

## 고층 공동주택의 제연계획에 관한 기초연구

### Research of the base smoke control planes for high-rise apartment

손 봉 세\*

Son, Bong Sae

#### Abstract

Recently, the cityward tendency of the population has caused the construction of a high rise apartment increased, because it is possible for many people to dwell on a small ground area in an apartment. In the future the number of the constructed high-rise apartment units will also increase, because many people require a better environment and more improved space of their life. However, apartment buildings with many dwellers in spite of small area are exposed to great dangers, particularly fire. So the adaptable control methods of smoke which is the most dangerous to people in a fire were proposed by an analysis on some standards for the fire in this study.

**Key words** : smoke movement. smoke control plane, high-rise apartment

#### 요 지

인구의 도시집중화 현상으로 인구밀도가 높고 국토가 좁은 나라에서 많은 인구를 효과적으로 수용할 수 있는 고층 공동주택의 건설은 지속적으로 증가 하고 있으며 특히 도시민의 생활수준 향상 및 거주공간에 대한 다양한 요구를 충족시키기 위하여 대형화 및 다양한 유형의 공동주택의 수는 더욱 증가할 것이다. 그러나 이러한 공동주택은 예측하기 어려운 다양한 유형의 화재잠재위험요소를 내재하고 있기 때문에 근본적으로 안전에 대한 취약성을 가지고 있고 할 수 있다. 이와 관련하여 본 연구에서 고층 공동주택의 화재 안정성 확보에 중요한 요소인 연기를 효과적으로 제어할 수 있는 대책을 마련하기 위한 기초 연구단계로서 국내 및 외국의 관련기준을 비교분석 하였다.

**핵심용어** : 제연, 배연, 고층 공동주택

## 1. 서 론

### 1.1 연구개요

늘어나는 도시민의 경제, 생활주거공간을 해결하기 위해 공동주택이 점차 초고층화 되어 겹에 따라 예측 불가능한 위험요소가 내제되는 경우가 많아지고 있다. 이러한 결과는 근본적으로 화재위험에 대한 취약성을 가지는 원인이 된다. 특히, 연기는 인명안전 측면에서 화염이나 화열보다 치명적인 위험요소이기 때문에 효과적으로 제어, 배출하는 위하여 설치하는 제연 시스템은 더욱 중요한 의미를 지닌다. 연기제어는 건축 구조적 인 대응과 설비적인 대책이 함께 조합을 이루지

야 실효를 기대할 수 있다. 따라서 제연시스템은 건축 계획 및 설계초기단계부터 종합적이고 공학적인 해석을 통한 고려가 있어야 한다. 연기의 확산은 피난 및 소화활동, 인명구조 활동에 치명적인 장애요인으로 작용하기 때문이다. 현재 이에 대한 국내의 연구가 아직도 전문가에 따라 많은 이견이 있어 체계적인 연구가 필요하다.

### 1.2 연구목적

소방안전대책에서 가장 중요하게 다루는 것은 인명 안전이다. 물론 소방의 기본 목적은 화재로부터 재산을 보호하는 것도 가지 포함하고 있다. 그렇지만 인명피해가 발생하고 재산을 안전하게 지킨들 무슨 의미가 있

\* 정회원, 경원전문대학 소방시스템과 교수(bsson@kwc.ac.kr)

겠는가? 따라서 인명에 치명적인 영향을 미치는 연기에 대한 제어 및 방어분야가 현재 화재공학에서 가장 중요하게 다루어지는 이유기도 하다. 본 논문에서는 건축법에서 규정하고 있는 배연설비 중 배연구와 소방법 및 관련 규정의 문제점을 파악하고 이에 대한 개선안을 제안하는 것을 목적으로 한다. 따라서 본 연구를 통해 방연 및 제연설비에서 나타나는 여러 문제점에 대하여 검토, 분석하고 그 개선방안을 제안함으로써 향후 설계 및 시공 등에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 고층 공동주택의 화재발생현황 및 특성

### 2.1 고층 공동주택의 화재 시 특성

고층 공동주택에서 화재가 발생하는 경우 소화 및 구조작업이 어려울 뿐 아니라 소방대원의 심리적인 위협의 증가로 인하여 원활한 소화활동에 제한이 따르게 되며, 피난의 어려움 또한 더욱 증가하게 된다. 고층주택화재의 특성은 거주공간의 크기, 거주자의 특성, 교육수준, 생활수준 등에 따라 화재위험요소도 각 세대별로 많은 차이가 있다. 또한 공동주택의 경우는 층수가 고층, 중층, 저층에 따라 다른 잠재화재위험을 가질 수 있다. 현대의 주거공간형태는 서민아파트의 경우는 구조가 단순하지만 고급 고층아파트의 경우는 구조가 매우 다양할 뿐 아니라 수납된 가전제품, 침구류, 수납물품, 커튼 등 단위면적당 화재하중의 증가로 인하여 화재위험성은 일반 서민 아파트보다 높다고 할 수 있다.

### 2.2 거주자 특성

단위 세대별 거주자는 열과 연기 등 다양한 화재연소물로부터 보호된, 복도, 계단 등의 피난경로를 통하여 피난하게 된다. 피난에 영향을 미치는 요소로는 1차

적으로 거주밀도(인/m<sup>2</sup>), 피난이동거리(m), 보행속도(m/sec), 피난출구 및 복도의 폭(m)과 수 등이며, 2차적으로 거주자의 특성, 화재하중(kg/m<sup>2</sup>), 화재감지 등을 중요한 요인으로 들 수 있다. 거주밀도에 대한 기존의 국내·외의 연구결과에 의하면 공동주택의 경우 타 용도의 건물에 비해 상대적으로 거주밀도가 낮은 편으로 나타났다. 1999년 서울 및 수도권내 731세대의 공동주택을 대상으로 거주밀도를 조사한 결과 국내 공동주택의 거주밀도는 침실 수에 1을 더하고 있는 일본의 기준과 큰 차이가 없는 것으로 세대 당 침실수가 적을수록 거주밀도가 높게 나타나고 있다. 화재 시 피난에 곤란한 자를 구분하면 신체적 정신적 대응능력이 상대적으로 취약한 10세 미만의 어린이·60세 이상의 노인·지체, 시각, 청각, 언어, 정신장애 등을 가진 장애자들을 들 수 있다.

### 2.3 국내 화재발생 현황

표 1은 국내에서 발생한 화재를 용도별로 나타낸 것으로 주택·아파트화재에서 가장 많은 화재가 발생 한 것을 알 수 있다. 최근 5년간 화재발생의 증가율이 둔화되는 현상을 보이고 있으나 주거 공간 및 차량, 방화에 의한 화재는 꾸준히 증가현상을 보이고 있는 것을 알 수 있다.

## 3. 피난자의 피난특성

### 3.1 연기의 유동

피난설계의 가장 중요한 요소로 작용하는 피난시간과 관련된 인자들을 보면 발화에서부터 화재의 인지까지의 시간  $t_p$ , 화재인지에서부터 피난행동 개시까지의 시간  $t_a$ , 그리고 비교적 안전한 장소로 이동하는데 걸리는 시간  $t_{rs}$ , 있으며 이들은 다음과 같은 관계를 가지게 된다.

$$t_p + t_a + t_{rs} < t_u \quad (1)$$

표 1. 10년간 용도별 화재발생순위

| 구분<br>연도 | 1위 |        | 2위 |       | 3위 |       | 4위  |       | 5위  |       |
|----------|----|--------|----|-------|----|-------|-----|-------|-----|-------|
|          | 원인 | 건수     | 원인 | 건수    | 원인 | 건수    | 원인  | 건수    | 원인  | 건수    |
| 2002     | 주택 | 8,877  | 차량 | 5,794 | 공장 | 3,539 | 음식점 | 2,010 | 점포  | 1,504 |
| 2001     | "  | 10,011 | "  | 5,973 | "  | 3,913 | "   | 2,212 | "   | 1,662 |
| 2000     | "  | 9,734  | "  | 5,871 | "  | 3,973 | "   | 1,990 | "   | 1,741 |
| '99      | "  | 9,936  | "  | 5,487 | "  | 3,657 | "   | 2,067 | "   | 1,734 |
| '98      | "  | 9,854  | "  | 5,377 | "  | 3,404 | "   | 2,023 | "   | 1,769 |
| '97      | "  | 8,021  | "  | 5,606 | "  | 3,663 | 점포  | 1,756 | 음식점 | 1,701 |
| '96      | "  | 7,893  | "  | 5,431 | "  | 3,478 | "   | 1,761 | "   | 1,715 |
| '95      | "  | 7,116  | "  | 4,485 | "  | 3,031 | "   | 1,365 | "   | 1,220 |
| '94      | "  | 6,197  | "  | 3,837 | "  | 3,444 | 음식점 | 1,293 | 점포  | 1,281 |
| '93      | "  | 5,456  | "  | 3,179 | "  | 2,948 | 점포  | 1,128 | 음식점 | 1,104 |

여기서  $t_u$ 는 발화시점에서부터 지탱할 수 없는 상황의 발생으로 건물의 붕괴, 독성물질의 치사농도 초과, 높은 연기농도로 피난경로 식별불가상황 등까지의 시간으로 식(3.1)을 만족하여야 피난은 성공적으로 이루어진다.

### 3.2 연기 발생량

화재의 발생여건이 매우 다양하고 가연성물질의 종류와 수분함유량 등에 따라 연기의 발생량이 크게 달라지기 때문에 발생량을 정확하게 계산할 수 있는 방법은 없다. 현재 피난허용기준을 고려할 때 가장 많이 사용하는 대표적인 경험식은 다음과 같다.

$$\dot{m} = 0.071 Q_b^{\frac{1}{3}} (z - z_0)^{\frac{5}{3}} \quad (2)$$

여기서,  $Q_b$ :대류 열전달(kW),  $Q_b = \frac{Q}{1.5}$  (kW)

$Q$ :총 열방출량(kW),  $z$ :연기 층까지의 높이  
 $z_0$ :열원까지의 수직거리

$$\dot{m} = 0.096 P \rho_0 Y^{3/2} (gT_0/T)^{1/2} \quad (3)$$

여기서,  $P$ : 화재 perimeter (m),  $g$ : 중력가속도

$\rho_0$ : 대기상태의 공기밀도(kg/m<sup>3</sup>),

$Y$ : 공간내부의 바닥~연기층 하부까지의 거리(m),

$T_0$ : 대기상태 공기질대온도(K),

$T$ : 연 기둥의 절대화염온도(K)

### 3.3 피난시간의 예측

건물에서의 피난시간을 예측하기 위해서는 화재가 발생한 경우 자동시스템 또는 화재 발생 징후를 최초로 인식한 거주자에 의하여 발화 감지까지 경과시간이 매우 중요한 요소로 작용한다. 또한 경보시간은 감지 이후 화재발생을 알리는 시간에 해당하는 것으로 만일 자동식 시스템에 의하여 최초 감지 시 바로 경보를 알리면 경보시간은 제로에 가까우나 단계별 감지시스템을 사용하거나 자동식 감지시스템이 없는 경우에는 수분이 경과될 수도 있다. 피난개시 이전의 시간은 개인별로 화재에 대한 인식시간과 이에 대한 반응시간의 두 가지 행태에 따라 다르게 작용하게 된다.

### 3.4 보행속도

Jin의 연구[10]에 따르면 보행속도는 연기농도에 비례하여 감소한다. 실제적인 보행속도는 연기에 노출되지 않은 보행속도에 임의의 비 자극성 연기의 광학밀도에 상관되는 분율을 곱하여 계산한다. 이 관계식은 가시거리가 감소하거나 보행방향의 혼돈, 출구 찾기의

영향 등으로 인한 보행속도의 저하는 고려하지 않는다.

$$\text{보행속도 분율} = -1.738 \times \text{OD}/m + 1.236$$

연기 광학밀도가 0.55를 초과하는 경우의 보행속도 분율은 최소 0.3m/s로 감소되지만 완전한 어둠 속에서도 움직이는 것은 가능하다. 그러나 상황에 따라 짙은 연기나 어둠 속에서 거주자가 전혀 움직이지 않을 경우도 있으며 피난출구에 이르는 길을 발견할 수 없을 수도 있다.

여러 건축재료 사용으로 인해 화재 시 자극성이 있는 다양한 연소생성물이 생성되어 연기와 함께 유동하게 된다. 따라서 광학밀도와는 별도로 자극성 연기가 보행속도에 미치는 영향을 정량적으로 평가할 수 있는 방법이 필요하다.

## 4. 배연 및 제연설비 기술기준

### 4.1 배연설비 기준

현행 연기제어에 대한 규정은 건축법규와 소방 관련법에서 규정되어 있다. 가장 문제가 되고 있는 특별피난계단 및 비상용 승강기의 승강장에 설치하는 제연설비에 대한 사항은 소방관련 법에서 규정하고 있다. 두 법규 체계 간에 동일한 설비 임에도 건축법에서는 배연설비로 소방법에서는 제연설비로 되어 있어 법규해석상 오해의 요소가 있고, 설계 및 인허가 과정에서 혼란이 발생할 가능성이 있다. 일본 건축기준법에는 일정규모이상의 건축물에 대해 안전한 대피로 확보를 목적으로 배연설비의 설치의무를 명시하고, 건축물의 용도와 규모 및 특성에 따라 적용대상을 자세히 분류하고 있으며, 용도·형태 등에 의하여 배연설비를 설치하지 않더라도 방화피난 상 특별한 지장이 없는 건축물을 고려하여 설치하지 아니할 수 있는 부분에 대한 조항이 있다.

### 4.2 특별피난계단의 기준

특별피난계단의 계단실과 옥내와는 발코니 또는 배연상 유효한 창 또는 배연설비를 갖추고 있는 부속실을 통하여 연결하지 않으면 안 되는 것으로 되어있다. 배연상 유효한 창에 대한 세부적인 기준은 「건고 제 1728호」에 정해져 있다. 또한 비상용 엘리베이터의 승강로비에는 특별피난 계단의 부실에는 배연조치가 강구된 것이 아니면 안 되는 것으로 되어있다. 대한주택공사 주택연구소의 연구에 의하면 발코니이나 창문의 개방상태에 따라 화재 온도상승시간의 차이가 있으나 일반적으로 화재발생 후 400~600초 후에는 외벽 발코니의 온도가 약 400~800℃에 도달하는 것으로 연구되었다.

### 4.3 외국의 배연 및 제연설비 기준

#### 1) 일본

일본의 경우 자연배연방식, 기계배연방식, 스모크타워방식 등 다양한 연기 배연방식을 채택할 수 있으며, 특별피난계단과 비상용승강기의 급기 및 배기기준에 관한 일본 건설성고시 제1833호, 제1835호로 제정된 내용을 요약하면 다음 표 2, 3, 4와 같다.

#### 2) 기타 방제선진국의 기준

##### 1) 캐나다(National Building Code of Canada)

- ① 계단, 승강기로 통하는 복도에 상시 개방된 개구부를 설치하여 외기로 개방하는 방식
- ② 계단이나 승강기승강장으로 외부로 개방된 창을 가진 전실을 통하여 연결하는 방식
- ③ 계단실이나 승강로를 가압하는 방식
- ④ 전실가압방식

표 2. 기계배연방식

| 구분          | 특별피난계단 부속실  | 비상용승강기 승강장부속실과 승강장 겸용 시 |
|-------------|---|-------------------------|
| 급기구의 개구면적   | 1㎡이상  | 1㎡이상 1.5㎡이하             |
| 급기풍도 단면적    | 2㎡이상  | 2㎡이상 3㎡이하               |
| 배연기         | 4㎡/sec이상  | 4㎡/sec이상 6㎡/sec이하       |
| 재질          | 배연구, 배연풍도, 급기구, 급기풍도, 그 외 연기와 접하는 배연설비부분은 불연재료로 한다.                             |                         |
| 배연구의 수동개방장치 | 수동으로 조작이 가능한 부분은 바닥으로부터 0.8m≤h≤1.5m 위치에 설치하고, 사용법을 표시한다. 배연구는 1.8m 높이 이상에 설치한다. |                         |
| 배연구의 높이     | 천장 높이의 상부 1/2이상에 설치   |                         |
| 급기구의 높이     | 바닥으로부터 벽의 하부(천장까지 높이의 1.2이하)상단의 높이를 기준  |                         |

표 3. 자연배연방식

| 구분         | 특별피난계단 부속실  | 비상용승강기 승강장부속실과 승강장 겸용 시 |
|------------|---|-------------------------|
| 창의면적 (유효면) | 2㎡이상  | 2㎡이상 3㎡이하               |
| 설치높이       | 천장 또는 벽의 상부, 천장높이의 1/2이상에 설치                        |                         |
| 조작         | 수동개방장치 바닥으로부터 0.8m≤h≤1.5m 위치에 설치하고, 보기 쉬운 곳에 사용법 표시 |                         |
| 재료         | 연기에 접하는 부분은 불연재료 함                                  |                         |

표 4. Smoke Tower방식

| 구분          | 특별피난계단 부속실   | 비상용승강기 승강장부속실과 승강장 겸용 시 |
|-------------|--|-------------------------|
| 급기구의 개구면적   | 1㎡이상   | 1㎡이상 1.5㎡이하             |
| 급기풍도의 단면적   | 2㎡이상   | 2㎡이상 3㎡이하               |
| 배연구의 개구면적   | 4㎡이상   | 4㎡이상 6㎡이하               |
| 배연풍도의 단면적   | 6㎡이상   | 6㎡이상 9㎡이하               |
| 재질          | 배연구, 배연풍도, 급기구, 기풍도, 그 외 연기와 접하는 배연 설비부분은 불연재료로 한다.                          |                         |
| 배연구 수동 개방장치 | 수동으로 조작이 가능한 부분은 바닥으로부터 0.8m≤h≤1.5m 위치에 설치하고, 사용법을 표시한다. 배연구는 1.8m 높이 이상에 설치 |                         |
| 배연구의 높이     | 천장 높이의 상부 1/2이상에 설치  |                         |
| 급기구의 높이     | 바닥부터 벽의 하부(천장까지 높이의 1.2이하)상단의 높이를 기준   |                         |

2) 호주(AS 1668.1)

① 피난층과 화재층, 화재직상층(3개층)의 출입문 개방.

② 방연풍속 1m/s, 출입문 개방 시 요구되는 힘 110N이하

③ 계단실상부에 압력방출그릴 설치(과압방지)

3) 미국, 영국

미국과 영국의 자연 및 기계배연방식을 비교하면 다음 표 5, 6와 같다.

## 5. 비교분석

우리나라의 방연 및 제연설비에 대한 관련기준은 충분한 연구와 실험에 의한 검증이 없이 일반적으로 외국기준을 도입하여 국내의 기준으로 전용하여 사용하고 있기 때문에 많은 문제점이 도출되고 있다. 이에 대한 국내 기준과 외국의 기준을 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

### 5.1 자연제연방식

화재 시 발생하는 온도차에 의한 부력을 이용하여 배연하는 방법으로 실 상부는 검은 연기층을 형성하게 되며, 실 하부에는 신선한 공기가 유입되고 순환이 이루어진다. 연기층은 화재가 발생한 후 수분이내에 방호 공간의 중간높이까지 채류하게 되고 유리 창문이 있는 쪽으로 유동하여 상층부로 확산하게 된다. 따라서 연기

는 누설되는 경로 즉, 외부에 면한 창의 상부뿐만 아니라 출입문 등을 통하여 복도나 계단실로 누출되며, 자연배연방식으로 효과적인 제연효과를 기대하기는 매우 어렵다. 따라서 연기를 배출할 목적으로 인정하고 있는 일반창문이 바닥으로부터 1m 이상에 위치할 경우 모두 배연창의 면적으로 인정하는 현행 법 규정은 피난 및 소화활동에 실효성을 기대하기가 어려운 실정으로 제검토가 필요하다.

### 5.2 기계제연방식

자연배연방식에 대한 기술기준에 있어서 국가별 기준이 유사하나, 기계제연설비에 있어서는 많은 차이가 있는 것으로 보아 선진국에서도 본 설비에 대한 충분한 대책을 마련하지 못한 것으로 판단된다. 이는 선진 국가에서도 다양한 양상으로 발생하는 화재에 대하여 모든 조건을 만족할 수 있는 제연설비를 구축하기란 어렵다는 것으로 이해할 있다. 우리나라의 경우는 50Pa을 유지하도록 하고 있으나, 미국의 경우에는 12.5Pa을 기본으로 하되 스프링클러가 설치되지 않은 곳에서는 25Pa 이상으로 하고 있다. 방연풍속은 대개의 국가가 출입문 개방시 1m/s 이상의 풍속을 요구한다. 출입문 개방에 필요한 힘은 대개 110~130N로 규정하고 있으며 NFPA 92A에서도 133N을 기준으로 한다.

표 5. 미국의 자연배연설비

| Code |                         | 방 식                       | 설 계 기 준                   |
|------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 미국   | NFPA 92A,<br>101(5-2.3) | 외기에 면한 개방<br>가능한 창이 있는 경우 | 부속실최소창 (배기구)<br>면적-1.5㎡이상 |
|      | UBC 906.5               | "                         | "                         |
|      | BOCA 1015.0             | "                         | "                         |

표 6. 미국, 영국의 기계제연

| 국가별 Code |                          | 설 비 방 식        |
|----------|--------------------------|----------------|
| 미국       | NFPA 92A,<br>101 (5-2.3) | 계단실과 부속실 동시 제연 |
|          |                          | 계단실제연          |
|          | UBC905,1009              | 계단실과 부속실 동시 제연 |
|          | BOCA 1015.0              | "              |
| 영국       | BS 5599<br>Part 4        | 계단실제연          |
|          |                          | 계단실제연          |
|          |                          | 계단실과 부속실 동시 제연 |
|          |                          | 부속실·복도 제연      |

## 6. 결 론

- 1) 현행 보행거리 완화규정은 각 소방대상물의 특성 및 다양한 화재변수를 고려하지 않고 획일화 된 규정으로 공동주택의 경우 타 건축물에 비하여 피난안전성능 확보 상태가 근본적으로 미약하므로 불합리하다.
- 2) 피난경로를 연기나 화염으로부터 확산을 최소화 하기 위한 방안으로 주거 전용 스프링클러설비의 설치가 필요하다.
- 3) 건축법의 배연설비와 소방법의 제연설비는 연기를 제어하여 피난을 돕는다는 측면에서 동일한 설비라 할 수 있다. 양법간의 혼선이 발생하지 않도록 보완이 필요하며, 기술기준의 제정 시 실질적인 관리 감독권한이 있는 부처에서 운영 및 시행할 수 있도록 개선할 필요가 있다.
- 4) 갓복도형에 관한 명확한 규정의 부재로 특별피난계단 또는 피난계단의적용상의 혼선문제가 발생하므로 건축법규상 계단실형, 갓복도에 관한 명확한 규정이 마련되어야 한다.
- 5) 건축시공 및 설계과정에서의 정밀성 확보와 과압 방지용댐퍼의 사용 등이 적극 검토 되어야 한다.

## 참 고 문 헌

E. G. Butcher, A. C. Parnell, Smoke Control in Fire Safety Design, 1979  
 George T.Tamure, Smoke Movement & Control in High-rise Buildings, 1994  
 NFPA 92A, Recommended Practice for Somke, Control Systems, 2000  
 NFPA, SFPE Handbook of Fire Protection Engi-

neering, 1995

Fire safety engineering Part 8: Life Safety Occupant behaviour, location and condition ISO/TR13387-8 (1999) International Organisation for Standardisation, Geneva.  
 Purser, D.A. Toxicity assessment of combustion products. (1995), In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, P.J.DiNenno Ed. National Fire Protection Association, Quincy, MA. USA Chapter 8. Section 2 pp. 85-146.  
 Purser, D.A. Human tenability. Proceedings of Technical basis for performance-based fire regulations. Engineering Foundation Conference  
 김운형, 윤명오, E. R. Galea, EXODUS 피난모델의 검토, 한국화재소방학회 춘계학술발표회, (2000,4)  
 김운형, 이용재, 윤명오, W. E. Koffel, 미국의 피난규정, 한국화재소방학회 추계학술논문 발표회, (2000,11)  
 이수혁 : 피난거동에 따른 피난시간 예측에 관한 연구, 경기대학교 산업정보대학원 석사 논문. (2001. 12)  
 화재보험협회 : 건축방재계획 지침(1997. 11. 5)  
 M. DAVID. EGAN : 건축화재 안전설계(1999. 2. 25)  
 행정자치부 고시 : 특수장소에 부설된 특별피난계단 및 비상용 승강기의 승강장의 제연설비 설치에 관한 기준 제 1997-51호(1997. 7. 9)  
 한국화재.소방학회 제14권 제1호(2000)  
 화재통계연보, 행정자치부

◎ 논문접수일 : 2004년 8월 25일

◎ 심사의뢰일 : 2004년 8월 27일

◎ 심사완료일 : 2004년 9월 22일