

벨트콘베이어 火災要因과 對策

1. 머 리 말

벨트콘베이어는 자원개발 현장에서 석탄, 광석, 석탄석의 운반, 제철소에서 고로장입, 건설현장에서 토사의 운반, 식품가공산업에 있어서 곡물, 곡물분의 운반 등 원료, 자재, 제품의 연속 대량수송이 필요한 여러 산업현장에서 사용되고 있다. 그러나 그의 화재 위험성에 대하여서는 탄광갱내 등 극히 일부 산업의 관계자 이외에는 거의 인식하고 있지 않은 것 같다.

그 큰 이유는 탄광갱내와 같은 폐쇄성 지하 작업공간에서 일반 콘베이어 벨트 화재가 발생하면 바람맞이 쪽에서 인명피해의 가능성이 높고, 또, 이제까지 중대재해가 반복하여 발생한 것에 비하여 지상의 비교적 넓은 장소에서 사용되고 있는 벨트콘베이어는 설비에서 출화하여도 인명사고가 되는 일은 아주 드물어서, 사회문제화 하기 어려운 때문일 것이다.

그러나, 만약 벨트콘베이어 화재에 대하여 거의 무방비 상태에서 이런 종류의 화재가 빈발하는 실태라면 그 경제적 손실은 클 것이므로 문제삼지 않을 수 없다.

본 자료에서는 특히 탄광갱내에서의 벨트콘베이어 화재를 예로 하여, 그 원인과 대책에 대하여 소개하고, 탄광 이외의 경우에도 광범위하게 사용되고 있는 가연물 운반용 벨트콘베이어의 화재위험성에 대하여서도 주의를 촉구하고자 한다.

2. 벨트콘베이어의 화재 요인과 사례

벨트 콘베이어는

- ① 벨트 자체가 보통 고무를 주재(主材)로한 가연물로 되어있고, 더구나 긴 거리에 걸쳐 연속하여 설치되어 있다.

- ② 구동장치 부분에 고출력 전동기를 사용하는 일이 많다.

- ③ 푸리 베어링 등의 윤활유도 가연물이다.

등의 이유로 그 자체의 화재위험성도 없다고는 할 수 없지만 정상적인 운전상태에서는 이런 점이 화재의 직접 원인이 된다고는 말하기 어렵다.

그러나, 벨트콘베이어의 보수관리가 부적절하다거나 고장개소를 소홀히 하면 운전시의 이상발열로 화재를 일으킬 가능성이 있다. 특히, 석탄이나 곡물분 등의 가연물을 수송하는 벨트콘베이어에서는 탄진이나 곡물분 등이 퇴적하여 있는 곳 근처에서 이상마찰에 의한 발열이 일어나면 이들 가연성 분체 퇴적물이 발화하는 것도 생각할 수 있다.

벨트콘베이어 화재라고 하면 종래부터 특히 탄광에서 많이 보고되고, 그 대응책이 강구되어온 것은 앞에서 설명한 것 외에, 탄광에서 벨트콘베이어가 가연물인 석탄을 주로 운반하는데 이용하고 있어서 화재를 일으키기 쉬운 조건이 갖추어져 있기 때문이기도 할 것이다. 그래서, 여기에서는 우선 탄광에서의 벨트콘베이어 화재 요인에 대하여 사례를 근거로한 보고를 중심으로 소개하고자 한다.

탄광에서의 콘베이어벨트 화재 역사는 길어서, 유럽에서는 1940년대, 일본에서도 1960년대로 거슬러 올라간다. 탄광용 벨트콘베이어의 화재 위험성이 유럽에서 인식되기 시작한 것은 1948년 경의 일로서, 그해 12월 9일에 영국 노스스타포드주의 Chatterley Whitfield 탄광 게이트 갱도에서 발생한 콘베이어 화재로 3명의 사망자를 낸 것이 그 발단이다. 이 사고 후 당시의 영국석탄청(NCB)은 광산보안연구원(Safety in Mines Research Establishment : SMRE)과 공동으로 벨트 콘베이어 화재 발생에 관

한 연구를 하였는데, 화재를 일으킨 것과 같은 형식의 벨트콘베이어를 제작하여 재현실험을 실시한 바, 마찰열로 화재가 발생하여 벨트가 절단되고, 연소한 벨트 절단부가 탄진중에 낙하하여 화재를 확대 시켰을 가능성이 높은 것으로 판명되었다.

그러나, 이 연구가 종료되기 전인 1950년 9월 26일 영국의 Creswell 탄광에서 80명이 CO중독으로 사망한 갱도화재 사고가 일어났는데, 이 화재에서도 콘베이어벨트가 화재를 급속히 확대한 요인의 하나였다. 사고 조사 결과 바뀌 실는 지점의 송출 슈트와 회전하고 있는 벨트와의 틈에 끼어있던 벨트의 고무가 푸리 측에서 돌아가고 있는 벨트에 의하여 강하게 눌러, 그곳에서 발생한 마찰열에 의하여 화재가 발생한 것으로 추정된다.

이 Creswell탄광의 화재사고 후 영국의 탄광에서는

- ① 벨트와 운반물과의 마찰 방지
- ② 운반갱도 및 콘베이어 형틀의 불연화
- ③ 탄진 등 가연물의 퇴적 방지
- ④ 난연성 벨트의 사용
- ⑤ 바뀌실는 지점에 있어서의 과부하, 벨트의 슬립 및 탄진퇴적 방지
- ⑥ 바뀌실는 지점의 감시
- ⑦ 콘베이어 설비의 정기 순회점검
- ⑧ 콘베이어 비상 정지장치의 다지점 배치

- ⑨ 벨트 파손부분의 신속한 보수
 - ⑩ 갱내 화재위험 부분의 바람맞이 측으로 소화거점 배치
 - ⑪ 갱내 소화거점에 소화기 배치
 - ⑫ 갱내 소화용수관의 완비와, 콘베이어의 바뀌실는 지점에 설치된 소화전의 정기점검
- 등의 방화대책이 추진되었으나, 그 후에도 탄광 갱내 콘베이어 화재는 자주 일어났고, 최근에도 갱내 화재 발생건 중에서 차지하는 비율은 매우 크다. 예를 들면 영국석탄공사(BCC)관할 탄광에 있어서 1980년대의 갱내화재 통계에 의하면 출화보고 총 건수의 약 45%가 벨트콘베이어 관계의 화재로서, 1987년도 부터 1989년도까지 3년간 보고된 187건의 출화 건수 가운데 47%인 88건이 벨트콘베이어의 사용에 관계된 것으로 나타나고 있다.

벨트콘베이어 화재의 주된 원인은 롤러나 푸리 베어링의 파손에 의하여 운전중 벨트사이에서 발생한 마찰이다. 표1은 1987년도와 1988년도중 영국의 탄광에서 발생한 벨트콘베이어 화재의 출화원인별 건수를 나타낸다. 또 이들 화재시에 연소를 확대시킨 초기 연소물을 표2에 나타내었다.

한편, 일본의 탄광에서도 1949년부터 현재까지 8건의 벨트콘베이어가 화재가 보고되었는데 표3에 8건 화재의 개요를 나타내었다.

〈표 1〉 영국 탄광에서의 벨트콘베이어 화재 출화원인별 건수

출 화 원 인	1987	1988	계
<input type="checkbox"/> 롤러의 파손	12	8	20
<input type="checkbox"/> 구동부의 파손	3	6	9
<input type="checkbox"/> 넘쳐흐른 탄의 마찰 착화	4	4	8
<input type="checkbox"/> 긴장장치의 고장	5	3	8
<input type="checkbox"/> 폐기물(목재, 즈리 등)이 콘베이어 틈에 끼어 착화	3	3	6
<input type="checkbox"/> 구동푸리 운전시 벨트의 파손 또는 정지	4	2	6
<input type="checkbox"/> 벨트 케도의 불량	2	1	3
합 계	33	27	60

〈표 2〉 영국 탄광갱내 벨트콘베이어 화재시의 초기연소물

초기연소물	건수
<input type="checkbox"/> 넘쳐 흐른 탄 및 탄진	25
<input type="checkbox"/> 윤활유 및 그리스	12
<input type="checkbox"/> 폐기물(목재, 즈리 등)	10
<input type="checkbox"/> 탄화한 벨트에서의 열분해 생성가스	7
<input type="checkbox"/> 벨트 가장자리의 마찰 부스러기	6
합 계	60

〈표 3〉 일본 탄광갱내의 벨트콘베이어 화재 사례

탄광명	발생일자	사상자수				화재발생상화(추정)
		사망	중상	경상	계	
杵島	1964. 7. 6	·	·	·	0	○ 벨트콘베이어상의 즈리가 낙하여 리턴푸리와 벨트와의 접촉부에 끼어 벨트의 슬립이 발생하였다. 이 결과 구동푸리와와의 접촉부가 과열되어 벨트가 발화하였다.
三池	1968. 5. 17	·	·	·	0	○ 벨트 콘베이어의 벨트를 절단하여, 접촉되지 않은 상태에서 전동기를 운전하였기 때문에 상벨트와 구동푸리가 슬립으로 과열되어 부근에 있던 분탄, 유포, 목편 등의 가연물이 발화하였다.
平和	1968. 7. 30	31	3	·	34	○ 넘쳐흐른 탄이 테일푸리에 모여져 벨트가 치우친데다 자유롭지 않게 되어 구동푸리와와의 사이에서 슬립이 일어났다. 이 때문에 구동푸리의 래킹고무가 과열, 발화한 것으로 추정된다.
平和	1970. 3. 28	·	1	·	1	○ 넘쳐흐른 탄 또는 즈리에 의한 벨트의 마찰이나, 혹은 벨트 구동푸리의 슬립에 의한 발연으로 추정된다.
三池	1970. 3. 29	·	·	·	0	○ 벨트콘베이어 전동기 스톱 브레이크의 밴드가 너무 조여져 라이닝이 과열, 발연하였다.
清水澤	1974. 10. 8	·	·	·	0	○ 벨트콘베이어 테일부 부근에 축적된 석탄과 즈리가 테일푸리와 벨트사이에 막혀 벨트의 슬립이 발생하고, 구동푸리와 벨트와의 사이에서의 과열, 발화한 것으로 추정된다.
三池	1974. 1. 18	83	16	·	99	○ 공급조절상자에 있던 벨트콘베이어의 캐리어 로라중 하나와 내측의 로라 스탠드가 이상접촉으로 마찰을 일으켰다. 이 발연에 의하여 낙탄이 축열발화했을 것으로 추정된다.
赤平	1990. 8. 6	·	·	·	0	○ 벨트콘베이어의 원통형 슈트에서, 운반물 가운데 혼입된 즈리등의 가연물이 걸리면서 벨트와 스커트의 사이에 끼어 마찰, 축열한뒤 발화에 이른 것으로 추정된다.

3. 탄광에서의 벨트콘베이어 화재대책

가. 난연성벨트의 사용

앞서의 Creswell 탄광화재 후 발행된 사고조사 보고서에는 난연성이 높은 벨트가 실용화 되면 가능한 한 빠른 시기에 그것을 사용하여야 할 것이라고 추천하였다. 이 추천사항을 받아들여 구미에서는 1950년대 부터 여러종류의 난연성 벨트가 개발됨과 동시에 드럼 마찰시험이나 소규모 착화시험을 시작으로 하여 몇가지 난연성 평가방법도 제안되었는데, 탄광에서는 특히 난연성이 높은 콘베이어 벨트가 사용되게 되었다.

광산 갱내에서 사용되는 콘베이어 벨트는 갱내 화재의 주요원인중 하나일 뿐만 아니라 갱도내에 장거리에 걸쳐 대량으로 존재하여 통상 운전되고 있기 때문에 화재를 급속히 전파시킬 위험도 있어, 여러 종류의 갱내 가연물 가운데에서도 가장 화재위험성이 높은 것으로 인식되고 있다. 그래서 현재로서는 많은 나라의 탄광 갱내에서 난연규격에 적합한 벨트가 사용되고 있다.

나. 벨트콘베이어의 보수관리

1984년 1월 18일 발생한 三池탄광의 갱내 화재사고를 계기로 일본에서는 정부자문기관인 광산보안기술검토위원회에 갱내 화재 방지대책회가 설치되고, 이 회에서 벨트콘베이어의 보수관리기준에 대하여서도 재검토하게 되어 1985년 11월 매뉴얼이 개정되었다.

따라서 현재 일본의 탄광에서는 이때 개정된 보수관리기준에 따라 벨트콘베이어의 점검 및 보수가 행하여지고 있다. 이 기준에 의하면 일상검사는 매일 1회 이상, 특히 채탄작업장 부근의 가설 콘베이어에 대해서는 매 작업시간 마다 1회 이상 검사토록 하였다.

표4는 일상검사의 항목과 방법을 나타낸 일람표이다. 이 외에도 1~6개월의 주기로 정밀검사를 행하며, 이상개소 또는 이상의 우려가 있는 곳이 발견된 경우에는 즉시 수리하든가 응급조치를 하고, 정밀검사의 회수를 늘려 진행상태를 감시할 것을 의무화하고 있다. 특히 콘베이어 벨트에 대하여서는 수리 및

교체를 위한 표준이 세분되어 나타나 있다.

표5 및 표6은 콘베이어벨트 또는 스틸코드 콘베이어 벨트의 수리 및 교체의 표준 일람표이다.

변형 또는 부식이 현저한 캐리어 대나 프레임류는 폐기하여야 하지만, 폐기 표준은 콘베이어의 설치개소, 운반량, 운반속도 등의 여러 조건에 따라 다르기 때문에 각 탄광별로 기준을 정하고 있다.

이 보수관리기준 가운데에는 그밖에도 콘베이어가 설치된 갱도에 있어서 낙탄 등의 청소기준도 정해져 있다. 낙탄 등의 청소가 필요한 이유는 표3에서도 알 수 있는 바와 같이, 청소가 불충분하면 그의 일부가 벨트, 푸리, 로라에 말려 들어 마찰 발열에 의한 화재의 원인이 될 가능성이 있기 때문이다. 특히 석탄, 암석, 기타 낙하물과 리턴로라 하면과의 간격, 푸리 부근에 있어서 벨트와 낙탄 등과의 간격은 충분히 두고 낙탄 등은 완전히 제거하도록 한다.

다. 화재감지기 등의 설치

앞에서의 보수관리 기준에는, 화재감지기 등의 설치에 대하여서도 규정된 바와 같이 벨트콘베이어의 구동부 부근 등에는 연감지거나 CO검지기 등을 1개 이상 설치하도록 되어있다. 또, 벨트콘베이어의 기류방향이 다른 구간이 있는 경우에는 그 구간에도 1개 이상의 화재감지기를 추가로 설치하도록 되어있다. 감지기는 갱외의 집중감시실에서 감시될 수 있도록 하고, 감지기 작동시에는 즉시 콘베이어를 정지시킬 수 있도록 요구되고 있다.

또, 콘베이어 구동부에는 화재감지기와 연동하는 자동소화설비의 설치도 요구되고 있다.

근년, 탄광 작업의 합리화 방안에 따라 탄차 대신 벨트콘베이어로 교체하여 연속운반시스템을 채용하는 곳도 있는데 이러한 탄광에서는 주요 설비의 집중감시장치를 도입하는 경향이다.

집중감시장치에는 여러종류의 고성능 시퀀스를 사용하여

- ① 원탄 및 즈리의 적재위치 감시
- ② 과적검출
- ③ 피더에서 벨트콘베이어로의 적재량 자동제어
- ④ 고장의 디스플레이 표시와 음성통지 등이 행해질

<표 4> 탄광의 콘베이어벨트 일상점검 항목

검 사 개 소	검 사 항 목	검 사 방 법
1. 콘베이어 벨트	1. 사행, 편심, 운반물상태 2. 상·하면 및 가장자리의 손상 3. 접합부	육안 육안 육안
2. 구 동 장 치	1. 회전상태, 음, 진동 2. 베어링의 마찰, 발열, 급유상태 3. 푸리의 고형물 부착, 랭킹의 마모 4. 감속장치의 음, 열, 윤활상태, 진동 5. 체결볼트, 키의 상태 6. 전동기의 음, 열, 전류	육안, 청음, 촉수 육안, 촉수 육안 육안, 청음, 촉수 타진 육안, 청음, 촉수
3. 헤드 및 테일부	1. 베어링의 마모, 발열, 급유상태 2. 종이문치, 고형물의 부착 3. 회전상태, 음 4. 체결볼트, 키의 상태	육안, 촉수 육안 육안, 청음 타진
4. 긴 장 상 태	1. 작동상태, 여유거리 2. 긴장로라, 가이드, 중추 등의 상태	육안 육안
5. 콘베이어로라 및 중간프레임	1. 로라의 회전상태, 음 2. 고형물의 부착 3. 로라스탠드 및 브라켓트 취부상태 4. 프레임의 결합상태, 휨, 기울기	육안, 청음 육안 육안 육안
6. 슈트 및 스커트	1. 운반물의 흐름상태 2. 부착상태 3. 벨트와의 접촉상태 4. 마모, 변형	육안 육안, 타진 육안 육안
7. 보안, 보호장치	1. 역회전 방지장치 2. 검출장치(편심, 슬립 등) 3. 크리너의 작동상태, 마모, 급유, 부착상태 4. 신호장치 5. 비상정지장치 6. 살수설비 7. 소화설비 8. 보호덮개, 케이싱의 부착상태 9. 화재감지기 등	육안 육안 육안, 타진 육안, 작동테스트 육안 육안 육안 육안 육안
8. 전 반	1. 탄진, 낙탄 등의 청소상태 2. 위험방지 울타리 및 표지 3. 횡단로 등의 통로 4. 장애물 등과의 이격거리 5. 념 새 6. 갱도의 상황(부식, 지반 등)	육안 육안 육안 육안 후각 육안, 타진

〈표 5〉 콘베이어벨트의 수리 및 교체 표준

손상개소	손상상태	처치
커버고무	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광범위한 마모, 손상 및 직물이 부분적으로 노출된 경우 ○ 외상이 있거나 스커트 등에 의하여 국소적으로 마모된 경우 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부분수리, 필요시 교체 ○ 부분수리, 필요시 교체
본체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 충격, 종이뭉치, 고형물 등의 외적 손상을 받아 본체가 절단된 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 관통부 최대 길이가 벨트폭의 10% 미만 - 관통부의 최대길이 벨트폭의 10% 이상 - 관통이 아니라도 본체층에 다수의 손상이 발생 	<ul style="list-style-type: none"> - 부분수리 - 접합 - 교체
가장자리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가장자리 고무가 전장에 걸쳐 마모, 손상되어 직물이 노출된 경우 ○ 가장자리 고무가 부분적으로 마모, 손상되어 직물이 노출된 경우 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부분수리, 필요시 교체 ○ 부분수리
접합부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 충전부 커버스톡이 박리된 경우 ○ 충전부 커버스톡의 박리가 진전되어 본체의 직물층에 미친 경우 ○ 가장자리 고무가 마모, 손상되어 본체직물층에 박리된 경우 ○ 충격, 종이뭉치, 고형물 등에 의한 본체의 절단 <ul style="list-style-type: none"> - 본체직물층이 1매라도 벨트폭의 10% 미만 - 본체직물층이 1매라도 벨트폭의 10% 이상 - 본체 직물층에 다수의 손상발생 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부분수리 ○ 부분수리 ○ 재접합 혹은 가장자리 고무의 리캡 <ul style="list-style-type: none"> - 부분수리 - 재접합 - 재접합

〈표 6〉 스틸코드콘베이어벨트의 수리 및 교체표준

손상개소	손상상태	처치
커버고무	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광범위한 마모, 손상 및 스틸코드가 부분적으로 노출된 경우 ○ 외상이 있거나 스커트 등에 의하여 국소적으로 마모된 경우 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교체 ○ 부분수리, 혹은 교체
본체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 충격, 종이뭉치, 고형물 등의 외적손상을 부분적으로 받아, 스틸코드가 내부절단된 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 절단갯수가 총갯수의 20% 미만 - 절단갯수가 총갯수의 20% 이상 	<ul style="list-style-type: none"> - 부분수리 - 접합
가장자리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가장자리 고무가 부분적으로 마모, 손상되어 스틸코드가 노출된 경우 ○ 마모, 손상이 심하여 스틸코드가 손실된 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 손실 갯수가 총갯수의 20% 미만 - 손실갯수가 총갯수의 20% 이상 	<ul style="list-style-type: none"> - 부분수리 - 접합
접합부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보호층(커버고무, 가장자리 고무, 브레커등)의 일부가 손상 혹은 박리된 경우 ○ 스틸코드가 손상된 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 총갯수의 10% 미만 - 총갯수의 10% 이상 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부분수리 - 부분수리 - 재접합

뿐만 아니라 광화이버를 벨트상의 기류와 벨트프레임에 첨부시켜 매 1m마다의 온도를 표시하는 기능이 있다.

미국 등에서는 탄광용 벨트콘베이어의 화재감지 시스템의 설치가 보안규칙에 규정되어 있고, 벨트콘베이어 화재가 발생한 경우에는 구동 푸리를 정지하여 시청각에 의한 자동화재경보를 요구하고 있다. 미국의 이 규정에 의하면 벨트콘베이어 운반갱도에는 벨트구동부 외에, 통기속도가 0.5m/s 이하의 경우에는 38m 간격으로, 통기속도가 0.5m/s를 넘는 경우에는 15m 간격으로 화재 센서를 배치하도록 되어 있고, 각종 화재센서의 개발과 현장적용화의 연구도 미국 광산국(US Bureau of Mines)을 중심으로 수행되고 있다.

한편, 영국의 탄광에서도 최근, 연기, CO, 연소생성물(POC)등의 감지 모니터가 도입되어 있으나 이들 감지모니터가 화재를 감지한 사례는 겨우 5~10% 정도에 불과하였다.

최근에도 대부분의 갱내화재는 사람의 후각에 의하여 발견되고 있다. 이 때문에 화재감지 시스템에

대하여서는 신뢰성의 향상이 금후로도 요망되지만, 벨트콘베이어의 로라 등에서의 이상발열부의 위치 식별에는 적외선식 열 감지시스템이 유효한 것으로 전해진다.

4. 맺는말

이상과 같이 본 자료에서는 주로 탄광 갱내용 벨트콘베이어 화재의 요인과 대책의 개요를 소개하였다. 지금까지의 예로 살펴보건데, 비교적 섬세한 화재대책이 강구된 최근의 탄광 갱내에서도 콘베이어 화재를 전혀 없게 한다는 것은 어렵다. 또, 갱내탄광에 비하면 심각한 중대재해에는 이르지 않는다 해도 가연물의 운반에 벨트콘베이어 설비가 사용되는 곳에서는 유사한 화재가 발생하여 막대한 손해를 초래할 가능성도 있다.

본 자료가 탄광 이외의 각종 산업에서 사용되고 있는 벨트콘베이어 설비의 방화대책에도 참고가 된다면 다행으로 생각하겠다. (㉞)

분말소화설비의 정압작동 장치

□ 가압용가스 및 압력조정기

- 가압용 질소가스용기는 상온에서 150kg/cm²의 압력으로 충전
- 용기에 부착된 압력조정기에서 15~20kg/cm²으로 감압하여 분말약제용기에 공급
 - 설정압력이 되면 공급정지
 - 압력조정기에 부착되는 압력계 : 1차측 150kg/cm²용, 2차측 25kg/cm²용 사용

□ 정압작동장치

- 압력조정기를 통하여 공급된 질소가스가 분말약제탱크에서 혼합, 유동 후 소정압력에 달할 때까지는 통상 15~20초의 시간 소요
- 이 시간 경과 후 주밸브(元밸브, Main Valve1)를 개방시키는 것이 정압작동장치이다.

※ 정압작동장치의 작동구조

- ① 압력스위치 방식 : 약제탱크 내의 소정압력에 의하여 압력스위치작동-전자밸브 개방-주밸브 개방
- ② 기계식 : 약제탱크 내의 소정압력에 의하여 밸브의 코크를 당김-레버 작동-주밸브 개방
- ③ 시한 릴레이 방식 : 약제탱크 내의 소정압력 도달시간 추정(셋팅)-시한릴레이 작동-전자밸브 개방-주밸브 개방