

## 도로터널의 환기(IV)

### Road tunnel ventilation system design(IV)

조 용 철  
Y. C. Cho  
인하대학교 공과대학 명예교수



- 1928년생
- 도로터널의 환기계산 및 설계에 관심을 가지고 있다.

유 지 오  
J. O. Yu  
신홍전문대학 건축설비과



- 1961년생
- 유동층 열전달 및 터널, 지하철 환기, 공조설비에 관심을 가지고 있다.

남 창 호  
C. H. Nam  
(주)범창종합기술



- 1959년생
- 건축설비 및 터널환기에 관심을 가지고 있다.

## 6. 터널환기제어

환기제어는 터널내에 가지거리와 오염물질의 농도를 목표하는 수준(허용농도)이하로 유지하기 위하여 필요로 하는 최소한의 풍량을 도입하도록 환기기를 제어하는 것으로 운영비의 경감과 환기의 신뢰성확보를 목적으로 한다. 터널환기제어는 전술한 내용을 목적으로 하는 평상시 제어와 터널화재시 피난과 소화활동을 지원하기 위하여 터널내 풍속을 소정의 속도로 유지하기 위한 비상제어로 대별된다.

각 제어는 자동제어를 원칙으로하나 계측장치

등의 고장 또는 특수한 운용상황을 고려하여 수동제어가 가능하도록 한다.

### 6.1 환기제어의 기초

#### 6.1.1 오염농도와 제어

터널환기제어는 교통조건, 자연조건에 따라 변하는 터널내 오염농도를 허용농도이하에서 일정한 값을 유지하려는 것으로 운전자의 가지거리에 영향을 미치는 가지도(또는 매연농도, VI값)와 CO농도를 대상으로 한다.

터널내 오염물질의 농도분포는 터널의 환기방식에 따라 다르므로 오염농도가 가장 높은 것으

로 예측되는 지점을 제어대상지점으로 선정하여 이 위치에 오염농도를 측정하기 위한 센서를 설치한다.

예를 들면 종류식 환기방식에서는 터널출구부의 오염농도가 가장 높게 되므로 출구부를 대상지점으로 하며, 집중배기 방식의 경우에는 배기갱 저부의 양측을 대상지점으로 생각할 수 있으나 환기기의 운전이 정지하는 경우에는 터널의 출구에서 오염농도가 최대가 된다.

CO농도의 측정은 비교적 간단하므로 여기서는 가시도의 측정방법에 대해서 간단히 알아보자.

가시도의 측정은 여러 가지 방법에 의해서 측정할 수 있으나 VI계를 사용하는 것이 일반적이다. VI계는 100m 간격으로 두고 설치된 발광부와 수광부로 구성되며, 발광부에서 방사된 빛이 수광부에 이르는 동안 매연에 의해서 흡광되어 광의 세기가 감쇄하는 정도를 가시도의 척도로하여 측정하게 된다.

따라서 VI계에서 측정되는 가시도는 100m간의 공간평균으로 볼 수 있다.

또 VI계에서 측정되는 가시도는 종류식 환기방식에서 터널내 평균 풍속을 5m/s로하는 경우에 100m 전구간을 신선공기로 대체하는데 걸리는 시간은 20초정도가 소요되므로 일반적으로 15초 정도의 주기로 sampling하여 컴퓨터에 입력하도록 하며, 15~60초간의 평균화처리를하여 제어데이터로 이용하게 된다.

### 6.1.2 제어의 주기

#### (1) 환기기의 제어주기

터널내 환기는 계의 응답성 및 환기기 구동용 전동기의 시동빈도의 제한으로 인하여 연속제어가 불가능하기 때문에 일정주기로 제어하게 되는데 이를 제어주기라 한다.

제어주기는 터널내 가시도가 허용농도의 하한치를 초과하는 시간이 10~20분 이상되지 않도록 제어가 이루어질 수 있게 설정되어야 하며, 터널의 규모, 환기기 사양, 교통상황에 따라 다르므로 일반적으로 연속풍량제어방식은 5~10분, 단계적 풍량제어방식에서는 15~30분을 제어주기로 하는 경우가 일반적이다.

특히 종류식 환기방식에서는 가시도가 일단 악

화된 후에는 환기기 풀가동하더라도 회복하는데 10~20분이 소요된다. 이와 같은 상태는 차량의 주행에 악영향을 줄 뿐만 아니라 소비전력도 풍량의 2~3에 비례하여 증대하게 되므로 종류식 장대터널에서는 풍량설정변경을 10분이하의 짧은 시간간격으로 하는 것이 바람직하다.

또한 방재시에는 터널내 풍속을 신속하게 감쇄시킬 필요가 있으므로 10~60초정도의 주기로 하는 것이 일반적이다.

#### (2) 데이터 sampling주기

환기제어를 실행하기 위한 주된 센서는 교통센서(traffic counter, 주행속도계), 오염물질센서(CO, VI), 공기센서(풍속계, 압력계)가 있으며, 이들 센서의 데이터는 환기기의 제어주기에 대응하여 일정한 주기로 입력되도록 계획하고 평균화 처리후에 제어연산에 이용한다. 일반적으로 sampling 주기는 환기기 제어주기에 1/10정도로 하는 것이 바람직하다.

표 21은 터널 환기기의 제어주기를 10분으로 하고 있는 일본의 대표적인 터널에서 각종 센서의 sampling주기를 나타낸 것이다.

교통량 센서의 경우에는 터널전방 10km지점에 위치하여 교통량을 10~30분전에 예측하여 제어데이터로 사용하고 있다.

공기센서로서는 풍향풍속계가 있으며 풍향풍속계는 순간적이 변동이 크므로 평균화처리가 선행되어야 하며 평균화시간은 10~15초 정도로 하고 있다.

#### (3) 반송계의 delay time

장대터널의 경우에 센서에서 수집되는 데이터는 제어장치에 전송되어 제어장치가 연산을 수행하고 제어출력을 환기기로 전송하게 된다. 이 과정에 요구되는 시간은 제어주기에 비하여 충분히 짧아야 하며 이때 걸리는 시간이 크게 되면 제어계가 불안정하게 된다.

데이터의 수집주기는 전송한 이유와 전송속도 및 전송되는 데이터량에 의해서 결정되는데 일반적으로 15초 정도로 한다. 환기제어주기의 예를 나타내면 그림 36과 같다.

### 6.1.3 환기제어와 전력량

전력비는 제어의 정도에 따라 많은 영향을 받

표 21 환기제어 평가용데이터와 수집주기

		關越 II 터널(하행)	惠那山 II 터널	一本松터널(하행)
Traffic counter	터널전방	약 10km 전방 5분 주기	약 12km 전방 1분 주기	터널입구 5분 주기
	터널내	5분 주기	-	-
오염농도계측기	CO	3개소 10초 주기	3개소 10초 주기	1개소 15초 주기
	VI	8개소 10초 주기	7개소 10초 주기	1개소 15초 주기
공기센터	풍향풍속계	6개소 10초 주기	6개소 10초 주기	1개소 15초 주기
	대기압	2개소 10초 주기	8개소 10초 주기	-
환기용 팬	송배풍기	제어주기 10분 송·배기×2개소 집진기×5개소	제어주기 10분 송·배기×2개소 집진기×4개소	-
	젯트팬	-	-	제어주기 15분 젯트팬 4대 부스터 팬 1대

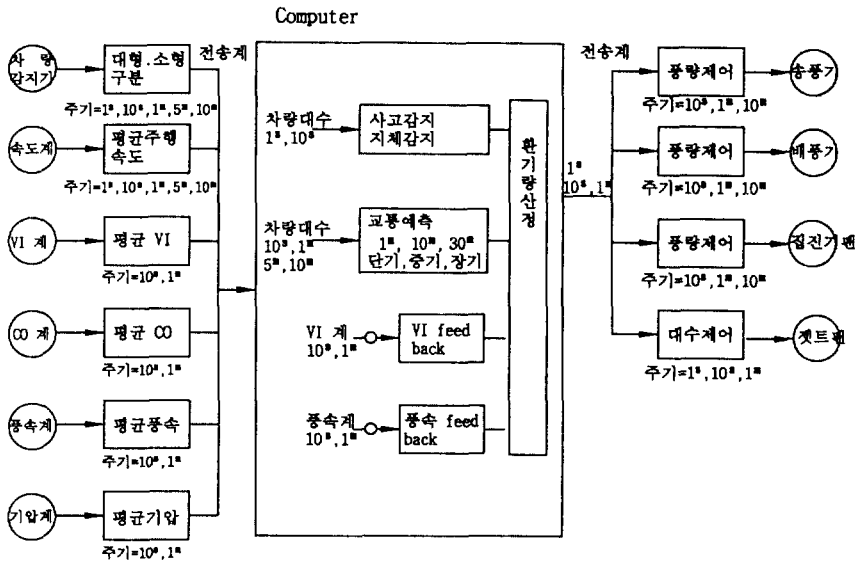


그림 36 환기제어 주기에

는다. 예를 들어 공기오염농도의 하한치를 제어 목표치로 할 때 전력량을 100%로 하는 경우에 제어목표치의 상승에 따른 소비전력의 상승률을 나타내면 그림 37과 같다. 일반적으로 제어목표치는 제어의 신뢰성을 확보하기 위해서 허용농도보다 높게 설정하고 있다.

즉 가시도의 허용값을 40%(매연농도 : 0.00916)

로 하는 경우에 제어용 설정치를 48%(매연농도 : 0.00734)로 강화하면 소비전력은 95%나 증가하게 됨을 알 수 있다.

6.1.4 종류식 환기방식의 제어면에서 특징  
최근들어 터널환기방식으로 많이 적용되고 있는 종류식 환기방식의 제어측면의 특징을 알아 보면 다음과 같다.

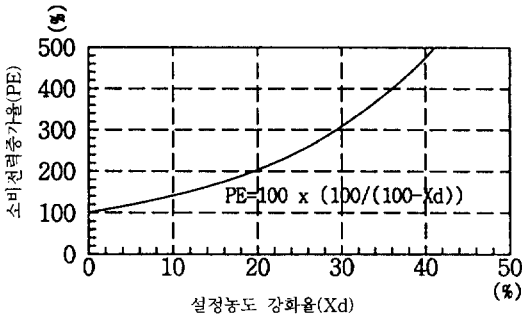


그림 37 설정농도의 강화율에 따른 소비전력

(1) 계의 응답성

터널에서 발생하는 오염물질은 터널출구를 통해서 배출되며 터널내 풍속은 최대 12m/s 이하이므로 터널의 연장을 2,000m로 가정하는 경우에 터널에서 발생한 오염물질이 완전히 배출되기 위해서는 최소 3분의 시간이 걸리게 되는데 이를 낭비시간(waste time)이라 한다. 또 환기기의 풍량을 변화시킨 다음 풍속이 정상상태에 도달하는데 일반적으로 4~6분정도의 시간지연(delay time)이 발생하게 된다.

즉, 계의 외란인 교통량 및 주행속도의 변동에 대한 계의 응답성이 타 환기방식에 비해서 늦는다. 특히 대형차의 급증으로 인해 가시도가 급격하게 악화하는 경우에는 환기기를 풀 가동하더라도 오염물질이 용이하게 제거되지 않으며, 제거된 후에는 오염농도가 급격하게 떨어지므로 소위 현칭(hunching)운전이 발생하기 쉬우므로 계의 시간지연이나 낭비시간에 대응하는 제어로직이 필요하다.

(2) 압력 밸런스

종류식 환기방식에서는 계의 압력장은 교통환기력에 주로 영향을 받게 되므로 제어면에서는 소정의 환기풍량만 조정하면 되는 타방식과는 다르다. 즉 교통환기력에 대응하여 환기기에서 요구되는 승압력을 구하고 이에 따른 환기의 운전제어가 요구된다.

(3) 환기기의 조합

종류식 환기방식은 집진기 및 수직갱이 켄트팬과 조합된 경우가 많다. 따라서 요구되는 환기풍량을 여러종류의 환기기가 분담하여 처리하게 되는데 이때 운전비용을 최소로 할 수 있는 조

합을 구할 필요가 있으며 이를 위하여 많은 연산과 비교가 필요하기 때문에 제어로직이 복잡하게 된다.

6.2 환기제어방식

6.2.1 프로그램(program)제어

예상되는 시간교통패턴에 따른 소요환기량을 계산하여 미리 설정해 두는 방식으로 피드백제어를 보조하기 위한 수단으로 사용된다. 교통패턴이 명확한 도시근교 터널에서는 풍량을 억제한 설정도 가능하나 허용농도의 하한치를 빈번히 초과하지 않도록 설정하는 것이 바람직하다.

이 방식은 교통량등이 예상되는 패턴을 벗어난 이상교통상황에 대응하기 위해서 수동운전으로의 전환 등의 조치를 강구해야 한다.

6.2.2 패드백(feed back)제어

(1) 특 징

터널내 공기의 오염농도를 설정 목표치와 비교하여 환기기의 운전을 증감시키는 제어방식이므로 교통량의 변동이 완만하여 시간지연이 문제되지 않는 터널로 환기기의 종류나 대수가 제한된 비교적 소규모에서 중규모 터널에 적용되는 사례가 많다.

이 방식은 같은 특징을 갖는다.

- 제어용 계측장치는 터널내에 설치되는 VI계, CO계, 풍향풍속계 등을 사용하며, 장치의 구성도 비교적 쉽다.
- 각종 제어정수를 조정하면 제어정도는 상당히 높일 수 있으며, 조정이 불충분한 경우에는 제어 현칭이나 과대환기에 의한 운전비의 과대가 발생할 수 있다.
- 여러 종류의 환기기가 조합되어 있는 장대 터널의 경우에는 풍량분담을 하는 것이 곤란하여 적용하기가 어렵다.

(2) 제어의 구성

제어흐름도는 그림 38과 같다. 계측된 가시도와 CO농도를 제어목표치와 비교하여 편차에 대응하는 제어량이 PID로직에 의해서 연산되고 피드백되게 한다.

(3) 데이터의 처리

계측된 터널내 오염농도는 전술한 바와 같이 수집주기를 고려하여 평균화하여 사용한다. 또 온

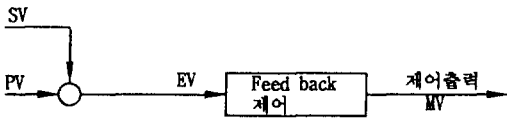


그림 38 Feed back 제어의 흐름도

라인 처리 특유의 기능으로 센서의 이상시에도 처리될 수 있도록 계획되어야 한다. 이를테면 여러 개의 센서중에 하나의 센서에서 이상이 발생하는 경우에도 나머지 센서의 데이터만으로 처리되도록 한다.

(4) 피드백제어처리

최근 콘트롤러가 마이크로프로세서화함에 따라 제어는 DDC방식을 채택하여 프로세스데이터를 일정주기로 sampling하여 다음식으로 표현되는 제어연산을 수행하게 된다.

$$MV_n = K_c (EV_n + \frac{T_s}{T_i} \sum EV_n + \frac{T_D}{T_s} (EV_n - EV_{n-1})) \quad (100)$$

여기서  $T_s$  : sampling주기

$T_i$  : 적분정수

$T_D$  : 미분정수

$MV_n, EV_n$  : n번째 Sampling시점에서 조작량과 편차

$K_c$  : 피드백 게인

윗식에서 우변의 제1항은 비례항으로 가시도 또는 CO농도가 목표치에서 벗어나는 정도에 비례하여 제어출력이 변한다. 제2항은 적분항으로 계측치가 설정값에서 벗어나 있다면 이 편차가 시간적으로 누적되어 제어출력에 영향을 준다. 즉 적분항은 장시간의 잔류편차를 목표치에 도달할 수 있도록 하는 역할을 한다. 제3항은 미분항으로 계측치의 변화경향에 따라 제어출력을 보정한다. 이를 테면 현재의 계측치가 목표값 부근에 있더라도 그것이 점차 악화되는 경향을 가지는 경우에는 미분항에 의해서 풍량을 증가시키게 된다. 미분항은 편차의 변화 경향을 보이고

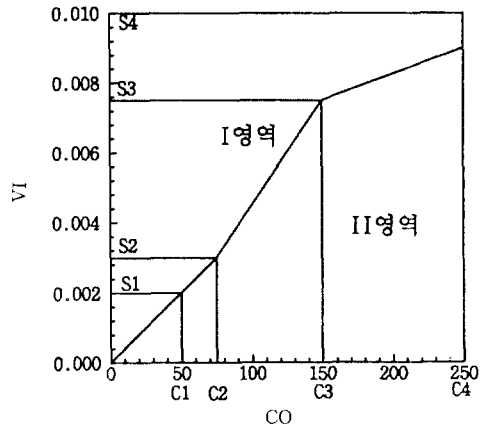


그림 39 오염농도의 기준값

있기 때문에 어느 의미에서는 예측적인 거동을 의미한다. 따라서 이 방식의 제어는 PID 각항을 적절히 조합하므로써 현청을 억제할 뿐만 아니라 편차를 직게할 수 있다.

(5) 제어출력

피드백 제어에 의해서 얻어지는 환기풍량을 실제의 환기기 대수, 풍량등으로 변환하는 것이 필요하며, 출력부에서 이 처리를 담당한다. 또 피드백제어 로직이 환기장치용 콘트롤러속에 일체되어 있는 경우에는 환기기의 고장에 대한 인터록이나 시퀀스제어로직과 함께 환기기의 운전 시간 평균화를 고려한 출력이 이루어져야 한다.

(6) 제어로직의 예

터널길이가 1,900m인 독일의 Wattkopf터널의 제어로직을 소개하면 다음과 같다.

당 터널을 도시근교에 위치한 2차선 양방향 터널로 반횡류식 환기방식을 채택하고 있는 터널이다.

CO와 매연(VI값)을 제어대상물질로 고려하고 있으며, 프로그램상에서 CO와 매연중에 어떤 물질을 대상으로 할 것인가를 결정하기 위해서 그림 39와 같이 CO와 매연농도의 관계기준을 정하고 있다.

즉 농도값이 그림에서 I 영역에 있는 경우에는 매연을 대상으로 제어하며, II 영역에 있는 경우에는 CO를 대상으로 제어한다.

환기제어에 사용되는 각종 parameter는 표 22와 같이 정리되며 표에서 GCO 및 GVI는 일

표 22 각종 parameter 및 기준값

구 분	이산화탄소			매 연		
	Parameter	농도값 (ppm)	조작량	Parameter	농도값 (ppm)	조작량
최저한계값	C1	50	-	S1	0.002	-
정상적인 상태에서 하한값	C2	75	-	S2	0.003	-
정상적인 상태에서 상한값	C3	150	-	S3	0.005	-
터널폐쇄조건	C4	200	-	S4	0.009	-
dt동안의 농도변화량 (dt=3min)	GCO1	20	ΔS=4	GVI1	0.00075	ΔS=4
	GCO2	10	ΔS=2	GVI2	0.0005	ΔS=2
	GCO3	5	ΔS=1	GVI3	0.00025	ΔS=1
	GCO4	-5	ΔS=-1	GVI4	-0.00025	ΔS=-1
	GCO5	-20	ΔS=-2	GVI5	-0.00075	ΔS=-2

정시간동안(dt, 여기서는 3분으로 하고 있다)에 CO 및 매연농도의 변화량을 의미하는 것으로 식(101)와 (102)로 구한다.

$$G_{CO} = \frac{(CO_1 - CO_0)}{dt} \quad (101)$$

$$G_{VI} = \frac{(VI_1 - VI_0)}{dt} \quad (102)$$

또 S는 현재 환기기의 가동상태를 나타내는 값이며 ΔS는 조작량에 해당하는 것으로 그림 40의 흐름도에 의해서 구한다. S값이 구해지면 표 23에 제시된 운영계획에 의거하여 환기기의 용량을 결정하고 이를 제어값으로 출력하게 된다.

6.2.3 피드-포워드(feed forward)제어

(1) 특 징

터널에 유입되는 교통량을 예측하여 발생하는 오염물질의 량을 계산하고 이에 알맞는 환기기의 운전을 행하는 제어방식으로 일반적으로 피드백제어와 조합하여 적용하게 된다. 즉 예측에 의한 환기량을 적용하고 터널내 오염상태를 입력받아 이를 수정하여 제어가 이루어진다.

- 제어용 예측장치로 피드백제어에 비하여 트래픽카운터가 필요하다.
- 제어정도는 예측정도가 높을수록 양호하며, 교통의 변동에 따른 환기기의 추종성을 좋

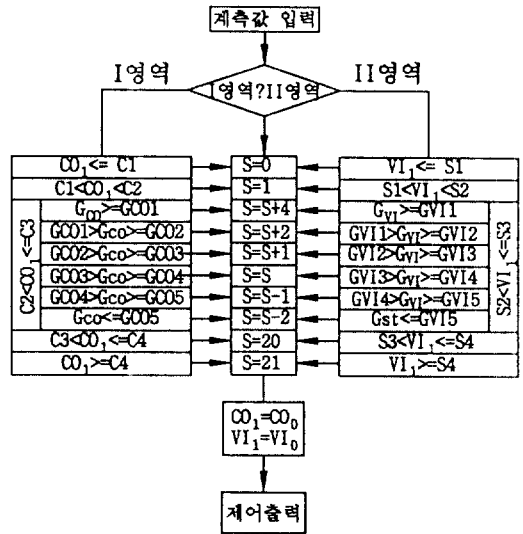


그림 40 예측값에 따른 환기기 용량 설정

게 할 수 있다.

- 대규모의 시스템에도 적용가능하다.

교통량의 변동이 비교적 큰 터널로 환기기의 종류와 대수가 제한되어 있어 풍량분담에 대한 연산이 필요하지 않은 중규모터널에 적용되는 경우가 많다. 환기기의 종류가 여러 가지인 경우에는 목적함수를 사용하는 풍량 분담연산이 필요하기 때문에 이와 같은 기능을 갖추는 것이 요구되

표 23 환기기 운전상태 및 출력

기준	운전 상태	송풍기 I 출력	송풍기 II 출력	비고
CO<50ppm VI<0.002 l/m	0	운전정지	운전정지	
50<CO<75 0.002<VI<0.003	1	30%	30%	
	2	35%	35%	
	3	40%	40%	
	4	45%	45%	
	5	50%	50%	
	6	60%	60%	
	7	70%	70%	
	8	80%	80%	
	9	90%	90%	
	10	100%	100%	
150<CO<250 0.0075<VI<0.009	20	100%	100%	
CO>250 VI>0.009	21	100%	100%	터널 폐쇄

며 이 경우에는 레귤레이터제어나 AI.퍼지제어를 사용하는 경우가 많다.

(2) 제어의 구성

제어흐름도는 그림 41과 같다. 이 방식은 피드포워드제어와 피드백제어를 조합한 것으로 교통량데이터에 의해서 소요환기량을 계산하고 이에따라 제어량을 계산하여 feed back제어에 의해서 계산되는 출력과 조합해서 최종출력을 정한다.

(3) 데이터 처리

피드백처리와 동일하며 교통량에 대한 처리가 더해진다.

(4) 교통량 예측처리

예측주기는 환기제어주기와 동일하게 하는 것이 일반적이다. 즉 10~30분마다 교통량예측을 수행한다. 예측기법으로 여러 가지 방법이 있으나 비교적 단기간에 적용되는 방법으로 AR모델이 있다. AR모델은 과거의 교통량 데이터(예를

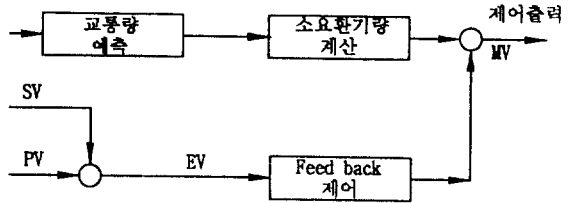


그림 41 Feed forward 제어의 흐름도

들어 10분간의 교통량  $x_1 \sim x_n$ )로부터 다음식을 구한다.

$$Y = a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2 + \dots + a_n \times x_n \quad (103)$$

여기서,  $a_1 \sim a_n$ 은 터널마다의 교통특성에 따라서 변하는 값으로 터널개통후에 교통데이터를 분석하여 Burg법에 의해서 구해진다.

(5) 소요환기량 연산

대형소형별로 예측되는 교통량을 토대로 환기구간의 연장, 구배 등을 고려하여 오염물질의 발생량을 예측하고 이에 따른 환기량을 구한다.

(6) 피드백 보정

소요환기량은 피드백 결과에 의해서 보정한다.

(7) 제어출력

연산의 결과 피드백에 의해서 보정된 결과가 얻어지므로 제어출력은 현재의 환기기 가동상황과 비교하여 최종의 출력을 구한다.

6.2.4 레귤레이터(regulator) 제어방식

(1) 특징

교통량예측에 의하여 기준치를 설정하고 제어 목표를 표현하는 목적함수를 최적치로 하면서 환기상태가 기준에서 벗어나는 경우에 자동적으로 보정이 이루어지도록 하는 제어방식이다.

- 계측장치로 트래픽 카운터가 필요하고 고도의 연산이 가능한 장치가 요구된다.
  - 제어정수가 많기 때문에 조정에 시간을 요하며, 제어정도는 우수하다.
  - 환기제어의 정도가 운전비용에 크게 영향을 미치는 장대터널의 경우에 적용성이 우수하다.
- 이 방식은 교통량의 변동이 비교적 큰 터널, 특히 환기기의 종류나 덧수가 많고 적절한 풍량 분담이 요구되는 중장대터널에 적용한다.

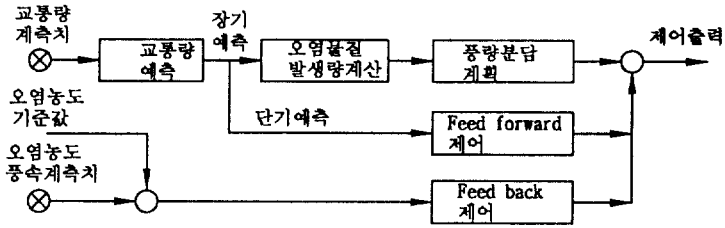


그림 42 Regulator제어의 흐름도

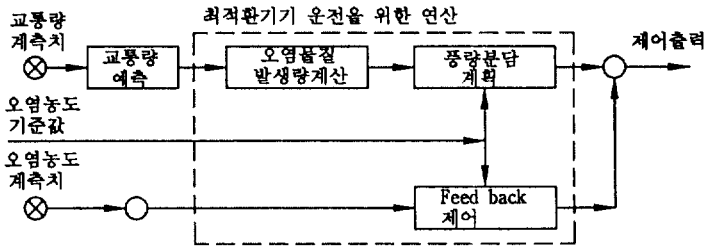


그림 43 AI. Puzzy 제어의 흐름도

이는 교통량의 변동이 많은 경우에 피드백제어만으로는 안정된 제어를 실현하는 것이 곤란하므로 필요한 환기풍량을 여러 종류의 환기기에 효율적으로 분담하는 것이 곤란하기 때문이다. 환기기의 종류나 대수가 많은 터널에서는 최적의 환기풍량의 분담결정에 의하여 소비전력을 저감하는 효과가 크다.

(2) 제어의 구성

제어요소의 흐름도는 그림 42와 같다. 이 방식은 기본적으로 교통량예측이 장기간에 걸쳐 행하여지며 이를 토대로 계산되는 소요환기량이 피드포워드형과 피드백제어에 의해서 계산되는 환기량과 비교되어 최종출력이 결정되는 방식이다.

(3) 데이터의 처리

피드백방식과 마찬가지로 설정값과의 편차에 의해서 조작량이 계산되며 장기교통량예측에 의해서 풍량분담계획이 수립되며 단계예측에 의해서 소요환기량이 계산되어 이 세가지 요소를 비교하여 최종적으로 제어량이 결정된다.

(4) 장기예측처리

환기설비는 되도록 일정한 출력으로 운전되는 것이 운용비용면에서 효과적이다. 따라서 환기제어 시간간격(10~20분)보다 상당히 긴 20분에서

1시간의 범위에서 교통량을 예측하고 이를 기준으로 하여 소요환기량을 계산, 제어의 기준치로 하므로서 제어출력을 일정하게 유지하도록 하는 방식이다.

1. 5분간격의 교통량 데이터를 소형·대형 또는 차종별로 구분하여 시간별로 수집한다.
2. 수집데이터를 기초로하여 시간대별로 AR 모델을 적용하여 장기교통량을 예측한다.

(5) 환기분담연산

여러 종류의 환기가 있는 경우에는 운전전력의 평가 및 제어부마다의 출력변동을 최소화하고 오염물질의 농도변화를 최소화 할 수 있도록 환기량을 각종 환기기에 분담처리하는 연산을 수행한다.

6.2.5 AI. 퍼지(fuzzy)제어

(1) 특 징

인공지능분야의 전문가 시스템이나 퍼지제어 이론을 도입한 것으로 조작원에 가까운 제어를 실현하거나 보다 미세한 제어를 실현하는 수단으로 유효한 것으로 거론되고 있다.

피드백제어에 비하여 10~30% 정도의 전력비를 저감하였다는 보고가 있다.

특징은 다음과 같다.



- 연산부에 퍼지이론을 적용하여 풍속과 오염 농도를 연관하여 제어한다.
- 풍량분담부분의 연산에 퍼지이론을 적용하여 최적화된 풍량분담을 실현하고 있다.
- 환기기의 운전정지에 대한 판단에 전문가 시스템을 적용하여 기동정지를 억제하는 제어를 실현하므로써 운전비를 경감하고 있다. 적용의 기준은 레귤레이터제어와 같으나 교통량의 변동이 크고 복잡한 설비를 갖는 터널일수록 도입효과가 클 것으로 기대된다.

#### (2) 제어의 구성

제어의 흐름도는 그림 43과 같다. 레귤레이터 제어와 동일한 양상을 가지며 교통량예측에 기초하여 오염물질발생량을 예측하고 최적의 운전계획을 세우고 보정을 통해 환기기기 운전을 결정한다. 보정이나 오염발생의 예측 운전계획의 입안 등의 목적함수에 퍼지이론이 적용된다.

#### (3) 데이터의 처리

피드포워드 방식과 동일하다.

#### (4) 최적 환기기 운전

레귤레이터 제어와 마찬가지로 환기기의 최적 운전계획(환기량 분담)을 구한다. 목적함수를 최소화하는 운전계획을 수리계획법을 사용한 연산에 의해서 처리하는 기법과 환기기조작후에 오

염농도를 예측하여 목적함수를 최소로 하는 조 작방법이 있다.

## 7. 맺 음 말

지금까지 4회에 걸쳐서 터널환기에 대한 개론적인 내용을 기술하였으나 미진한 점이 많으리라 생각된다. 현재 우리나라의 터널환기 설계기술은 기초적인 연구없이 일본 및 구미 선진국의 데이터를 그대로 받아들여 적용하고 있는 실정으로 적용성 여부에 대한 판단이나 국내 실정에 맞는 기본데이터의 축적이 시급한 실정이다.

특히, 터널환기 시스템 설계에 기본이 되는 환기량산정에 필요한 오염물질에 대한 기본배출량기준에 대한 검증이 우선적으로 요구되고 있으며, 터널환기 자동제어면에서는 극히 초보적인 단계를 벗어나지 못하고 있는 실정으로 우선적으로 터널환기 자동제어 및 계측 시스템이 정상화 되어야지만 터널설계를 위한 기초데이터의 축적이 가능해질 것으로 판단된다.

본고를 통해서 터널환기에 대한 관심을 고조하고 기초적인 연구를 활성화를 이루는 계기가 마련되었으면 한다.