재실자 피난안전을 고려한 지하대공간 제연용량 산정에 관한 연구

A Study for Estimation of Ventilation Capacity of Large Enclosure Considering Evacuation

안찬솔*

Ahn, Chan Sol

Abstract

In this study, we reviewed the performance of smoke control system by national fire safety code to secure evacuation time of occupants in case of a fire in large enclosure structures. Towards this end, we performed numerical analysis modeling of the existing large underground shopping mall and investigated types of business and combustibles loaded inside the stores situated at the shopping mall to fulfill the same configuration requirements with actual fire load conditions. To compare effects of smoke control system by national fire safety code, we created 11 smoke control scenarios of large enclosure shopping malls according to the ventilation capacity and conducted numerical analysis of evacuation behavior of occupants and the spread of fire against each scenario. In addition, to compare the results of the numerical analysis, we analyzed total heat release amount, flash-over occurrence time, residual amount of soot indoors and the number of evacuation failures and the dead, thereby deducing the optimal ventilation capacity.

Key words : Ventilation, Large enclosure, Fire load, Evacuation

요 지

본 연구를 통해 대공간 건축물에서 화재가 발생하였을 때 국내 화재안전기준에 의한 제연설비가 재실자의 피난시간을 충분히 확보해 주고 있는지 검토하였다. 이를 위해 실존하는 대형 지하 쇼핑몰을 수치해석 모델링하였고 실제의 화재하중 조건과 동일하게 구성하기 위하여 쇼핑몰에 입주한 각 상점의 업종 및 내부에 적재된 가연물을 조사하였다. 조사된 실제의 가연물을 분석하여 업종별 표준화재하중을 산출하였다. 국내 화재안전기준에 의한 제연설비의 효과를 비교하기 위하여 제연용량에 따른 대공간 쇼핑몰의 11개 제연 시나리오를 작성하였으며 각 시나리오에 대한 화재확산과 재실자의 피난행동을 수치해석하였다. 수치해석의 결과를 비교하기 위해 총 열방출량, Flash-over 발생시간, 실내에 잔류하는 soot의 양, 피난실패 및 사망자 수를 분석하여 최적의 제연용량을 도출하였다.

핵심용어 : 환기, 대공간, 화재하중, 피난

1. 서 론

최근의 지하공간의 활용이 활발해짐에 따라 지하근린생활 시설 및 지하 대공간 아트리움과 같은 신공법의 건축물이 증가하면서 이에 대한 화재 및 연기에 의한 위험성이 크게 강조되고 있으며 이에 따라 제연설비의 충분한 성능확보가 중요한 사항으로 언급되고 있다(김홍열 등, 2008). 이것은 이러한 건축물이 기존의 일반 건축물과 달리 밀폐성이 높고 외부 공기와 내부공기의 교류가 원활하지 못하며 대공간 특성에 의한 열 및 연기의 전파가 빠르다는 특징(배상환, 2007)이 있기 때문에 이러한 공간에서 화재가 발생하였을 경우 화염 및 연기에 의한 재실자의 피해가 일반 건축물과는 달리 심각

한 양상으로 나타날 수 있기 때문이다. 특히 제연설비의 성능기준을 제시하고 있는 국가 화재안전기준(NFSC, 2012)에서는 지하공간에 대한 별도의 기준을 제시하고 있지 않기 때문에 성능설계가 적용된 최근의 지하 건축물을 제외한 과거에 지어진 대부분 지하 대공간 건축물의 경우 사양적 설계기준에 의해 일반건축물의 제연설비 기준을 적용하고 있는 실정이다. 이러한 지하 대공간 건축물에 대해 기존의 화재안전기준에 의한 제연설비의 문제점(박외철, 2003) 및 재실자가 안전하게 피난할 수 있는 시간을 확보하고 있는지 검토(안찬솔 외, 2008)된 바가 있다.

본 연구에서는 사양적 설계기준에 의한 제연설비 성능기준을 따르고 있는 지하 대공간의 쇼핑몰 건축물을 대상으로 쇼

*정회원 · 한국건설기술연구원 화재안전연구센터(E-mail : chansole@kict.re.kr)

평물 전체에 적재된 가연물을 조사하고 이에 대한 실제 화재 하중을 예측하여 화재가 발생하였을 경우 화염 및 연기의 확산을 예측하였고, 이에 따른 재실자의 피난 성공률을 높이기 위한 제연설비의 성능기준을 연구하였다.

본 연구에 앞서 선행연구(김홍열 등, 2008)를 통해 현장조사를 선행하여 대상 건축물의 전체 구조 및 입주한 상점들의 위치, 업종, 면적, 천정 높이를 조사하였고 대공간 내부를 구성하는 고정가연물 및 유동가연물의 종류를 조사하였다. 대공간 전체의 발열량을 산출하기 위해 고정가연물인 사무용품, 진열장, 내부 장식품과 유동가연물인 판매상품의 종류, 수량, 중량, 원자재 종류를 조사하였다. 그리고 원자재의 단위중량당 발열량을 이용하여 현장조사에서 수집된 각 상가별 총발열량을 추정하였다.

본 연구에서는 선행연구를 통해 표준화된 상점의 표준 화재하중을 지하 쇼핑센터에 적용하여 지하 대공간 건축물의 화재모델을 완성하였으며 국내 화재안전기준에 제시된 제연용량을 적용하여 화재 및 피난 수치해석을 수행하였다.

건축물 화재에서 강제배기 방식에 의한 제연은 화재연기를 신속하게 제거할 수 있다는 장점이 있으나 외부의 신선한 공기가 화재공간으로 대량 공급되어 화재를 급속히 확장시키는 원인이 되기도 한다. 따라서 급속한 화재의 확산을 억제하면서 재실자가 안전하게 대피할 수 있도록 화재연기의 배출을 최대화 하는 제연용량을 찾아내는 것이 중요하다. 본 연구에서 적절한 제연설비의 용량을 산출하기 위해 몇 가지의 제연 시나리오를 설정하여 수치해석 하였으며 결과의 적정성을 판단하기 위해 재실자의 안전한 피난시간 및 사망자 수를 기준으로 각 시나리오를 비교하였다.

2. 연구방법

2.1 대공간 선정과 가연물 조사

대공간 화재 수치해석을 위한 실제의 건축물은 Fig. 1과 같이 서울에 위치한 한 대형 지하쇼핑센터를 선정하였다. 건축물의 전체적인 외형은 가로, 세로, 높이가 각각 107.8×35.8×2.7m이며, 3,141m²의 면적에 64개의 상점이 입주하고 있다. 출구는 총 6개로 가로 방향의 벽면에 3개씩 위치하고 있다.

64개 상점 중 의류상점이 13개점, 안경점이 18개점, 가방상점이 8개점, 귀금속점이 5개점, 신발상점이 5개점, 기타 15개점으로 구성되어 있으며 업종별로 1~3개 상점을 선출하여 총 15개의 표본을 확보한 후 이들 점포의 내부에 적재된 가연물

Fig. 1. Large underground shopping mall

을 선행연구의 자료로부터 추출하였고 그 결과 총 953 가지의 가연물 리스트를 작성하였다.

2.2 원자재의 중량당 발열량 추정

조사된 953 가지의 가연물에 대하여 주요 구성 원자재를 분석하였고 원자재의 가공 상태에 따라 총 49종의 원자재로 분류하였다. 원자재 별로 목재류 8종, 종이류 3종, 섬유류 9종, 합성수지류 12종, 무기질류 13종, 복합재료 4종으로 구분한 다음, 선행연구에서 ISO 5660-1(2002) 실험방법에 의해 측정된 원자재의 발열량 값을 참조하여 필요한 원자재의 단위중량당 발열량을 추정하였다.

2.3 가연물의 총 발열량 추정

조사된 953가지 가연물에 대해 각각의 고유 발열량을 추정하기 위하여 원자재 발열량 측정값을 이용하였다. 가연물의 주 원자재에 해당하는 발열량에 총 중량을 곱하여 해당가연물의 고유 발열량을 추정하였다. Table 1은 가연물의 추정된 발열량 데이터의 일부를 보여주고 있다.

2.4 업종별 화재하중 추정

대공간 쇼핑물에 입주한 64개 상점을 6개 업종으로 분류하고 업종 내에서 무작위로 1~3개의 점포를 선택하여 총 15개의 표본점포를 선정하였다. 각 점포를 대상으로 점포 내에 적재되어있는 가구, 상품과 같은 유동가연물의 재질, 크기, 무게, 개수를 조사하였고, 내부마감재, 장판 벽지와 같은 고정가연물의 재질, 면적, 두께를 조사하였다. 각 점포에서 조사된 고정가연물과 유동가연물은 Table 1에서 제시된 값에 따라 해당되는 각각의 가연물 발열량을 찾아 합산하였으며 이렇게 합산된 값을 점포의 발열량 및 점포가 속한 업종의 평균 화재하중으로 결정하였다. 이러한 방법으로 각 점포의 가연물 발열량을 계산하여 업종별 평균 화재하중을 추정하였으며 Table 2과 같이 정리하였다. 의류상점은 699.3 kg/m², 안경점은 18.5 kg/m², 가방상점은 399.7 kg/m², 귀금속상점은 9.8 kg/m², 신발상점은 100.4 kg/m², 서점은 333.9 kg/m², 핸드폰상점은 89.6 kg/m² 등으로 추정하였다. 추정된 업종별 화재하중을 대공간 쇼핑물에 입점한 64개 상점과 동일한 위치에 배치하였을 때 산출된 대공간 전체 화재하중은 2,727GJ 이 되었다.

2.5 제연설비 성능기준

현재 국내 화재안전기준에는 지하 건축물에 대한 제연설비의 기준이 별도로 제시되어있지 않고 있기 때문에 대부분의 지하 쇼핑물의 경우 일반 건축물의 제연설비 기준을 따르고 있다. 따라서 본 연구에서도 일반 건축물의 제연설비 성능기준에 따라 배출성능과 공기유입성능을 결정하였다. 공기유입 방식은 자연유입방식을 선택하였고 공기배출 방식은 강제배출방식으로 하였다. 소방법에 의한 제연설비기준에 따라 방화구역을 2개 구역으로 나눈 후 시간당 100,000 m³의 실내 공기를 강제배출 하도록 설정하였다.

Table 1. Thermal characteristics of combustibles

종류	재질	가연물의 중량(kg)	단위발열량 (kW/kg)	가연물발열량 (kcal)
3단책장	나무	15	5.03	75.44
1회용용기	플라스틱	0.5	11.42	5.71
3인용쇼파	가죽+나무	68.8	5.03	360.05
4단 선반	나무	51	5.03	256.50
가방	가죽	45	5.44	244.67
각목	나무	25	5.03	125.74
각휴지	종이	0.5	4.62	2.31
간이의자	플라스틱	5	11.42	57.09
거울	유리+나무	9.7	5.03	9.76
게임기	플라스틱	4.32	11.42	49.33
계산기	플라스틱	0.28	7.61	2.13
공기청정기	플라스틱	7.8	5.17	20.14
그릇	플라스틱	4.2	7.61	31.97
꽃사지박스	종이	750	4.62	3466.22
나무판	나무	16	5.03	80.47
남성구두	가죽	120	5.44	652.47
냉장고	플라스틱	12	5.17	43.39
라디오	플라스틱	3.4	5.17	8.78
마네킹	플라스틱	36	11.42	411.05
모니터	플라스틱	14.3	5.17	36.93
바구니	직물	23.4	8.16	190.85
박스	종이	3	4.62	13.86
발	직물	90	8.16	734.02
발받침대	나무	11.42	5.03	57.44
서랍장	나무	30.7	5.14	157.91
선풍기	플라스틱	3.3	5.17	11.93
손가방	가죽	2	5.44	10.87
손거울	혼합	0.367	11.42	2.10
수납장	나무	188.4	5.03	947.54
스탠드	플라스틱	2.4	7.61	18.27
시계	혼합	9	7.51	67.57
신발	가죽	0.87	5.44	4.73
쓰레기통	플라스틱	0.9	11.42	10.28
아크릴판	아크릴	17.1	7.34	125.52
액자	나무	3.6	5.03	1.81
에어컨	플라스틱	35	5.17	126.55
우산꽃이 ⋮	플라스틱 ⋮	7.2 ⋮	11.42 ⋮	82.21 ⋮

2.6 화재 시나리오 산출

대공간 쇼퍼몰의 강제배기에 의한 화재현상과 이로 인한 재실자의 피난행동의 상호 영향성을 관찰하기 위하여 11개의 제연 시나리오를 만들었다.

재실자의 피난시간을 산출하기 위하여 피난해석 프로그램인 FDS+Evac(VTT, 2010)을 사용하여 계산하였다. 11개의 제연시나리오 모두 동일하게 NFPA 101(2012)에 따른 수용 인원 계수 2.8(m²/인)를 환산하여, 0.35(인/m²)를 재실자 밀도로 설정하였고 1,140명의 재실자를 무작위로 분산하여 배

Table 2. Fire loads of stores

업 종	총발열량 (kW)	면 적 (m ²)	화재하중 (kg/m ²)
의류상점	40984.74	11.2	699.3
가방상점	14639.38	7	399.7
서점	4403.40	2.52	333.9
신발상점	7193.18	13.6	100.4
핸드폰상점	2930.02	6.2	89.6
바구니, 소품점	1973.50	6	62.8
액자	3406.76	12	54.2
커튼,방석	2412.40	12	38.4
음식점	1864.12	14.7	24.2
전자매장	1111.80	10	21.1
화장품매장	1422.66	13.6	19.9
안경점	1243.74	12.8	18.5
귀금속	1072.71	20.4	10
가구점	2836.55	55	9.8
꽃	536.17	12	8.5
아이스크림,커피	3721.38	144	4.9
리본전문점	293.74	12	4.7
구슬공예	141.68	7.5	3.6
수영복가게	16849.40	5103	0.6
오락실	224.91	76.8	0.5

치하였으며 피난개시시간은 BS에서 발표한 DD240-1(1997)에 따라 계산하였다.

강제배기 방식에 의한 제연용량별 시나리오는 국내 화재안전기준에서 제시한 10,000 m³/hr를 기준으로 0 m³/hr에서 20,000 m³/hr까지 2,000 m³/hr씩 증가 또는 감소한 값으로 제연하도록 설정하여 총 11개의 제연용량별 시나리오를 도출하였다.

초기 발화는 11개의 시나리오가 모두 동일하게 쇼퍼몰 중앙에 위치한 의류성점에서 발생한 것으로 하였다. 연소 확대는 의류상점에 진열된 가연물질이 700 kW의 발화원에 300초간 노출되어 자연발화한 것으로 설정하였다.

2.7 시나리오 수치해석

수치해석은 제연설비를 가동하지 않은 한가지 경우와 제연설비를 가동한 10가지 경우에 대하여 해석하였으며 제연용량을 제외한 모든 조건은 동일하게 설정하였다.

11가지 제연 시나리오의 수치해석을 수행하기 위하여 Fire Dynamics Simulator(NIST, 2010)를 사용하였다. FDS는 미국 NIST의 BFRL그룹에서 개발한 화재해석용 3차원 Field Model 소프트웨어이다.

유체역학적 관성모델로 저속의 Navier-Stoks 방정식을 사용하였고 난류해석을 위하여 Large Eddy simulation(LES)을 사용하였으며, 연소현상 해석을 위해 혼합분율 연소모델을 사용하였다. 또한 화재의 주요 열전달 현상인 복사 열전달을 해석하기 위하여 비분산 회색가스 복사전달 모델을 사용하였다.

Fig. 2. Fire simulation of shopping center

대공간에 배치된 재실자의 피난 행동을 분석하기 위해 FDS+Evac을 사용하였다. 피난행동분석에 필요한 모든 상수는 기본값을 사용하였다.

대공간을 모델링 하기 위해 1078×358×27개의 rectangle grid로 구성된 multi-block 격자를 사용하였다. 각 화재시나리오에 대해 600초간의 화재현상 및 재실자의 피난행동을 해석하였고 하나의 시나리오를 해석하기 위해 32개의 processor를 사용하여 약 36시간동안 병렬 연산하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 총 발열량의 변화

국내 화재안전기준에 의한 기준 제연용량을 배출하였을 때 22,577 MJ이 발생하였고, 제연을 하지 않았을 경우 15,000 MJ까지 감소하였다. 제연용량을 점차 증가시켜 2배까지 증가시켰을 경우 27,000 MJ까지 증가하여 제연용량이 증가함에 따라 총 발열량도 증가하는 경향을 보였다. 이러한 현상은 강제배기의 제연방식에서 볼 수 있는 가장 큰 단점으로, 제연용량이 증가함에 따라 외부로부터 신선한 공기의 공급량도 증가하여 화재확산을 가속 시키기 때문이다.

Fig. 3. Comparison of total heat release

3.2 Flash-over 현상의 변화

국내 화재안전기준에 의해 제연하였을 경우 flash-over는

초기발화 후 104초에서 발생하였으며, 제연을 하지 않았을 경우 외부의 신선한 공기의 공급이 지연되어 초기발화 후 151초에서 발생하였다. 제연용량이 증가함에 따라 Flash-over가 발생하는 시간이 점차 늦어지다가 제연용량 80,000 m³/hr의 시나리오에서 152초를 기점으로 다시 빨라지는 양상을 보였다. Flash-over 현상이 발생하는 시간이 늦어질수록 재실자의 피난시간이 길어지기 때문에 제연용량이 적을수록 좋을 것 같이 보일 수 있으나, 제연용량이 적어질수록 실내공간에 축적되는 연소가스의 양이 많아지므로 오히려 재실자의 피난 행동에 악영향을 미칠 수 있음을 상기해야 한다.

Fig. 4. Comparison of flash-over time

3.3 실내 Soot 잔류량의 변화

대공간 실내에 축적된 연소가스의 양을 추정하기 위하여 화재로 인해 실내에 축적된 soot의 양을 산출하였다.

국내 화재안전기준에서 제시한 제연을 했을 경우 28 kg의 soot이 실내에 잔류하는 것으로 분석되었고, 제연을 하지 않았을 경우 30 kg으로 증가하였다. 제연용량이 증가함에 따라 soot 잔류량도 점차 감소하여 200,000 m³/hr을 제연할 경우 24 kg까지 감소하였다. 그러나 결과에서 볼 수 있듯이 기준 제연용량보다 적은 양을 제연했을 경우 실내의 soot 잔류량이 증가하였으며 일부 시나리오의 경우 제연을 하지 않았을 경우보다 더 많은 soot이 잔류되고 있음을 보여주고 있다.

Fig. 5. Comparison of yielding soot mass

3.4 피난 실패 및 사망자의 변화

11개의 제연 시나리오 중에서 모든 재실자가 피난 실패 없이 모두 대피에 성공한 경우는 없었으며 유독가스의 과다 흡입에 의한 사망자가 다수 발생하였으나 정도에 따라 제연용량이 60,000 m³/hr 보다 큰 경우 피난 성공률이 높은 것으로

Fig. 6. Comparison of evacuation time

Fig. 7. Comparison of failing evacuation

Fig. 8. Comparison of people dead

분석되었다 이 결과로 국내 화재안전기준에 의한 제연용량을 선택할 경우에도 피난실패와 사망자가 발생할 수 있음을 예측할 수 있다.

Fig. 6는 각 시나리오에서 마지막 피난성공자의 탈출시간을 비교한 표이다. 제연용량이 100,000 m³/hr에서 멀어질수록 마지막 피난성공자의 탈출시간이 증가하였다. Figs. 7, 8의 결과와 연계하여 분석해 보면 제연용량이 100,000 m³/hr보다 적어질수록 화재 연소가스에 의해 재실자의 피난행동이 느려짐으로 인해 피난성공자의 탈출시간이 증가하고, 제연용량이 100,000 m³/hr보다 많아지면 피난 성공자의 수가 많아지기 때문에 마지막 피난성공자의 탈출시간이 길어지는 것으로 분석된다.

제연용량을 화재안전기준의 약 1.5배로 했을 경우 화재에서 발생한 연기가 대량으로 배출되기 때문에 피난인의 가시거리 확보와 피난행동에 긍정적인 효과를 얻을 수 있는 것으로 보여진다. 그러나 외부로부터 대량의 공기가 유입됨으로써 화

재가 빠른 시간 안에 flash-over에 도달하게 되고 화재 확산이 급속히 일어나는 현상을 수반할 수 있음을 신중히 고려해야 한다.

제연용량을 60,000 m³/hr로 낮출 경우 실내에 잔류하는 soot의 양은 기준 제연용량일 경우보다 3정도 증가하지만 flash-over의 발생 시간이 36초정도 늦어지면서 총 열방출량도 2,000 MJ이상 감소하게 된다. 이로 인해 재실자의 피난시간을 최대한 확보하면서 화재로 인한 연기의 실내 축적은 최소로 억제할 수 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

대공간 건축물에서 화재가 발생하였을 때 국내 화재안전기준에 의한 제연설비가 재실자의 피난시간을 충분히 확보해주고 있는지 검토하였다.

이를 위해 실존하는 대형 지하 쇼핑몰을 수치해석 모델링하였고 실제의 화재하중 조건과 동일하게 구성하기 위하여 쇼핑몰에 입주한 각 상점의 업종 및 내부에 적재된 가연물을 조사하였다.

조사된 실제의 가연물에 연소실험에 의해 측정된 원자재의 발열량을 적용하여 업종별 표준화재하중을 산출하였다.

국내 화재안전기준의 의한 제연설비의 효과를 비교하기 위하여 제연용량에 따른 대공간 쇼핑몰의 11개 제연 시나리오를 작성하였으며 각 시나리오에 대한 화재확산과 재실자의 피난행동을 수치해석하였다.

수치해석의 결과를 비교하기 위해 총 열방출량, Flash-over 발생시간, 실내에 잔류하는 soot의 양, 피난실패 및 사망자수를 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 본 연구의 대상인 대공간 쇼핑몰의 경우 현장에 과도하게 적재된 가연물로 인해 화재안전기준에 의해 설계된 제연설비가 적절하게 작용하지 못하였으며, 이로 인해 재실자의 안전한 피난시간을 확보하기에 부적합한 것으로 분석되었다.
- 2) 제연용량을 국내 화재안전 기준보다 낮추는 것은 화재실의 flash-over현상을 억제하는 효과는 있으나 화재연기가 실내에 축적되어 재실자의 피난조건을 악화시킬 수 있다.
- 3) 제연용량을 국내 화재안전 기준보다 증가시킬 경우 화재연기가 신속히 제거되어 재실자의 피난조건을 향상시킬 수 있으나 이로 인해 화재확산이 급격히 진행되어 재실자의 피난에 위험요인으로 작용할 수 있으며 설비에 대한 투자비용도 비례하여 증가할 수 있음을 고려해야 한다.
- 4) 본 연구에서 선정한 대공간 쇼핑몰의 최적 제연용량은 60,000 m³/hr로써, Flash-over의 발생시간이 최대한 지연되고 화재연기의 실내 잔류량이 최소화 되는 가장 효율적인 운전점으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부에서 지원하고 한국건설기술연구원이

주요사업으로 수행한 “(12주요)성능기반 화재안전 선진화 연구”과제의 일환으로 연구수행 되었습니다.

참고문헌

- 김홍열, 신현준, 유용호, 조남욱, 안찬술, 이봉재, 권인규 (2008) **지하공간 환경개선 및 방재기술개발(1세세부과제)**, 한국건설교통기술평가원, 연구보고서, pp. 14-75.
- 박외철 (2003) 대구 지하철역 제연의 문제점과 대책, 한국화재소방학회, **한국화재소방학회 논문지**, 제17권, 제4호, pp. 98-104.
- 배상환 (2007) 건축물 지하생활공간의 제연성능 영향인자 및 개선 방안, 한국화재소방학회, **춘계학술발표대회 논문집**, 제15권, pp. 73-78.
- 안찬술, 김홍열, 유용호, 전규엽 (2008) 지하공간에 대한 제연설

- 비 성능기준의 적정성 고찰, 대한설비공학회, **동계학술발표대회 논문집**, 제11권, pp. 103-106.
- NFSC (2012) 501, 제연설비의 화재안전기준.
- ISO (2002) 5660-1, Reaction to fire tests-Heat release, smoke production and mass loss rate-Part 1:Heat release rate(cone calorimeter method).
- NFPA (2012) 101, Life Safety Code.
- BS (1997) DD 240-1, Fire safety engineering in buildings. Guide to the application of fire safety engineering principles.
- NIST (2010) FDS(Fire Dynamics Simulator) User's Guide
- VTT (2010) Fire Dynamics Simulator with Evacuation Technical Reference and User's Guide.

- ◎ 논문접수일 : 2012년 08월 28일
- ◎ 심사의뢰일 : 2012년 08월 30일
- ◎ 심사완료일 : 2012년 09월 10일