 경우 0.36 %로 기준에 적합한 것으로 분석되었다.

#### 4.3 예측모형 제안

공동주택에 대한 하자보수비용 예측을 위하여 하자유형

- 1) r값은 상관계수로써, 회귀분석을 실시할 경우 회귀식의 상관관계를 파악하기 위해 중요하다. 일반적인 경우 r값이 0.6 이상이 될 경우 식의 상관관계는 높다고 판단되어 진다.
- 2) 할인율 = 전체 할인율 \* (1-당해 평균금리)

별, 지역별, 공급유형별로 각 년차에 대한 회귀식을 제안하였으며, 이를 활용하여 예측모형을 제안하면 Figure 5와 같다.

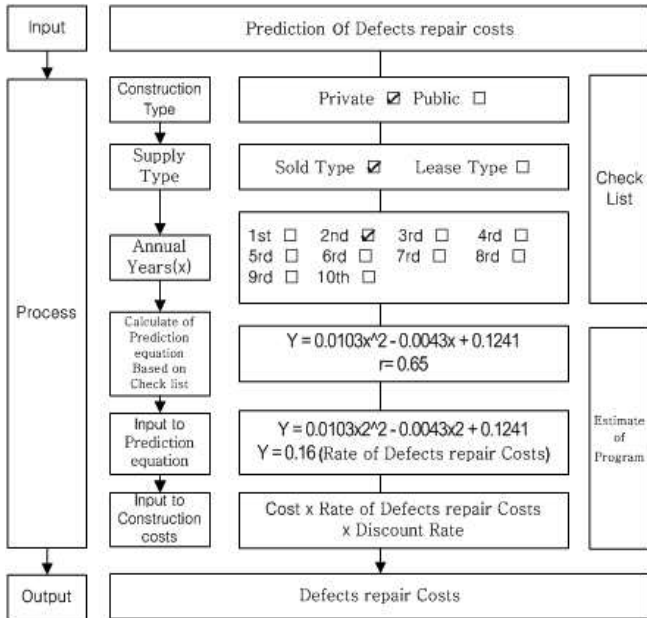


Figure 5. Prediction model of defect repair cost for apartment houses

제안된 모형에 대한 확인을 위하여 예측식을 추론하기 위하여 사용한 데이터가 아닌 분양 공동주택의 하자보수비용율과 5년차까지 비교를 한 결과 Table 7과 같은 결과를 얻었다.

Table 7. Prediction formula-applied defect repair cost rate

Annual year	Legal Standards (Cost)	Compare with Prediction equation of Predicting model			Note
		Test set of Defects repair costs of Sold public apartment	Consequent of Predicting model (cost)	Difference (%)	
1st year	0.6	0.11	0.13	0.02	
2ed years	0.6	0.20	0.16	-0.04	
3rd years	0.9	0.26	0.20	-0.06	
5rd years	0.45	0.58	0.54	-0.04	
Total	2.55	1.15	1.03	-0.12	

## 5. 결 론

건설공사 준공후 투입되는 하자보수비용은 점차 증가되고 있어 건설업체의 경영에 큰 영향을 미치고 있다.

이러한 하자보수비용은 매년 사업계획 수립시에 산정하고 있으나, 이와 관련된 기초자료가 미흡하여 올바르게 예측하지 못하고 있다. 점차 건설업체의 투명경영 등이 요구되면서 보다 신뢰성 있는 하자보수비용 예산 수립이 강조되고 있다. 따라서 본 연구에서는 실적자료를 기반으로 년차별 하자보수 비용을 예측할 수 있는 모형을 제안하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 하자보수비용과 관련된 실적자료를 토대로 하자보수비용의 실태를 분석하였다.

둘째, 지역별, 공급유형별로 실적자료를 분류하고 년차별 회귀식을 제안하였다. 제안된 회귀식의 검증을 위하여 5년차의 테스트 셋을 활용하여 분석한 결과 총 하자보수 비용에서 0.12 %의 차이가 발생되었다. 초기단계에서 비용을 예측하기에 합리적이라 판단된다.

셋째, 제안된 회귀식을 조합하여 지역별, 공급유형별 년차별 하자보수비용 예측 모형을 제안하였다.

마지막으로 데이터의 시간적 특성을 파악하기 위해 할인율을 적용하여 보다 높은 신뢰성을 갖는 예측식을 제안하였다.

공동주택의 하자보수비용 예측은 충분한 데이터의 축적이 필요하지만, 자료수집에 한계가 있고, 단지별로 하자보수비용의 편차가 크기 때문에 정확한 예측에 어려움이 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 예측식은 건설업체의 하자보수비용 관련 예산수립시 크게 유용할 것으로 확신한다. 향후 지속적인 자료축적이 된다면 보다 신뢰성 있는 예측식이 가능할 것으로 판단된다.

## 요 약

공동주택 건설공사는 많은 기술자들이 참여하여 작성한 설계 도서를 토대로 다양한 공종이 연계되어 발생되며, 이로 인해 예기치 못한 설계상 실수나 자재 결함 및 공사 중의 잘못이 중첩되어 하자가 발생하게 된다.

건설업체는 준공된 건축물을 일정기간 동안 하자보수를



실시해야 하며, 이를 위해 하자보수비용을 효율적으로 예측하여 사업계획을 수립하게 된다. 하자발생은 정확한 예측이 어렵기 때문에 실적자료를 기반으로 예측하게 된다. 국내 공동주택의 경우 하자보수비용 관련 자료가 미흡하여 이를 예측하는 방안 등이 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 준공후 10년의 실적자료를 기반으로 공급유형 및 지역별 하자보수비용을 예측할 수 있는 모형을 개발하고자 한다.

**키워드** : 하자, 하자보수금액, 하자보수제도, 예측식, 예측모형

## Acknowledgement

This study is the result of 2010 intramural academic research fund aid program of Dong-Eui University (Assignment No. 2010AA141).

## References

1. Kim WC. [Modern Statistics]. 1st rev. ed. Seoul (Korea): Youngji Publishers; 2000. p. 511. Korean.
2. Ko DS, Kim JH, Lee SY. An Analytic Study of Defect Occurrence Properties and Repair Cost in Apartment Building. *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*. 2006 March;8(1):75-82.
3. Lee JH, Kwon OC, Yoon JS, Baek JH. A Study on method for saving costs in construction through defects analysis of public housing - Focused on Checklist. *Proceeding of Architectural Institute of Korea*; 2004 October 29-30; Gangwon-do, Korea. Seoul (Korea): Architectural Institute of Korea; 2004. p. 675-8.
4. Choi MY, Hyun CT, Ku GJ. Improvement of Process and Calculation for Premium Rate in Maintenance Bond. *Proceedings of the Korean Institute Of Construction Engineering and Management*; 2004 November 6; Seoul, Korea. Seoul (Korea); 2004. p. 366-9.
5. Ha HY, Lee HK, Lee YS, Kim JJ. A Study on the Management of Defect Prevention Based on a Defect Bond. *Journal of the Architectural Institute of Korea*. 2007 Oct;23(10):147-55.
6. Kim H, Lee SB. A Study on the Application of the Performance Warranty Contracting in Public Constructions. *Journal of the Architectural Institute of Korea*. 2008 April;36(4):257-64.
7. Lee HG. A Study on the Problem of Defects Liability System and Introduction on Performance Guarantee System in Domestic. *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*. 2000 April;2(4):123-30.
8. Seo DS, Choi JH, Kim OK, Park KW, Park JM, Kim KG. A Study on use state of Defect Deposit based on Actual use data - focused on 3 years after moving in apartment complex. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2010 April;10(2):81-8.
9. Kim DG, Lee SB. A Study on the Delivery Process of the Warranty Contract in Domestic Private Participation in Infrastructure. *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*. 2008 March;10(1):231-8.
10. Kim H, Seo YC, Koo JD, Lee SB. A Study on the Direction of the Performance Warranty Contracting in Public Constructions. In: Choi CS, Kim GJ, Lee SH, editors. *Proceeding of Annual Conference of the Architectural Institute of Korea*; 2008 October 24-25; Kwangju-si, Seoul (Korea): Architectural Institute of Korea; 2008. p. 685-8.