

기존건물의 내구연수에 기초한 잔존수명 평가에 관한 연구

갈 원 모 *

한 봉 구 **

손 기 상 ***

1. 서론

기존 건물의 잔존 수명을 얼마로 보는가는 아주 중요한 경제적, 안전상의 기준이라고 할 수 있다. 건물 중 국민적 관심사인 아파트 건물은 서울시의 경우 20년 이상의 재건축 기준에서 40년 이상으로 결정된 것만 보더라도 얼마나 큰 파장을 가져오는 것임을 경험하고 있다.

콘크리트 수명이 최상으로 70년~80년으로 보기 때문에 여러 가지 국내의 악 조건들을 감안하더라도 20년만에 다시 부신다는 것은 국가적 손실을 의미하는 것임을 이미 주지하고 있었던 것이다.

이의 평가를 위해 통계의 확률적(reliability)개념을 도입하여 관련요소를 대입하여 그 신뢰도에 따라 등급을 나누는 기법을 고려했다. 국내의 재건축 대상 아파트의 일부를 연구 대상자료로 사용하였다.

이를 위한 접근 방법은 여러 가지가 있을 수 있으나 목표안전 수준을 설정하는 접근 방법으로 위험 시나리오의 확인, 손상이나 경제적 중요성에 관한 주어진 위험의 결과결정, 이들 결과 크기의 함수로서 목표안전 수준을 선택하는 단계를 제시하고 있다.(1)

교량이나 구조물의 평가에 있어서 필수적인 안전체크 요소는 정하중 전달능력과 몇 가지 경우에는 피로, 강도테스트가 필수적이다. 피로도가 단면에 균열을 야기해서 사용연한(내구연한)을 제한할 수 있기 때문이다.

대부분의 기존 구조물의 평가에는 구조적 안전 여부에 기초하기보다는 겉으로 드러난 손상상태에 기초를 두고 한다. 그러나 부식과 같은 시간에 따른 손상현상은 구조안전 부족 이전에 구조물의 사용성에 영향을 미친다고 보아야 할 것이다.

사용성과 구조능력을 최대점을 조합하는 비용과 편익사이의 확률모델개발을 들 수 있으나 여기서 이의 전단계인 위험도 설정에 주요 주안점이 있다.

선진국의 경우는 아파트 평균수명이 50년 이상이고, 우리와 시공방식과 건축형태가 비슷한 일본에서도 아파트 수명이 평균 30년 이상인 것으로 보고되고 있다.

본 논문에서는 기존 건물의 잔존수명을 평가하는 중요요소인 위험도 설정 기법을 제시하는데 1차 목적이 있다. 이것은 곧 잔존 수명을 평가하는 기준이 되기 때문이다.

* 서울보건대학 시스템안전학과

** 서울산업대학교 구조공학과

*** 서울산업대학교 안전공학과

2. 이론고찰

2.1 이론

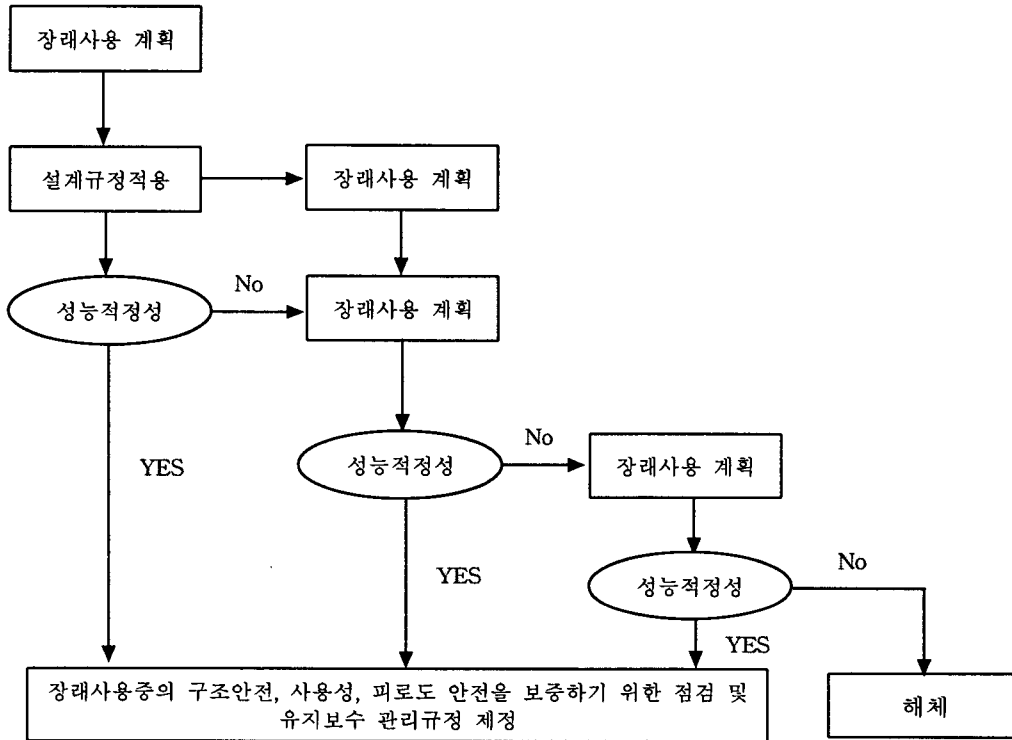


그림1. 기존건물 평가 체계도

표1. 년도별 평당단가

년도	평당단가	m ² 당 단가	년도	평당단가	m ² 당 단가
1990	1,300,000		1997	2,040,000	
1991	1,470,000		1998	2,140,000	
1992	1,570,000		1999	6,402,700	
1993	1,650,000		2000	6,683,500	
1994	1,740,000		2001	7,658,100	
1995	1,830,000		2002	9,900,000	
1996	1,960,000		2003	10,150,000	

※ 자료 : 건설교통부 (주택건설 연동 분양가 지침)

관계법규가 없을 때 혹은 오래 전에 있던 법규에 근거하여 설계되고 시공된 구조물들은 지진 등 우발적인 하중이 주어지는 것 이외에는 하중에 저항할 정도로 안전한 것으로 고려될 수도 있다. 따라서 다음을 확인해야 한다.

심각한 손상, 훼손의 증거가 나타나지 않는 경우인가 확인한다. 구조시스템은 핵심상세부분을 포함하여 그리고 응력전단 관점에서 이들 상세부분을 체크하도록 검토되어야 한다. 발생했던 환경적 영향과 사용에 따른 극한하중에 대한 장기간에 걸쳐 만족한 성능을 보였는지가 확인되어야 한다. 현재상태를 고려하여 예측된 손상과 계획적 보수가 충분한 내구성을 확보해야한다. 구조물에 하중을 증대하게 증가시키거나 내구성에 영향을 줄 수 있는 변화가 장기간에 걸쳐서도 없었어야 된다.(참고5)

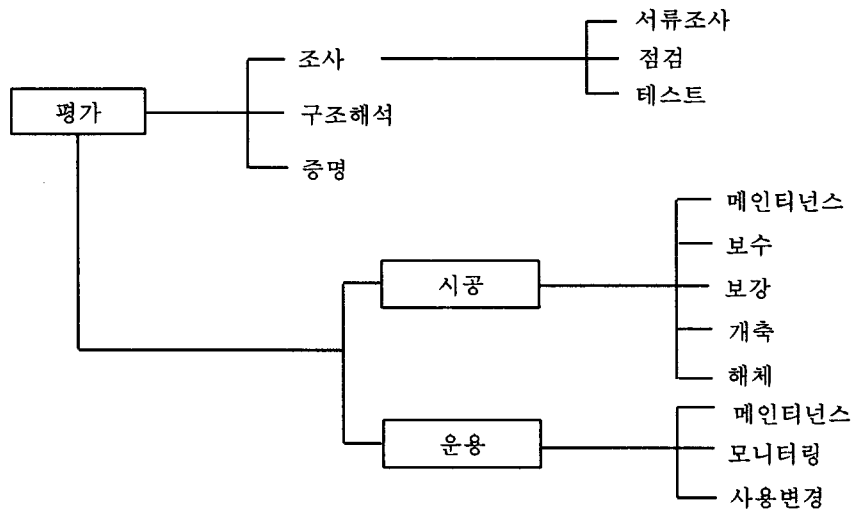


그림2. 기존건물 평가 체계도

2.2 설문계획

◆ 아파트 건물만(1991-2002) ◆

구별	원래 준공일	재개발·재건축 허가일	기존 세대수	건설 세대수	연면적(m ²)	비고
A1	1969	1993. 9. 28	29	48		24년
A2	63(창신), 73(창립)	2000. 7. 13	45	113		37, 27년
B1	1967. 9. 2	1994. 1. 31	424	1,011		27년
B2	1969. 11. 25	1991. 6. 18	506	638		22년
B3	1967. 9. 2	1995. 2. 24	816	2,036		28년
B4	1970. 4. 8	1992. 12. 24	72	243		22년
B5	1968. 11. 25	1996. 11. 18	270	289		28년
B6	1969. 10. 30	1994. 8. 11	208	336		25년
B7	1967. 10. 30	1993. 5. 20	240	520		26년
B8	1971. 9. 7	1997. 5. 23	396	834		26년
B9	1971. 9. 7	1996. 12. 11	352	834		25년
B10	1970. 12. 30	1996. 5. 23	386	499		26년
B11	1972. 4. 30	1997. 2. 5	296	309		25년
B12	1976. 12. 27	1998. 1. 30	140	244		18년
B13	1959. 3. 5	1998. 10. 19	29	26		39년
C1	1979. 1. 25	1995. 11. 14	30	72		16년
C2	1978. 11. 1	2000. 6. 12	330	722		22년
C3	1979. 12. 20	2000. 6. 12	320	621		21년
C4	1982. 8. 4	2000. 12. 18	313	369		28년
D1	1982. 6. 17	1997. 2. 5	124	372		15년
D2	1978. 4. 8	1999. 11. 8	78	470		21년
D3	1978. 6. 5	2000. 10. 13	78	1,460		22년
E1	1976. 8. 4	1995. 5. 20	99	200		19년
E2	1978. 12. 22	1994. 12. 2	20	39		16년
E3	1978. 3. 6	1996. 11. 8	245	573		18년
E4	1987. 7. 21	2000. 3. 9	350	592		13년
E5	1982. 9. 9	2002. 12. 31	410	663		20년
F1	1970	1992. 10. 26	152	238		22년
F2	1967	1993. 4. 16	163	263		26년
F3	1978. 11. 24	1995. 5. 3	73	290		17년
G1	1974. 12. 27	1999. 1. 6	780	860		25년
G2	1980. 11. 21	1993. 9. 24	34	45		13년
G3	1982	1999. 12. 30	137	285		7년

구별	원래 준공일	재개발·재건축 허가일	기존 세대수	건립 세대수	연면적(m ²)	비고
H1	1983. 6	1996. 2. 13	282	561		13년
H2	1976	1997. 9. 9	2,594	3,003		21년
H3	1983. 10. 22	1996. 10. 14	168	452		13년
H4	1976. 1. 26	2000. 7. 27	123	237		24년
I1	1981. 1. 25	1996. 5. 14	190	366		15년
I2	1970. 11. 26	1997. 4. 15	279	241		27년
I3	1981. 8. 14	2001. 8. 3	141	246		20년
I4	1977. 10. 29	1997. 1. 16	132	198		20년
I5	1981. 10. 20	2000. 10. 19	176	327		19년
I6	1980. 12. 30	2000. 11. 7	71	193		20년
I7	1978. 12. 29	2001. 6. 29	12	31		23년
J1	1958. 10. 1	1990. 4. 17	76	83		32년
J2	1968. 6. 24	1996. 4. 9	456	767		28년
J3	1970. 4. 18	1995. 6. 30	751	956		25년
J4	1967. 8. 30	1996. 6. 8	234	562		29년
J5	1970. 4. 18	1997. 7. 2	479	581		27년
K1	1962	1991. 9. 30	546	982		29년
K2	1978	1992. 10. 10	24	40		24년
K3	1970	1993. 4. 29	103	196		23년
K4	1971. 1. 7	1994. 4. 19	123	208		23년
K5	1980	1994. 2. 8	24	42		14년
K6	1971. 5. 30	1997. 11. 15	277	498		26년
K7	1978. 11. 2	1994. 4. 15	42	105		16년
K8	1981. 10. 23	1996. 9. 3	22	43		15년
K9	1980. 9. 5	1997. 4. 30	55	177		17년
K10	1982. 2	1998. 3. 30	110	282		16년
K11	1975. 11. 25	2003. 1. 22	77	90		28년
K12	1972. 12. 4	1998. 6. 1	136	136		26년
K13	1980. 12. 24	2000. 10. 12	405	522		20년
K14	1976. 5. 20	2001. 9. 25	160	280		25년
L1	1978. 12. 31	1997. 10. 4	324	703		19년
L2	1980. 8. 12	2001. 4. 28	210	371		21년
L3	1978. 8. 3	1998. 11. 18	336	495		20년
L4	1973. 4	1999. 6. 5	347	590		26년
L5	1982	1996. 6. 19	20	39		14년
L6	1981. 8. 28	2000. 1. 19	890	1,160		19년
L7	1982. 12. 29	2000. 12. 29	107	205		18년

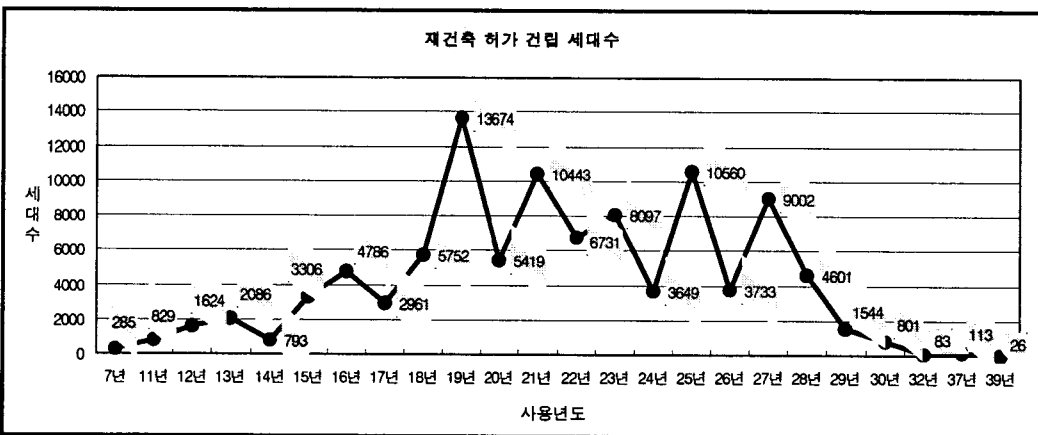
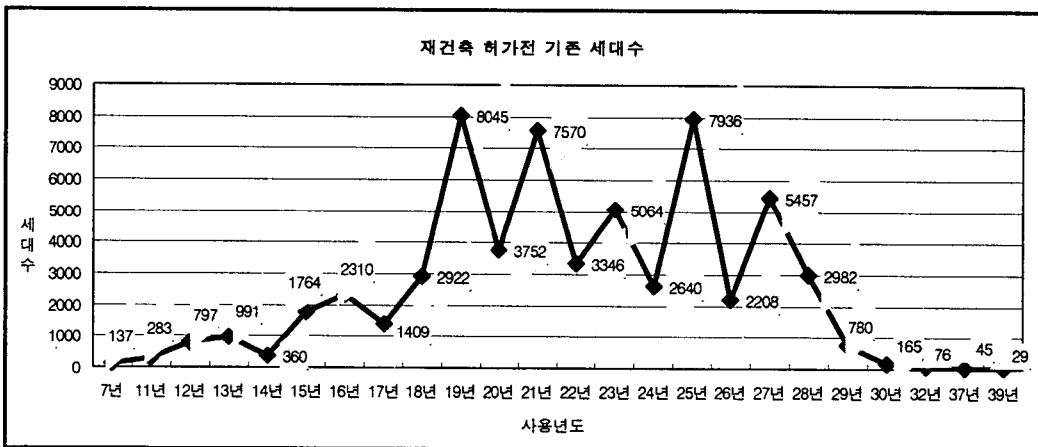
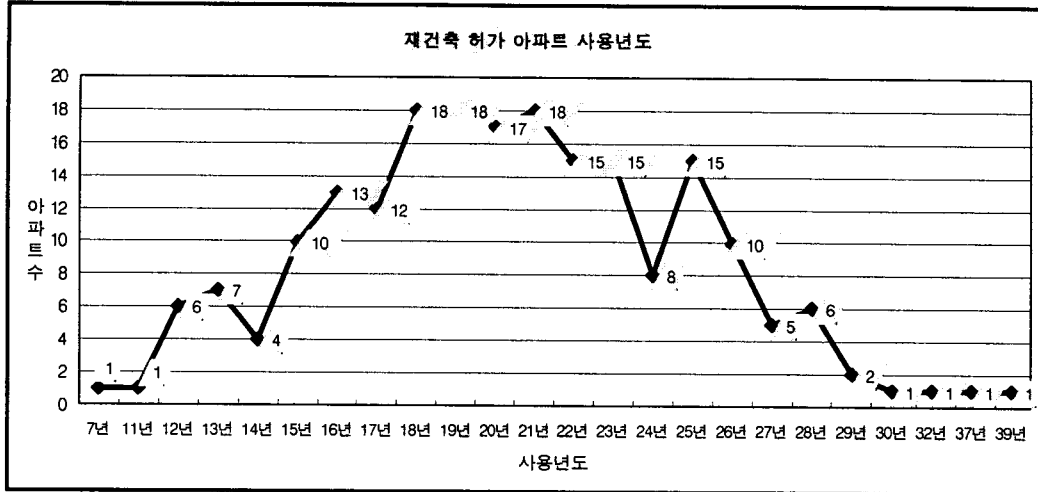
구별	원래 준공일	재개발·재건축 허가일	기존 세대수	건립 세대수	연면적(m ²)	비고
M1	1969. 12. 1	1990. 8. 21	374	416		21년
M2	1975	1995. 2. 9	228	350		20년
M3	1985. 11	1997. 11. 10	132	297		12년
M4	1982. 12. 27	2000. 9. 6	50	110		18년
M5	1984. 3. 30	1996. 11. 22	124	289		12년
M6	1979. 1. 13	1996. 10. 10	118	194		17년
M7	1977. 9. 20	1996. 9. 4	810	2176		19년
M8	1978. 6. 13	1996. 11. 14	100	202		18년
M9	1979. 11. 27	1999. 10. 27	127	298		20년
M10	1978. 12. 30	1999. 12. 31	28	48		21년
M11	1979.3 2. 8	2001. 2. 16	84	139		22년
M12	1977. 12. 20	2000. 9. 18	57	84		23년
M13	1979. 7. 27	2001. 4. 28	64	120		22년
M14	1983. 12. 19	2000. 6. 23	143	254		17년
M15	1983	2001. 2. 16	162	321		18년
M16	1978. 4. 18	2002. 5. 6	1,423	2,172		24년
M17	1977. 12. 20	2002. 11. 8	51	66		25년
N1	1978. 12. 26	1993. 6. 3	180	369		15년
N2	1978. 12. 15	1997. 12. 17	1,190	2,412		19년
N3	1979. 12	1995. 3. 3	61	188		16년
N4	1980. 9. 10	1994. 8. 31	260	497		14년
N5	1983. 12. 17	1994. 10. 28	283	829		11년
N6	1979. 1. 20	1995. 8. 8	414	987		16년
N7	1971. 2. 12	1996. 8. 9	950	1,371		25년
N8	1977. 10. 8	1997. 5. 13	100	173		20년
N9	1984. 6. 25	1997. 10. 30	100	245		13년
N10	1985. 5. 28	1997. 7. 12	220	420		12년
N11	1977. 8. 20	1999. 12. 24	910	1,261		22년
N12	1983. 11. 7	2000. 7. 19	330	634		17년
N13	1984. 6. 4	2000. 3. 17	170	390		16년
N14	1980. 2. 2	1996. 6. 27	120	273		16년
N15	1984. 7. 23	1999. 12. 31	178	434		15년
N16	1988. 4. 25	2000. 10. 26	40	83		12년
N17	1979. 3. 23	2000. 9. 22	227	280		21년
O1	1978. 10. 30	1995. 2. 6	110	214		17년

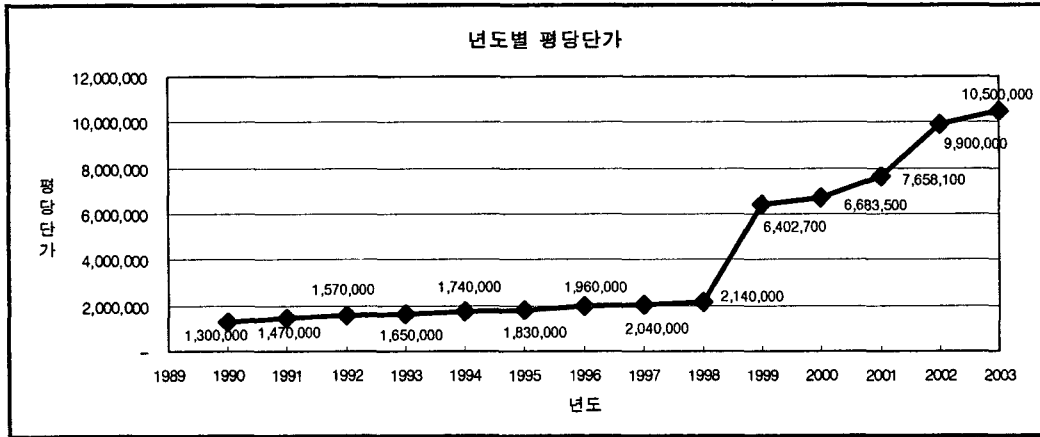
구별	원래 준공일	재개발·재건축 허가일	기존 세대수	건립 세대수	연면적(m ²)	비고
O2	1979. 9	1995. 9. 11	420	786		16년
O3	1981. 2. 3	1998. 4. 16	62	131		17년
O4	1978. 10. 30	1997. 8. 26	160	245		19년
O5	1978. 3	1996. 3. 26	26	40		18년
O6	1977. 12. 17	1999. 9. 8	250	341		22년
O7	1982. 12. 24	1997. 5. 9	32	48		15년
O8	1982. 6. 8	2000. 9. 5	90	155		18년
O9	1981. 2. 17	1994. 10. 13	20	35		13년
P1	1971. 11. 15	1993. 1. 28	150	374		22년
P2	1969. 12. 27	1999. 3.17	165	801		30년
P3	1978. 2. 28	1995. 6. 17	100	179		17년
P4	1980. 12. 27	1995. 10. 5	250	600		15년
P5	1979. 9	2002. 3. 2	161	325		23년
P6	1975. 8	1997. 2. 15	130	198		22년
P7	1974. 12. 11	1996. 7. 25	280	520		22년
P8	1976	1997. 1. 30	600	976		21년
P9	1983. 12	1998. 2. 11	128	263		15년
P10	1982. 8. 3	2000. 3. 18	100	179		18년
P11	1980. 12. 20	1999. 9. 9	390	538		19년
P12	1976. 1. 13	2001. 3. 5	47	57		25년
P13	1976	2001. 7. 20	646	669		25년
P14	1975	2000. 4. 7	852	1,393		25년
P15	1982. 7. 23	2000. 2. 2	230	468		18년
Q1	1966	1991. 1. 22	129	171		25년
Q2	1976. 11. 18	1995. 1. 24	89	134		16년
Q3	1980. 2. 8	1997. 4. 1	48	158		17년
Q4	1985. 3. 15	1999. 11. 9	56	215		14년
Q5	1983. 7. 19	1998. 9. 19	570	896		15년
Q6	1983. 2. 12	1999. 2. 10	298	489		16년
Q7	1974. 12. 24	1997. 10. 16	131	325		23년
Q8	1979. 12. 29	2000. 1. 25	180	400		21년
Q9	1975	1999. 12. 18	640	738		24년
Q10	1978. 1. 11	1999. 12. 21	280	485		21년
Q11	1981. 6. 16	2001. 7. 7	120	125		20년
R1	1976. 10. 5	1995. 5. 22	119	184		19년
R2	1978. 12. 9	2000. 6. 22	190	365		12년

구별	원래 준공일	재개발·재건축 허가일	기존 세대수	건설 세대수	연면적(m ²)	비고
R3	1977. 11. 12	1996. 10. 9	110	254		19년
R4	1977. 12. 31	1999. 12. 31	100	157		22년
R5	1977. 12. 31	2000. 8. 9	960	1,670		23년
R6	1979. 9. 14	1999. 7. 24	210	297		20년
R7	1975. 8. 11	2001. 8. 29	163	281		26년
R8	1979. 2. 2	2003. 1. 4	55	95		24년
S1	1976. 10. 4	1999. 6. 3	1,080	1,870		23년
S2	1980. 12. 31	1998. 7. 7	220	344		18년
S3	1978. 6. 19	1998. 2. 16	90	207		20년
S4	1977. 12. 29	1997. 4. 1	180	264		20년
S5	1978. 2. 11	1997. 4. 4	60	110		19년
S6	1978. 11. 22	1999. 12. 31	58	79		21년
S7	1978. 12. 31	2001. 3. 19	456	428		23년
S8	1978. 12. 31	1999. 8. 3	175	256		21년
S9	1980. 5. 27	2000. 12. 19	561	588		20년
S10	1981. 12. 11	2000. 2. 25	24	37		19년
S11	1980. 11. 19	2000. 9. 18	30	48		20년
S12	1982. 12. 31	2002. 2. 21	141	184		20년
S13	1982. 9. 18	2000. 9. 28	60	72		18년
S14	1976. 7. 12	2000. 10. 28	306	334		24년
S15	1979. 8. 30	2002. 4. 12	953	990		23년
S16	1978. 6. 15	2002. 12. 12	40	80		24년
S17	1976. 2. 14	2002. 12. 3	50	47		26년
T1	1971. 12. 20	1994. 6. 3	378	644		23년
T2	1977. 11. 7	1996. 4. 23	335	630		19년
T3	1978. 3. 16	1995. 7. 11	120	252		17년
T4	1978. 9. 7	1995. 11. 18	90	139		17년
T5	1976. 12. 22	1997. 3. 15	480	480		21년
T6	1979. 6. 28	1995. 8. 16	80	158		16년
T7	1976. 7. 20	1997. 1. 9	230	391		21년
T8	1980. 3. 7	1997. 7. 3	160	339		17년
T9	1976. 11. 9	1997. 3. 19	120	189		21년
T10	1978. 12. 13	1996. 7. 9	100	198		18년
T11	1975. 10. 30	1996. 9. 21	100	265		21년

구별	원래 준공일	재개발·재건축 허가일	기존 세대수	건립 세대수	연면적(m ²)	비고
T12	1979. 8. 30	1998. 11. 16	60	130		18년
T13	1974. 12. 9	1997. 6. 3	40	100		23년
T14	1974. 12. 9	1997. 6. 3	100	217		23년
T15	1980. 11. 4	1998. 2. 28	336	732		18년
T16	1981. 6. 30	1999. 6. 10	100	142		18년
T17	1977. 3	2000. 1. 10	80	114		23년
T18	1974. 9. 15	2000. 11. 7	50	65		26년
T19	1976. 1. 29	2001. 3. 20	120	130		25년
T20	1978. 10. 4	2000. 12. 26	120	160		22년
T21	1980. 12. 19	1999. 6. 22	58	72		19년
T22	1979. 7. 26	2001. 4. 3	237	276		22년
T23	1982. 7. 28	2001. 6. 1	30	64		19년
T24	1974. 3. 9	2002. 8. 2	1,050	1,050		28년
T25	1977. 6. 4	2002. 1. 14	2,498	3,002		25년
U1	1979. 2. 6	1992. 11. 30	430	895		23년
U2	1980. 9. 18	1999. 1. 20	434	845		19년
U3	1986. 11. 19	1999. 11. 5	37	156		13년
U4	1984. 11. 30	1999. 9. 15	90	215		15년
U5	1981. 12. 15	2002. 9. 6	1,316	1,696		21년
U6	1976. 4. 1	2003. 2. 8	3,755	6,358		27년
U7	1981. 10. 6	2002. 9. 25	200	206		21년
V1	1974. 10. 21	1991. 9. 30	520	811		27년
V2	1978. 3. 6	1996. 6. 5	610	1,220		18년
V3	1974. 10. 21	1993. 12. 6	480	772		19년
V4	1976. 8. 10	1995. 7. 26	1,819	2,945		19년
V5	1983. 8. 23	1995. 2. 3	91	170		12년
V6	1971. 2. 1	1995. 11. 2	96	126		25년
V7	1978	1996. 2. 9	186	417		18년
V8	1981. 11. 21	1997. 2. 6	318	526		16년
V9	1982. 6. 21	1998. 5. 9	180	357		16년
V10	1981. 4. 20	2001. 9. 28	470	568		20년

3. 조사결과





4. 분석

90년에서 98년까지의 상승률과는 달리 98년에서 99년 그리고 2001년에서 2002년까지의 상승률 등을 고려할 때의 재건축 허가는 경제성을 고려한 결정이 필요하다.

기존 세대수와 재건축 되는 세대수와의 유사한 변동추이를 보이고 있으나 재건축 되는 세대수는 $(13,674 - 8,045) / 8,045 = 70\%$ 증대되어 건설되고 최저 30%까지 세대수가 증가된다. 준공 후 7년, 11년에 재건축 되는 경우와 최고 30년에서 39년까지에 재건축 되는 경우를 제외하고 경과년수 12~29년 사이의 평균 경과년수는 20.5년으로 분석되었다.

5. 결론

이상과 같은 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 아파트 건물 재건축의 경제적 유효년수는 11년간 아파트 평균 경과년수와는 6년 이상 정도 차이가 있다.
- 2) 재건축 되는 세대수가 기존세대수 보다 33~60% 증가되면 장기적 경제성을 저감시킬 수 있다.
- 3) 경과년도 19년~27년 아파트 재건축 세대수가 기존보다 60% 증가된 건립을 하는 양상은 건물 경제성 요인을 결정하는 범위로 판단된다.

추후, 재건축과 보수사용과의 손익분기점을 산출하는 공식을 개발하는 연구가 필요하겠다.

앞으로, 각 아파트 공사금액과 이들 재건축 년도까지의 보수비용과의 최적점을 이용한 사전비용편익분석 수치해석 연구가 필요하다.

6. 참고문헌

- [1] Eugen Brehwiler, "Improving Safety of Civil Structure", pp.74~90, July 2001, International Seminar, Seoul, Korea
- [2] Aleks and RADOJICIC, "Models for Identification of Cost Effect Interventions on Existing Structure", EPFL, Switzerland, April 2002
- [3] Bryan ADEY, "A Supply and Demand System Approach to the Development of Bridge Management Strategies", EPFL, Switzerland, January 2002
- [4] Louis Wassmer, "Risk Identification, Evaluation, and Management in International Projects", Structural Engineering International, Feb 2001
- [5] ISO, "Assessment of Existing Structure", ISO/TC 98/S, WG6 N33, 1999. 12