

방화문 성능기준 및 품질관리 방안

스마트/에코팀
최기원 대리, 황우진 차장



1 서론

최근 건물의 화재에 따른 인명, 재산상 피해가 증대되고 있어 정부적, 국민적으로 화재의 확산 방지와 재실자의 안전에 관심을 가지고 있다. 2010년 부산 고층 아파트 화재 등을 기점으로 아파트의 화재 위험성을 인지, 그 후 각종 법규 개정과 강화를 통해 건축물의 화재안전 확보와 국민 안전 증진이 이루어지고 있다.

한국감정원에 따르면 국내 공동주택은 2018년 기준 전국에 약 960만여 세대가 있다. 공동주택은 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사를 포함하며 국민의 대부분이 공동주택에 거주하고 있다. 공동주택은 건축물의 벽, 복도, 설비 등을 공동으로 사용하게 되므로 단순화재로도 큰 재산 피해와 인명피해를 유발할 수 있고, 이를 방지하기 위해 스프링클러, 방화문, 하향식 피난구 등을 적용하고 있다.

특히, 공동주택에서 방화문은 화재로부터 재실자를 보호하고 피난 또는 대피로를 확보하게 해주는 중요한 역할을 담당하고 있는데, 여러 이유로 방화문 하자분쟁은 지속적으로 제기되고 있으며, 언론보도를 통해 방화문 성능에 대한 불신 확산 등 문제가 발생되었다.

이에, 당사는 방화문 업체 검토 및 제작 검수 등을 통해 품질을 관리, 입주자에게 신뢰를 주고자 하였고, 2015년 본지에 기고된 글 ‘방화문 품질관리 프로세스’처럼 방화문의 제작, 공인시험, 납품 및 현장설치 등에 대한 전반적인 검토를 실시하고 있다. 입주자의 눈높이 상승, 강화된 법규에 따른 방화문 기준 향상과 맞물려 방화문 성적을 엄격히 관리하기 위하여 많은 고심을 하고 있으며, 본고에서는 당사가 방화문에 대해 관리 및 적용하는 기준과 강화된 법규, 입주자를 고려한 방화문 품질관리 프로세스에 대해서 소개한다.

[표 1] 주요 국가별 방화문 화재성능 평가방법

규격 항목	한국 KS F 2268-1	미국 ASTM E 119 NFPA 252	캐나다 CAN-S104-M	영국 BS476 Part22	호주 AS 1530	ISO 3008
평가 항목	차염/차열/차연	내화/방화	내화/방화	차염/차열/차연 성능 변형 및 복사열은 참조 사항	차염/차열 복사열	차염/차연
차염 성능	<ul style="list-style-type: none"> 이면화염발생 (10초 이내) 균열개이지(6mm, 150mm 이동 / 25mm 관통) 	<ul style="list-style-type: none"> ASTM E 119 이면화염발생 NFPA 252 이면 화염 발생, 시험체 벌어짐, 균열 폭 제한(종류별) 주수시험 시 시험체 관통 여부(ASTM, NFPA 공통) 	<ul style="list-style-type: none"> 이면화염발생, 시험체 벌어짐, 균열 폭 제한(종류별) 주수시험 시 시험체 관통 여부 	<ul style="list-style-type: none"> 차열 및 비차열 방화문/방화셔터 이면화염발생 (10초 이내) 균열개이지 적용(6mm, 150mm) 	<ul style="list-style-type: none"> 균열크기 제한 (6mm×150mm 이내) 이면화염 발생(10초 이내) 검침 범위 제한(미닫이문) 35~75mm 결석 및 자동 잠금장치 폐쇄 	<ul style="list-style-type: none"> 면패드, 착화 여부 이면화염발생 (10초 이내) 균열개이지 적용 (6mm, 150mm)
차열 성능	<ul style="list-style-type: none"> 이면 평균상승온도 140°C 이하 이면 최고 상승온도 (문짝 180°C / 문틀 360°C 이하) 	<ul style="list-style-type: none"> ASTM E 119(이면 평균상승 온도 141°C 이하 이면 최고상승온도 181°C 이하) NFPA 252 시험 후 30분 이내 이면상승온도로 평가. 121°C, 250°C, 343 등급 구분 	<ul style="list-style-type: none"> 이면 평균상승온도 141°C 이하 이면 최고상승온도 181°C 이하 	<ul style="list-style-type: none"> 차열 방화문/방화셔터 이면 평균상승온도 140°C 이하 이면 최고상승온도 180°C 이하 주위 지지구조 제외 	<ul style="list-style-type: none"> 시험 후 30분 이내 평가 방화문 이면 평균상승온도 140°C 이하 방화문/지지구조 이면 최고상승온도 180°C 이하 	<ul style="list-style-type: none"> 이면 평균상승온도 (문짝, 셔터 본체, 문내 유리창, 상부/측면 패널) 140°C 이하 이면 최고상승온도 (평균온도 측정부위 및 문틀 포함 180°C 이하
차연 성능	25Pa에서 공기누설량 0.9m³/min·m²	-	-	BS 476. 31 25Pa에서 공기누설량 3m³/min·m²	-	-

2 방화문 성능기준

2.1 법적 성능기준

「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제26조의 규정 및 기준에서 정하는 성능을 확보하여야 방화문으로 인정되며 KS F 3109(문 세트)에 따른 비틀림 강도, 연직 하중강도, 개폐력, 개폐반복성 및 내충격성능 이외에 화재에 대응할 수 있는 추가의 성능이 요구된다. 방화문의 성능은 화재 시 화재로부터 불꽃과 화염을 막아주는 차열성능, 연기와 가스를 막아주는 차연성능, 열기를 막아주는 차열성능이 있다. [표 1]은 주요 국가의 방화문 화재성능 평가 방법을 정리하였으며, 차열, 차열 성능을 대부분의 국가에서 요구하고 있고, 차연 성능은 영국과 한국에서 요구하고 있다. 표와 같이 각 국가별 차열성능 및 차열성능은 ISO 3008 기준을 기반으로 제정되었기 때문에 큰 차이는 없다.

국내 공동주택에 적용되는 방화문은 화재로부터 안전을 지켜줌과 동시에, 에너지 절약 성능도 필요로 된다. 공동주택 특성 상 방화문은 외기와 직간접으로 면하는 부위에 설치되기 때문에 열손실이 일어나며 철제로 제작되는 특성 상 벽체나 창호에 비해 결로 위험도가 높다. 따라서 공동주택에 적용되는 방화문은 방화성능과 함께 단열성능

과 결로방지 성능이 요구되기에 다른 나라의 방화문 규정에 비해 엄격하다고 볼 수 있다. [표 2]는 국내 공동주택 방화문의 성능기준을 보여주는데, 이중 단열 성능과 결로 성능은 기준이 강화되고 있는 추세다. 기준 강화에 따라 성능 충족을 위한 방화문 개발을 위해서 향후 시장에 나오는 방화문들은 더욱 복잡한 구조를 가지게 되며, 여러 특수 자재들을 사용하게 될 것으로 예상된다.

2.2 재실 특성 고려 성능기준

법적 성능기준을 만족하는 방화문이라도 일부 조건에 따라서 요구하는 성적이 나오지 않을 수 있다. 방화문에 도어스토퍼(말굽) 등의 부가적 설치 시 문짝 휨, 벌어짐에 의해 차연 성능 및 기밀 성능, 결로 성능 저하가 문제가 발생할 수 있으며, 재실자의 재실 특성에 따라 일반 세대보다 과습한 세대의 경우 결로성능 만족 방화문임에도 불구하고 결로가 발생된다. 또한 개정된 법규로 인해 모든 세대현관문은 침입방지 안전고리를 적용해야 하므로, 기존 방화문에 설치 시 문짝 내구도 저하 등의 문제점을 가지고 있다.

이에 따라 당사에서는 법적 성능기준 만족은 물론이고, 방화문 시험 시 도어 클로저 및 침입방지 안전고리 설치를 위한 철판 덧댐에 대해 품질관리 프로세스에 포함시키고 있다.

[표 2] 공동주택 방화문의 성능기준

구분		성능기준				
차열 성능	KS F 2268-1	• 다음 항목에 대하여 1시간 이상 충족 ① 6mm 게이지가 150mm 이동 되지 않을 것 ② 10초이상 화염발생 없을 것 ③ 25mm 게이지가 시험체를 관통되지 않을 것 ④ 면패드 적용시 착화되지 않을 것(대피공간 방화문 해당)				
차연 성능	KS F 2846	• 차압이 25Pa 일 때 공기누설량이 0.9 m³/min·m² 미만				
단열 성능	에너지절약형 친환경주택	구분	열관류율			
		중부1	중부2	남부	제주도	
		직접외기	1.4			
		간접외기	1.8			
결로 성능	공동주택 결로방지 설계기준	구분	TDR값			
		지역I	지역II	지역III		
		문짝	0.30	0.33	0.38	
		문틀	0.22	0.24	0.27	
차열 성능	KS F 2268-1	• 시험중 이면온도가 시작 평균 이면온도보다 다음 온도를 초과하지 말 것(차열30분) ① 평균온도 140 K ② 최고온도 문짝 180 K / 문틀 360 K				

3 방화문 검수 유의사항

방화문 품질관리 프로세스를 개정하기 위해서는 기존의 문제점 파악이 선행되었다.

방화문의 성능 시험 시 요구되는 사이즈가 다름에 따라 방화문 제작 업체와 건설사들은 도면부터 실제 시험체까지 관리가 어려웠고, 같은 방화문임에도 성능시험에 유리한 방화문 시험체를 만드는 문제점이 있었다. 예를 들어, 차열 시험에 합격하기 위해서는 보강 자재가 많고 강한 자재를 사용하여 시험성적서를 확보하고, 반대로 결로 시험에서 많은 보강자재는 시험 합격에 취약하므로 보강재를 제외하는 경우가 있었다.

시험을 통과하여 인정받은 구조의 방화문과 공사 시 실제 납품제품이 상이한 경우가 있었다. 수주를 위해 저가로 입찰 후, 원가절감 등의 이유로 양산제품은 다른 경우가 있었다.

위와 같은 경우를 참고하여, 방화문 품질관리 프로세스에 대한 고민을 지속하였으며 중점적으로 관리해야 할 사항들을 도출하였다.

3.1 도면 검토

방화문 입찰부터 설치까지에 있어 가장 기본이 되는 도면에 대한 검토를 시행한다. 도면에 표기되어야 할 철판의 종류, 단열재의 종류, 각종 자재의 간격과 사이즈가 정확하게 기입되었는지 확인한다. 세대현관문, 대피공간, 오피스텔 등 목적에 따라 방화문의 외관 및 사이즈 요구조건이 다른 경우가 있으며, 추후 시공과 하자에 영향을 미치는 요인들을 확인한다.

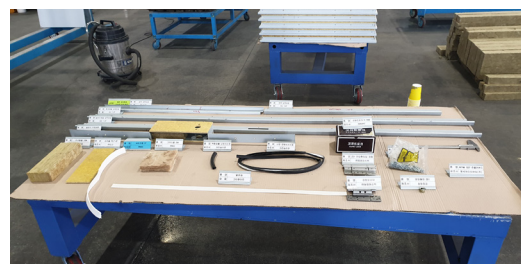
방화문 시험성적서와 납품 도서의 도면이 다른 경우가 있으며, 이는 같은 방화문이라고 볼 수 없다. 내화 및 결로 시험체와 입찰 또는 본납 방화문이 다른 경우, 대림산업은 시험체와 동일한 방화문만 입찰에 들어올 수 있도록 하여, 공인된 방화문만을 납품받고 있다. 또한 업체 Pool 검토 시부터 제출 도면에 철판의 두께, 종류, 크기부터 단열재의 밀도, 특수 단열재의 경우 상세 명칭 및 납품업체까지 기입하도록 하고 있다.

3.2 자재 종류

방화문에 사용되는 자재는 크게 철재, 충전재, 내화재, 기밀 성능 유지를 위한 가스켓류, 각종 하드웨어로 나눌 수 있다.

철재의 경우 문틀부터 문짝, 보강 골구 등 방화문의 뼈대를 이루는 재료로 업체에 따라 EGI, GI, 특수강 등 다양한 자재를 사용함을 알 수 있었다. 방화문 내부 충전재는 여러 종류가 사용되나, 대중적으로 사용되는 품목들은 크게 난연 허니콤(Honey Comb)과 글라스울, 미네랄울로 나뉜다. 특수한 경우 각종 보드 또는 고성능 자재가 사용되는 경우도 있다. 내화재는 단열재 가열 시 가스 발생에 따라 점화가 될 수 있는데, 이를 억제하기 위한 자재이다. 최근 차열 및 결로 이슈가 많아 내화재에는 단열성능도 요구되고 있다. 각 방화문 회사별로 노하우가 있는 자재를 사용하며, 불연자재를 사용해 불이 나지 않거나 나더라도 확산, 지속 점화되지 않도록 제어한다. 가스켓류 역시 각 사별 다른 자재를 사용하곤 하는데, 가스켓은 기밀성능 확보를 가장 큰 목적으로 하고, 과대한 가스켓은 방화문 사용 시 문이 닫히지 않는 사용성 측면에서의 문제를 야기하므로 탄력성을 조절하여야 한다. 각종 하드웨어에는 문고리 및 도어록, 경첩, 방화핀 등이 있으며, 방화문 제조사에서도 하드웨어 업체를 통해 내화성능을 지닌 자재들을 적용한다.

[그림 1] 자재 검수



내부 자재 검수를 위해 펼친 모습



가스켓 확인

3.3 치수 확인

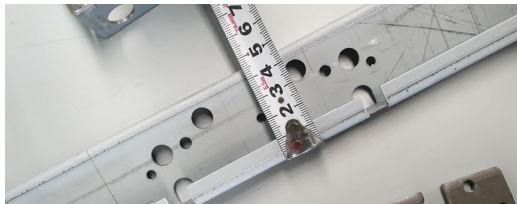
방화문의 성능 시험 시 공인시험에는 1,100mm×2,200mm 의 시험체로 내화시험을 진행하고 1,000mm×2,100mm 의 시험체로 결로시험을 진행하게 하나 방화문 적용 사업지의 요구사항이나 특수성으로 인해 변경될 수 있다. 타사에서는 이와 같은 경우 공인 시험 성적서를 기반으로 방화문을 적용하나, 당사는 현장별 사이즈에 맞춰 제작 후 현장 시험을 진행하고 있다.

공인시험에 사용된 시험체와 다른 사이즈의 현장 납품 경우, 부재의 상세 치수가 달라질 수 있으며, 가스 분출구 및 결로 방지 타공 등 상세 스펙에서 변경되는 경우가 있으니, 세심한 주의가 요구된다.

[그림 2] 방화문 치수 확인



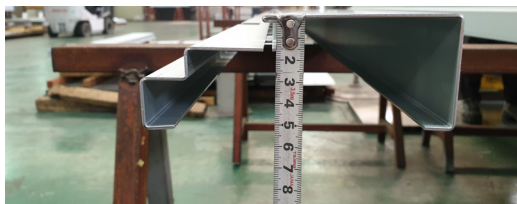
철판 두께 측정



골구 사이즈 측정



문짝 사이즈 측정



문틀 사이즈 측정

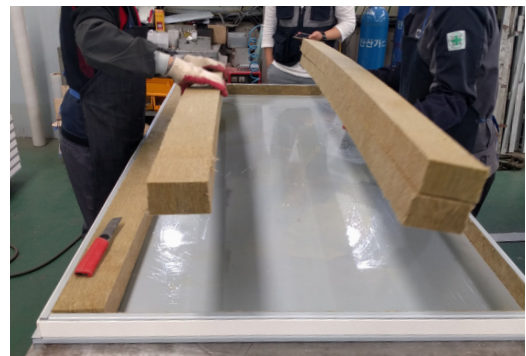
3.4 제작 과정 확인

방화문 업체 검수 시, 위에 나열된 사항들을 기본으로 확인하여야 하며 추가적으로 제작 과정에 대해 확인한다. 철재를 사용하게 되므로 용접인지, 리벳 체결인지, 나사 조임인지에 따라 결합 및 물성이 변할 수 있고, 본드의 과도한 사용으로 인한 내화시험 탈락의 위험도 있으므로 제작 과정에 특이 사항들을 기재해두어야 한다. 제작자의 숙련도 부족으로 밀실하지 못한 단열재 충전 및 상이 자재 사용이 있을 수 있으므로 제작 과정을 확인하고 조립된 방화문에 서명을 하여 시험 참관 시 검수한 시험체가 맞는지 확인한다.

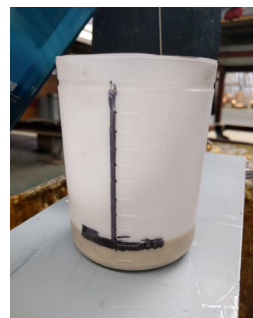
[그림 3] 방화문 제작과정 확인



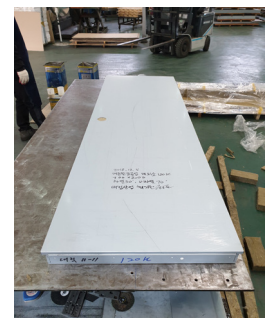
조립방법(나사/리벳/용접)



제작과정 확인



접착제량 확인



제작 완료 후 검수 사인

4 방화문 품질관리 프로세스(개정)

당사는 건축을 진행함에 있어 품질관리의 중요성을 인지하고 있으며, 방화문의 경우 입주민의 생명과 밀접한 연관이 있는 만큼, 지속적으로 품질관리를 개선시켜왔다. [그림 4]는 그간 방화문 품질관리를 어떻게 개선해 왔는지 간략히 보여주는 그림으로 높아지는 소비자의 안목에 맞추어 더욱 강화된 프로세스를 발전시켜왔다. 당사 Pool에 등록된 방화문에 한해 입찰을 들어올 수 있게 하였으며, Pool 등록을 위해서는 공장검수, 시험 참관, 신용도 평가 항목 등 방화문 업체와 방화문이 둘다 적격인지를 검증한다. 최근에는 방화문 관리를 보다 철저하게 하기 위하여 현장 시험에 더해 문짝 반입 시 개복 시험을 추가하여 방화문 품질관리를 진행하고 있다.

방화문 제작 및 납품과정에서 발생하는 문제점들을 제어하기 위해 품질관리 개선을 진행하였으며, 품질 및 성능을 만족하는 방화문 선별과 현장 적용을 위한 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 품질관리 기준을 수립한다. 본팀은 수년간의 방화문 검수 및 시험 참관, 현장 확인 등을 통해 방화문관련 노하우를 축적하였으며, 이를 기준으로 현장 및 공장에서 제작 또는 공장 방문 시 확인해야 할 사항들을 정리하였다.

둘째, Pool 등록을 위해 제작검수를 실시한다. 방화문 업체에서 공인시험기관 시험체 제작 시 참관하여, 도어록 및 문틀의 규격 등에 대해 확인하고 단열재의 종류, 가스켓 특이사항, 적용되는 특수 자재들의 부착 및 위치 등에 대해 확인, 기록한다. 제작 도면과 다를 경우 즉시 수정 요청을 하며 이때 확정된 제작도면과 제작 방법은 현장에 반입되는 방화문과 일치하여야 한다.

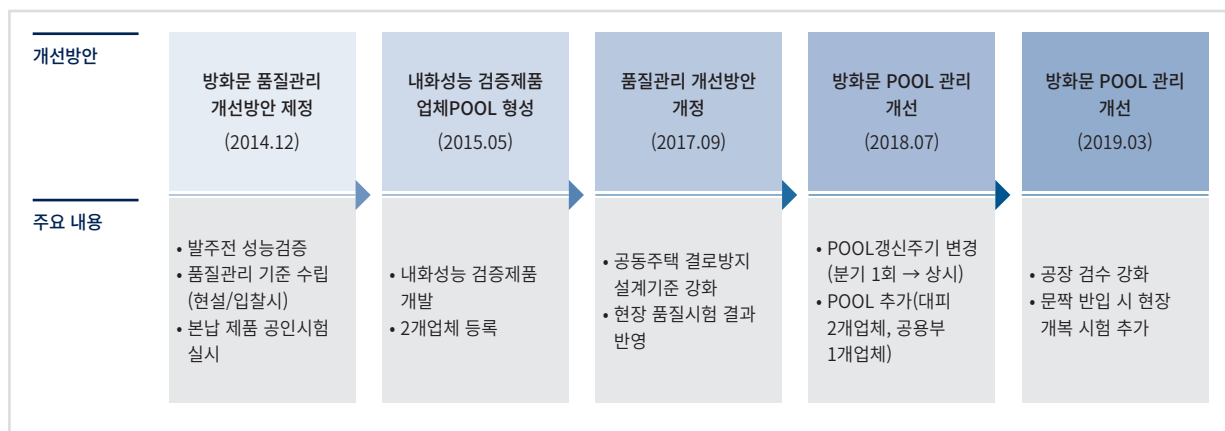
셋째, 공인시험 성능테스트에 참관한다. 성능테스트 참관을 통해 시험체가 제작검수 때 만들었던 시험체와 동일함을 확인하고 시험 후에는 실패 및 성공의 원인 파악과 내부 상태를 살펴본다.

넷째, 방화문 현장 설명 시 성능 및 품질관리 기준에 대해 명확히 공시한다. 당사 등록된 방화문 Pool에서만 입찰 가능하도록 하고, 불이행 시 책임한계 및 벌칙 등을 명시하여 저가 수주로 인한 품질저하를 예방한다.

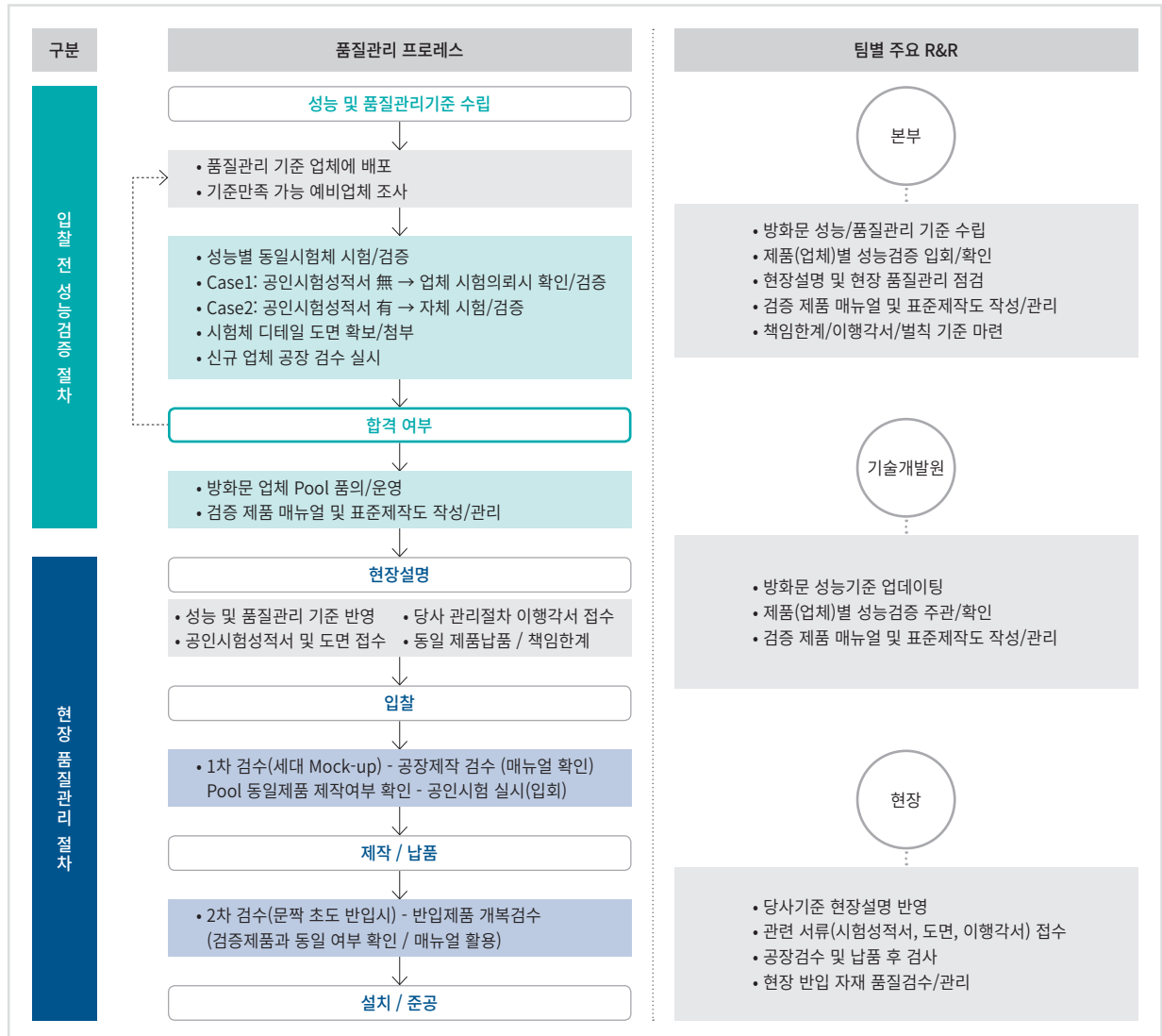
다섯째, 방화문 재현성능 확보를 위한 현장별 시험을 실시하고 개복 검수를 실시한다. 둘째에 나왔던 제작검수를 다시 진행하여 시험체와 동일한 방화문이 납품되도록 하고, 현장 반입된 방화문에 대해 무작위로 개복 검수를 하여 상호 도면과의 일치 여부를 확인한다.

개정된 방화문 품질관리 프로세스 및 팀별 주요 R&R은 [그림 5]에 나타나 있으며, [그림 6]은 제작 검수 이후, 공인 시험기관에서 시험에 참관하는 모습이다.

[그림 4] 방화문 품질관리 개선방향 진행 경과



[그림 5] 방화문 품질관리 프로세스(개정) 및 팀별 주요 R&R



[그림 6] 공인 시험 참관



검수사인 확인 및 시공상태 점검



가스켓 시공상태 확인



내화시험 참관



시험 종료 후 내부 확인

5 결론

제품 각각에 대한 검증은 방화문 업체에서 기존 검증 제품과 유사한 제품을 개발하더라도 품질 관리 프로세스를 처음부터 진행해야 하므로 검증에 투입되는 인력 및 시간 소모가 크다. 하지만 방화문 품질관리 프로세스는 업체가 아닌 방화문 제품의 품질을 기준으로 하기에 방화문 업체의 노하우 및 특이 사항을 보호할 수 있으며, 도면부터 자재, 제작 방법까지 매뉴얼로 만들어 안전과 품질이 확보된 방화문을 본사뿐만 아니라 현장에서 쉽고 자세하게 검수할 수 있도록 하였다.

당사는 개선된 방화문 품질관리 프로세스를 통해 입찰 전부터 현장 시공까지 성능과 품질 확보가 가능한 검증된 업체를 관리하고 있다. 이전 프로세스보다 성능 및 품질관리 기준이 강화되었으며, 상시 방화문 업체와의 소통을 통해 기존보다 많은 방화문 업체가 당사에 납품을 할 수 있게 되었고, 이를 통해 양질의 방화문을 소비자에게 제공하고자 노력하고 있다. 당사의 지난 방화문 품질관리 프로세스는 타사에도 방화문 품질 확보의 필요성을 인식시켰으며, 금번 개정된 방화문 품질관리 프로세스는 타건설사들의 방화문 품질 관리에 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

참고문헌

1. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 국토교통부
2. 방화문의 내화 시험 방법, 한국산업표준
3. 건축물의 에너지절약설계기준, 국토교통부
4. 공동주택 결로 방지를 위한 설계기준, 국토교통부
5. 공동주택관리정보시스템(<http://www.k-apt.go.kr>), 한국감정원