

-
- (8) : , 가
 - (9) :
 - (10) :
 - (11) : , ,
 - (12) :
 - (13) :
 - (14) :
 - (15) :
 - (16) : 3 , , ,
 - (17) : / 가 가
 - (18) : ,
 - /
 - (19) :
 - (20) : TC (), VI() , CO/NOx
 - (21) : , ,
 - (22) : , ,
 - ()
 - (23) : , , , , , ,
 - (24) :
 - (25) :
 - (26) :
 - (27) :

-
- (28) :
 - (29) : , (MPa) .
 - (30) :
 - (31) : , , 가
 - , ,
 - (32) : (, , , ,)
 - .
 - (33) : , , , ,
 - ,
 - (34) :
 - (35) :
 - (36) ABC : A , 가 , B , 가 가 , C (電線路) .
 - (37) :
 - (38) : 가 가
 - .
 - (39) : 가 ,
 - .
 - (40) :
 - .
 - (41) : 가 .
 - (42) : , ,
 - .
 - (43) : , 가 가 (km/h) .
 - (44) : (MW) .
 - (45) : 가
 - (46) : 「 , 」 (“ 「 」 ”)
 - .
 - (47) :
-

- (48) : , A , B .
- (49) : , .
- (50) : , .
- (51) : , .
- (52) : .
- (53) : 가 .
- (54) : (, , , ,)
가 .
- (55) : 60%
- (56) : 2 () .
- (57) : (誘起
) 가 (導線) .
- (58) : ,
- (59) : (Cds) .
- (60) : 가 .
- (61) : .
- (62) : ,
(1) 가 ,
(1) 가 가 ,
- (63) : (AADT : Average Annual Daily Traffic) 1
365 .
- (64) : 가 .
- (65) : , , 가
가 , 가 .

-
- (66) 가 : , , ,
가 .
 - (67) : 「 」 「 」 가
 , 가 , , , 가
 - (68) : ()
 - (69) :
 - (70) : , .
 - (71) : , , ,
 - (72) : ()
 - (73) : () , ,
 - (74) : 가 , , Z가
 , E I $Z=E/I$ 가 .
 - (75) : 가 가
 - (76) : ATS(Automatic Transfer Switch)
 - (77) : 「 」 48 .
 - (78) : 가
 - (79) : 「 」 .
 - (80) : ,
 - (81) :
 - (82) :

-
- (83) : LED LED
 - (84) : , ,
 - (85) : , , 가
 - (86) :
 - (87) : 가 ,
 - (88) :
 - (89) :
 - (90) : 가 1.4mm , 0.35m²
 - (91) :
 - (92) : ,
 - (93) :
 - (94) : 2 가
 - (95) : , , ,
 - (96) : (), ()
 - (97) :
 - (98) :
 - (99) : , 2
 - (100) :
 - (101) : (, , ,)
 - (102) : 2
 - (103) : 가

(104) () :

(105) :

(106) :

(107) : 가

(108) :

(109) : 가 가 가
, ,

(110) :

(111) :

(112) :

(113) :

(114) 2 - Way :

(115) IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) : (gate) 가 C - E

(116) RTU (Remote Terminal Unit) :

, 가

2

2.1

(1) , , , ,

(2) ,

(3)

(4) 가 , 가 .

(5) , , .

(6) 가 .

(7) , 가 .

(8) , 「 」 .

(9) () , () . ,

2.1.1

(1) .

(2) ,

(3) ,

(4) ,

(5) 1 가 가

2.1.2

(1) , , ,

(2) .

(3)

가

(4)

10

,

가

가

(5)

가

가

(6)

(7)

2.1.3

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(, ,)

2.1.4

(1)

가

가

(2)

,

가 가

가

가

(3)

가

(4) . , 가 ,

2.1.5

(1)

(2) 가 가 . 가

가 가 .

(3) 가 가

(4)

(5) 가

2.1.6

(1) 가

(2) , CCTV, (, CO)

(3) 가 ,

CCTV가 가

(4) 가 ,

(5)

(6) 가 가 ,

가 ,

2.2

2.2.1

)가 , (

(1)

(2)

(3)

2.2.2

(1)

(2)

(3)

(4)

(5) CCTV()

(6)

CCTV

(7)

CCTV

가

가

(8)

()

(9)

2

2.2.3

(1)

(2)

(3)

가

가

2.2.4

가

가

(1)

(制煙, smoke control)

(排煙, smoke exhaust)

가

(2)

가

(3)

(4)

(5)

()

2.2.5

(1)

(IC, JCT)/ /TG 1,000m

() 2.0m ()

(4)

3 1 1 1

1

? 가

가 1

? 4 ?

2.3.3

(1)

< 2.3>

「 」 ()

()

(2) < 2.4>

< 2.2> (X) 가

	교차로/신호등/TG 등	있음	2
		없음	0
통행 방식	구분	있음	2
		갓길(길어깨)	-
	일방통행	○	1
		×	2
	대면통행	○	5
		×	6

세부평가항목		범위	위험도지수	
사고확률	주행거리계 (교통량×연장) (Veh·km/tube·day)		8,000미만	1.5
			8,000이상~16,000미만	2.5
			16,000이상~32,000미만	5.0
			32,000이상~64,000미만	7.5
			64,000이상	10.0
터널특성	표고차 및 경사도	입출구 표고차(m)	10미만	0.5
			100이상~200미만	1.0
			200이상~300미만	1.5
		진입부 경사도(%)	300이상	2.0
			3.0미만	0.5
			3.0이상	1.0
터널특성	터널높이 (m)		7.5이상	1.0
			5.0이상~7.5미만	2.0
			5.0미만	3.0
	터널곡선반경 (m)		1,800m이상	0.5
			1,800m미만	1.0
대형 차량	위험물수송 관련	대형차 혼입률 (%)	10미만	0.5
			10이상~17.5미만	1.0
			17.5이상~25미만	1.5
			25이상	2.0
		대형차 주행거리계 (대.km/tube· day)	500 미만	0.5
			500 이상~1000미만	1
			1000이상~2500미만	2
			2500이상~5000미만	4
			5000이상	6
		갈시 시스템	있음	0
			없음	1
		유도 시스템	있음	0
			없음	1
정체정도	서비스수준		LOS A~LOS C	1
			LOS D	2
			LOS E~LOS F	3
			대면통행	3
	터널내 합류/분류		없음	0

<표 2.3> 등급별 방재시설 설치기준

방재시설		터널등급				비 고	
		1등급	2등급	3등급	4등급		
소화 설비	소화기구	●	●	●	●		
	옥내소화전설비	●○	●○			연장등급, 방재등급 병행	
	물분무설비	○					
경보 설비	비상경보설비	●	●	●			
	자동화재탐지설비	●	●				
	비상방송설비	○	○	○			
	긴급전화	○	○	○			
	CCTV	○	○	○	△	△: 200m 이상 터널	
	영상유고감지설비	△	△	△			
	재방송설비	○	○	○	△	△: 200m 이상 터널	
	정보표시판	○	○				
	진입차단설비	○	○				
피난 대피 설비	비상조명등	●	●	●	△	△: 200m 이상 터널	
	유도등	○	○	○			
	대피 시설	피난연결통로	●	●	●		
		피난대피터널(1)	●	△			1등급: 피난대피터널을 우선 적용 2등급: 격벽분리형 피난대피통로를 우선 적용
		격벽분리형 피난대피통로(1)	△	●	●		
		피난대피소(1)	삭제				
	비상주차대	○	○				
소화 활동 설비	제연설비	○	○				
	무선통신보조설비	●	●	●	△(2)		
	연결송수관설비	●○	●○			연장등급, 방재등급 병행	
	(비상)콘센트설비	●	●	●			
비상전 원설비	무정전전원설비	●	●	●	△(3)		
	비상발전설비	●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행	

● 기본시설 : 연장등급에 의한 ○ 기본시설 : 방재등급에 의한

△ 권장시설 : 설치의 필요성 검토에 의한

- (1) 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치
- (2) 4등급 터널의 경우, 재방송설비가 설치되는 경우에 병용하여 설치함
- (3) 4등급 터널은 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치함

<표 2.4> 방재시설 설치위치 및 설치간격

방재시설		설치위치와 설치방법	설치간격
소화 설비	수동식 소화기	일방통행터널 : 4차로 미만의 일방통행 터널은 주행차로 우측 측벽, 4차로 이상의 터널은 양측벽에 설치 대면통행터널 : 양쪽측벽에 교차하여 설치, 격납상자를 설치하고 내부에 2개 1조로 비치	50 m이내
	옥내소화전 설비	4차로 미만의 일방통행터널은 주행차로 우측 측벽 편도 2차로 미만의 대면통행 터널은 한쪽 측벽 4차로 이상 일방통행 터널 및 편도2차로 이상의 대면통행 터널은 양측벽	50 m이내
	물분무소화설비	측벽설치(도로면 전체에 균일하게 방수되도록 한다)	방수구역 : 25~50 m
경보 설비	비상경보설비	수동식 소화기 또는 옥내소화전함에 병설	50 m이내
	자동화재 탐지설비	최적성능을 확보할 수 있는 위치	환기방식별 필요인식 범위
	비상방송설비	터널내 측벽에 설치(교통통제 및 상황전파 목적으로 터널입구 전방에도 설치할)	50 m이내
	긴급전화	터널입구와 출구부, 터널측벽과 피난·대피시설(피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로, 비상주차대)에 설치	250 m이내
	CCTV	터널측벽설치(피난·대피시설 출입부 및 터널 전구간 감시가 가능하도록 설치할.)	터널내: 200~400m간격 터널외부: 500m이내
	영상유고 감지설비	터널 전구간 감시 가능하도록 설치간격을 정함.	100 m간격
	재방송설비	터널 구간에서 청취(시청)가능하도록 설치	
	정보 표시판	터널입구 정보표지판	터널전방 500 m이내
터널 진입 차단설비		터널전방 500 m이내	

2.4

2.4.1

(1)

가

(2)

(1)

		차로이용 규제신호등	터널외부는 터널입구정보표시판과 터널진입차단설비사이에 설치	터널내: 400~500m간격 터널외부: 500m이내
피난 대피 설비 및 시설	비상조명등		야간 점등회로를 병용하여 설치	
	유도등	A	대피시설 부근	
		B	대피시설이 설치된 측벽설치	약 50 m 간격
	피난 대피 시설	피난연결통 로	쌍굴터널, 피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로(차단문 설치)	250~300 m이내
		피난대피터 널	본선터널과 평행하게 설치하는 것을 원칙으로 함.	
		격벽분리형 피난대피통 로	본선 터널내 측벽에 설치	
		피난대피소	삭제	
	비상주차대	주행차선 갱길(길어깨), 대면통행 터널은 양측벽	750 m이내	
소화 활동 설비	제연설비		환기설비와 병용	
	무선통신보조 설비		재방송설비와 병용할 수 있음	터널내: 피난연결통로(250m이 내) 터널외부: 10m이내 터널관리소: 10m이내
	연결송수관설비		송수구: 터널입출구부 방수구: 옥내소화전설비와 병설	50 m이내
	비상콘센트설비		소화전함에 병설	50 m이내
비상 전원 설비	무정전 전원설비		시설별 설치	시설별
	비상발전설비		별도로 구획된 실내 또는 함체에 설치	

(3) ‘ , (1)

(4) 가

가

(5) 가 가

(6)

2.4.2

(1) (1) 가 500m

(2) (1) 가 30m

가 30m

가

가

(3)

()

(1)

(4) ()

2.5 ()

2.5.1

(1) ()

(2) () 가

(3) () 「 」 ()

2.5.2

(1) () ' 2.3 ,

가 1/2 , 가

(2) () , < 2.5 >

(3) () < 2.4 >
「 」

3

3.1

3.1.1

(1)

(2) 가 가 가 , , ,

가

(3) ' , , 가

(4) (NFSC 101) (NFSC

603)

<표 2.5> 터널형 방음시설(방음터널)의 방재시설 면제기준

설치가 면제되는 방재시설	설치면제기준	비 고
재방송설비	터널형 방음시설(방음터널)의 내부에서 라디오 및 지상파멀티미디어 방송수신이 가능한 경우	
비상조명등	터널형 방음시설(방음터널)의 내부에서 주간시 채광에 의한 조도확보가 가능하고, 야간시 '도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙'에 의한 조도를 유지하는 조명시설을 설치한 경우 (단, 지역 특성상 적설에 의해 조도확보가 어려운 경우는 주간에도 조명시설을 운영하여야 한다.)	
무선통신보조설비	터널형 방음시설(방음터널)의 내부에서 외부와의 무선통신이 가능한 경우	
피난·대피시설	터널형 방음시설(방음터널)의 내부에서 외부로 탈출이 가능하도록 일정간격으로 통로(또는 차단문)가 설치된 경우나, 중앙분리벽을 통해 상대 터널형 방음시설(방음터널)로 대피가 가능하도록 피난연결통로(또는 차단문)가 설치된 경우	통로설치간격은 피난연결통로 기준 준수

3.1.2

- (1) A 3 , B 5 , C
- (2) 가 가

3.1.3

- (1) 50m 50m () 4 50m () 2 1 가

(2)

가

500m

가

CCTV

가

가

3.2

3.2.1

(1)

(2)

(3)

603)

3.2.2

(1)

40mm

0.35MPa

190 /min

45m

가

40

3.2.3

(1)

2

2

가 3

가

가 4

50m

(2)

가

2

, 4

3

(3)

CCTV가
, CCTV

CCTV

가

3.3

3.3.1

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(NFSC 104)

(NFSC 104A)

3.3.2

(1)

() , ()) 1m² 6 /min

(2)

(NFSC104A)

3.3.3

(1)

() 1

(2)

() 가 CCTV 가

3

(3)

() 25m~50m , 2~3 (75m) 40

(4)

() 40

4

4.1

4.1.1

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

603)

4.1.2

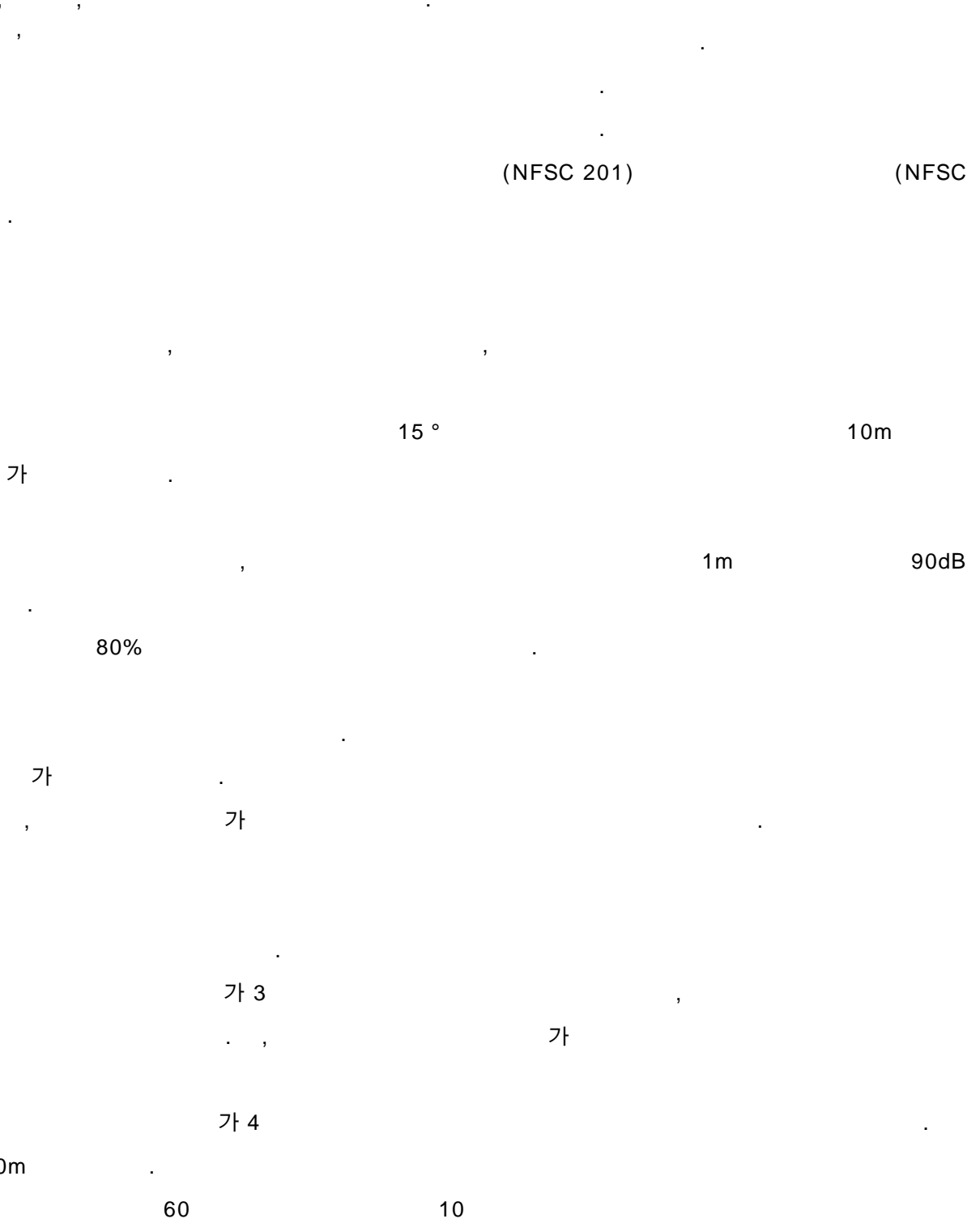
(1)

(2)

(3)

4.1.3

(1)



(NFSC 102)

(2) , , (), (158mm Bell),

0.8m 1.5m

(3) 가 가 가 가 2 가

가 119 ()

4.2

4.2.1

(1) , , (2) , , , ,

(3) , , ' 4.1 ' ,

(4) (NFSC 203)

(NFSC 603)

4.2.2

(1) (NFSC 203)

가 1.5MW 3m/s

1 (NFSC 203) 가 가 가

()

가

4.2.3

(1)

2

가

2,000m

가

CCTV

가

CCTV

CCTV

가

(2)

3

CCTV

(3)

2

3

가

CCTV

4.3

4.3.1

(1)

(2)

가

(3)

60

(4)

(NFSC 202)

4.3.2

(1)

Power Amp, Tunner, CD Player, Tape Recorder, Emergency

, Matrix Logic

(2)

, DMB

4.3.3

(1)

3

(2)

90dB/W/m

(3)

(4)

(,)

(5)

(6)

가

2

-
- (7) , .
 - (8) .
 - (9) 가
 - 200m 50m , 가
 - 4.4
 - 4.4.1
 - (1) , .
 - (2) ‘ , 가 가 가 .
 - (3) ‘ , .
 - (4) ‘ , , .
 - (5) 60 .
 - 4.4.2
 - (1)
 - (2) 가 .
 - (3) , , .
 - (4) 가 , (, ,) ,) 가 .
 - 4.4.3
 - (1) 3 .
 - (2) (, ,) 250m
 - (3) 1.0~1.5m .
 - (4)
 - (5) ‘ , 가 .

4.5 CCTV ()

4.5.1

(1) CCTV , .

(2) ‘ CCTV ’ ,

(3) ,

(4) CCTV 가 가 .

(5) CCTV 1 .

4.5.2

(1)

(2)

20 .

(3)

CCTV DVR, NVR 가 가 .

4.5.3

(1)

3 , 3 200m

3 .

CCTV 가 가 .
200~400m , 가 ,

, CCTV ,

500m

CCTV (, , ,)

가

가 .

3.5m ,

가

CCTV

가

(2)

CCTV

48

4.6

4.6.1

(1)

가

(2)

(3)

1

4.6.2

(1)

CCTV()

30

/

(2)

(, , ,)

가

가

가

(3)

(30)

()

(4)

< 4.1 > 가 가

<표 4.1> 평가항목 및 가중치

평가항목		가중치	비고
감지 능력	- 보행자, 정지차량, 역주행, 화재감지	0.2	낙하물삭제
	- 정확성 및 신속성	0.1	
감지 범위	- 감지범위 최소 100m 이상	0.1	
경제성	- 초기투자비	0.2	시공 시 초기 설치비용
	- 유지관리비	0.2	소프트웨어 라이선스 연장 및 업그레이드 등을 포함한 유지비
유지보수성	- 카메라 점검 주기	0.05	
	- 운영자의 편의성	0.1	
국산화	- HW/SW 국산화율	0.05	

4.6.3

- (1) 3
- (2) CCTV 가
- (3) ,
- (4) (calibration) (tuning)
- (5) (6)
- (6) CCTV 100m CCTV 가 3.5m
- (,)
- (6) (calibration) (tuning)

가
4.7

4.7.1

(1)

(2) 「 」

(3) ‘ ’ AM/FM

가 가

(4) ‘ ’ 가 가

(5) ‘ ’ AM/FM

(6) ‘ ’ 가

(7) ‘ ’ 가 가

(8) ‘ ’ FM

(9) 「 」, 「 」, 「 」

4.7.2

(1)

가 AM/FM

가

()

가

가

「 」 ()

(2)

50 ,

(3) , ,

(4)

60

4.7.3

(1)

3

200m 4

200m

(2)

가

(3)

가

? ?

(4)

가

4.8

4.8.1

(1)

(2)

(VMS),

(LCS),

(3)

(4)

(5)

(6) ' , 가

(7) ' ,

4.8.2

(1) (VMS : Variable Message Sign)

LED Dot Matrix Module LED

가 10 x 2 Module

Module 600 x 600mm , 16 x 16 Dot Matrix

(2) (LCS : Lane - Use Control Signal)

LCS LED Dot Matrix Module , 가 1 x 1 Module

Module 600 x 600mm , 16 x 16 Dot Matrix

(3)

() ,

() VMS/LCS , ? , ,

4.8.3

(1) (VMS: Variable Message Sign)

2

500m , 가

가

(1)

가

(2) (LCS: Lane - use Control Sign)

2

100m ,

400~500m

?

(3)

?

, ?

AC (2)

3

(4)

가 가 가 가 가

4.9

4.9.1

(1) 2
(2) ()

4.9.2

(1) 가

(2) 3.2m 가

2.2m

4.9.3

(1) 2 100m 가

(2) (1)

(3)

(4)

(5)

(6) 가 가

가

(7)

5

5.1

5.1.1

(1) , 가

(2) ,

(3)

(4) (NFSC 304)

5.1.2

(1) 10lx

(2) 1/2

(3) , 가

5.1.3

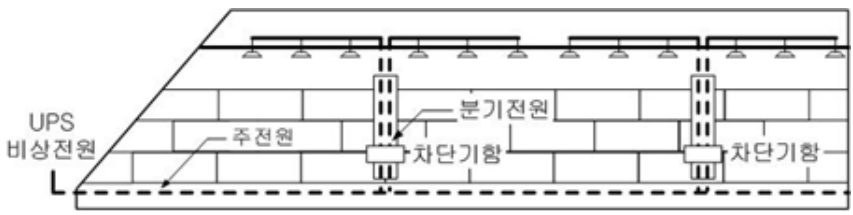
(1) 3 , 200m

(2) , 60

(3) (NFSC 102)

(4) 2 (; 125~150m)

< 그림 5.1 >



<그림 5.1> 비상조명등 설치 개념도

5.2

5.2.1

- (1) ,
- (2) ‘ A ’ (, ,)
- (3) ‘ B ’ ()
- (4) ‘ A ’ , , .
- (5) 60
- (6) (NFSC 303)

5.2.2

- (1) A , B
- (2) A 250 × 250mm (), 350 × 740mm (),
1,300mm × 600mm () , (+) 2,800mm × 600mm
()
- (3) B 1,300mm × 700mm

5.2.3

- (1) 3
- (2) ,
- (3) A 가
- (4) B
- (5) B , 1.5m
- (6) B 50m
- (7) 가 30m

5.3

5.3.1

- (1) , , ,
- (2) ‘ , , ,
()
- (3) ‘ ,

(4) ‘

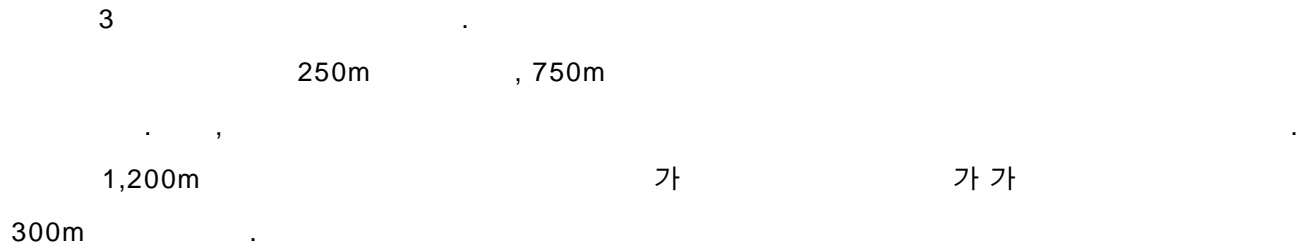
(5) ‘

2

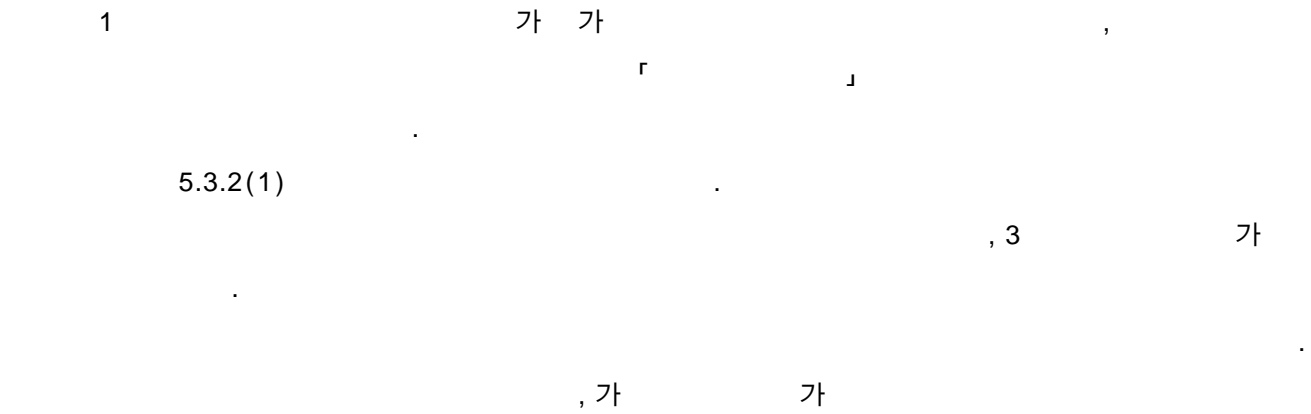
(6) ‘

5.3.2

(1)



(2)



(3)



5.3.2(1)

, ,가

가

「 」

가. 3

가

가

가

(4)

2

가

750m

가

가

3

5.3.3

(1)

2.5()×2.5()

)m

4.7()×3.5()m

(2)

가

10%

가

2.5()×2.5()m

1.35()×2.0()m

가

2.8()×2.8()m

(3)

(1)

0.75m

2.0m

가

(4)

1.35()×2.0()m

3.2()×3.5()m

65N , 100N

가

가 가 ,

가가 ,

? 가 , ,

? 800Pa

6

6.1

6.1.1

(1)

(self rescue) 가 가

(2)

(smoke exhaust)

(smoke control)

(3) (smoke exhaust) (smoke control)

< 6.1 >

6.1.2

(1)

가. 1 : (10~15)

가

. 2 :

가

(2)

가

< 6.2 >

20MW

80m³/s

가

가

표 6.1 횡류식 및 종류식의 일반사항

구 분	횡류식(또는 반횡류식)	종류식
연기의 제어개별	화재지역으로부터 연기를 배연(Exhaust Smoke)하는 방식으로 연기 및 열기류의 방향성 제어가 곤란하여 화재규모가 큰 경우에는 적용성이 떨어진다.	화재지역으로부터 일방향으로 연기 및 열기류를 제어(제연, Smoke Control)하는 방식으로 열기류의 유동방향 제어가 용이하다.
환기팬의 운전제어	급기 반횡류식의 경우, 화재시 배연모드로 전환하기 위한 대기시간과 역전운전 후에 정상가동에 필요한 시간지연이 길다.	일반적으로 30초에서 1분 이내에 제트팬 정상운전속도에 도달하지만, 터널내 풍속이 정상상태에 도달하기 위해서 시간지연이 필요하다.
통행방식에 따른 적용	일방통행 터널의 경우에는 차량의 운행에 의해서 발생하는 피스톤효과에 의한 풍속이 상시 존재하므로 열기류의 방향성 제어가 곤란하며, 일방통행 터널보다는 대면통행 터널에 대한 적용성 우수하다.	대면통행 보다는 일방통행 터널에 대한 적용성 우수함 교통정체시에는 연기가 화재하류 지역의 차량이나 대피자를 덮칠 수 있다. 이와 같은 이유로 외국에서는 단순히 제트팬에 의한 종류식은 정체빈도가 높은 도시 지역의 터널과 대면통행 터널에 대한 적용을 금지하는 경우도 있다.
배연을 위한 환기기 용량 산정	화재강도에 따른 연기발생량 및 연기의 확산을 억제할 수 있도록 최소한의 풍속을 얻기 위한 풍량에 의해서 배연량을 결정한다.	연기의 역류를 억제하기 위한 일계풍속을 유지할 수 있도록 제트팬 설치 대수 결정한다.
배연 또는 제연능력 향상을 위한 방안	대배기구 방식에 의해서 화재지점에서 집중적으로 연기를 배기할 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 제어의 정확성이 요구되며 배기구의 개폐조절을 위한 전동덤퍼의 설치로 인하여 설치비용 및 유지관리 비용 이 증대한다.	연기가 전구간으로 확산되는 것을 억제하기 위해서 일정간격으로 수직갱 또는 배연용 덕트를 설치하여 구간배연을 통해 연기의 배기능력을 증대할 필요가 있다.
비상전원	배기 또는 급기목적의 대형 축류팬은 비상전원시설에 의한 가동이 가능하나 발전실 규모와 용량이 증대한다.	종류식의 주 제연설비인 제트팬은 비상발전기에 의해서 가동되도록 시설하고 있어, 정전등의 비상시 제연이 가능하다.

<표 6.2> 설계화재 강도 및 연기발생량

적용차종	승용차	버스	트럭	탱크물리
화재강도 (MW)	5이하	20	30	100
연기발생량 (m ³ /s)	20	60~80	80	200

(3)

(6.1), (6.2) , () 가

$$V_{rc} = K_z \cdot Fr_c^{-\frac{1}{3}} \left(\frac{gHQ}{\beta\rho_0 C_P A_r T_f} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (6.1)$$

$$T_f = \frac{Q}{\beta\rho_0 C_P A_r V_{rc}} + T_0 \quad (6.2)$$

여기서, V_{rc} : 임계풍속(m/s), K_z : 터널경사 보정계수, Fr_c : 임계 Froude 수(=4.5), g : 중력가속도(=9.8 m/s²), H : 화점에서 터널 천장까지의 높이(혹은 대표직경), Q : 화재강도(MW), β : 보정계수, ρ_0 : 초기 공기밀도 (kg/m³), T_0 : 초기 공기온도(K), C_P : 정압비열(J/kg·K), A_r : 터널단면적(m²), T_f : 화점온도(K) 이다.

㉔ 터널경사 보정계수는 다음 식(6.3)으로 계산한다.

$$K_z = [1 + 0.014 \tan^{-1}(\text{grade}/100)] \quad (6.3)$$

여기서, grade : 터널 종단경사(%) 이다.

(4) , <

6.3>

가 ()

, 가

(5)

, 가

가

. 가 가

가 , 2

. ,

가

. 250 40

. 가

. 가 가

6.1.3

(1)

<표 6.3> 터널특성별 권장 제연방식

지역 및 통행방식	터널길이	화재시 적용 제연방식 및 방법
대면통행 및 도시지역	500 m 미만	▪ 자연환기에 의한 제연
	500~1,000 m 미만	▪ 방재등급 2등급 이상의 터널은 기계환기방식
	1,000 m 이상	▪ 방재등급 1등급 이상의 터널은 대배기구방식의 횡류방식 또는 반횡류식
지방지역의 일방통행	500 m 미만	▪ 자연환기에 의한 제연
	500~3,000 m 미만	▪ 방재등급이 2등급 이상인 터널은 기계환기방식
	3,000 m 이상	▪ 수직구, 집중배기, 대배기구 방식 등 배연능력을 향상하기 위한 구간배연시스템 권장

가 가

가

㉔ 배연풍량(Q_B)은 연기발생량과 배기구 주변공기의 유입 및 종향 기류제어를 위한 부가풍량을 고려하여 식(6.4)로 산정한다.

$$Q_B = Q_s + A_r \cdot V_r \quad (6.4)$$

여기서, Q_s 는 연기발생량으로 $80m^3/s$ (설계화재강도 20MW 기준)으로 하며, $A_r \cdot V_r$ 은 주변공기의 유입 및 종방향 기류제어를 위한 부가풍량으로 V_r 은 종방향 기류를 제어하기 위한 풍속 개념에서 도입된 것이다.

가

가.

,

가

가

V_r

.

?

250m

.

2

CO가 (100ppm)가

()

가.

50~100m

.

20m/s

.

가 가
50~100m ,

가. , 2,000m

()

(2) 가

가. , , 가

(6.5) 3

$$n = \frac{N \cdot L_r}{V_t} + N \cdot \frac{3}{60} \quad (6.5)$$

여기서, N: 시간교통량(대/hr), V_t : 화재전 차량의 주행속도(km/h), L_r : 터널연장(km)이다.

라. 위의 다.에서 화재전의 차량주행속도(V_t)는 도로의 특성을 고려하여 선정한다.

가

가. 화재 시 터널 내 정체길이는 차량평균길미와 차간간격의 합으로 나타낼 수 있으며, 터널 내 총 정체차량 대수를 고려한 정체길미(L_S)는 식(6.6)로 산정한다.

$$L_S = (CL_{avg} + GL_{TH}) \cdot \frac{n}{Lane} \quad (6.6)$$

여기서, CL_{avg} : 차량의 평균길미(m), GL_{TH} : 차간간격(선행차량 후미부에서 후행차량 전두부)(m), n : 정체시 터널내 총 차량대수, $Lane$: 차로수 이다.

나. 차량의 길미는 도로설계편람(617. 환기시설)의 차종별 차량제원을 참고할 수 있으며, 차량의 평균길미는 식(6.7)로 계산한다.

$$CL_{avg} = \sum_{i=1}^{차종} (CL_i \cdot \phi_i) \quad (6.7)$$

여기서, CL_i : 차종(i)별 차량길미(m), ϕ_i : 차종(i)별 혼입률(%) 이다.

다. 차간간격은 식(6.8)로 계산한다.

$$GL_{TH} = \frac{1,000}{D_0} - CL_{PC} \quad (6.8)$$

여기서, D_0 : 정체시 밀도(pc/km · lane), CL_{PC} : 승용차의 길미(m)(=4.34m) 이다.

가. 가 . 가 ,

6.1.4

(1) 가 CCTV , (,)

가 24 가 , 가 가

(2) 60 ()

가. . , .

. 가 .
. 가

. 가 가 .
()

가. , 가
가 ,
. 가

(3)
() ,

가
가 가
() 가 가

6.1.5

(1) 250 60 가

(2) ()

가 가

(3) 250 60 가 ,

(4) 250 60

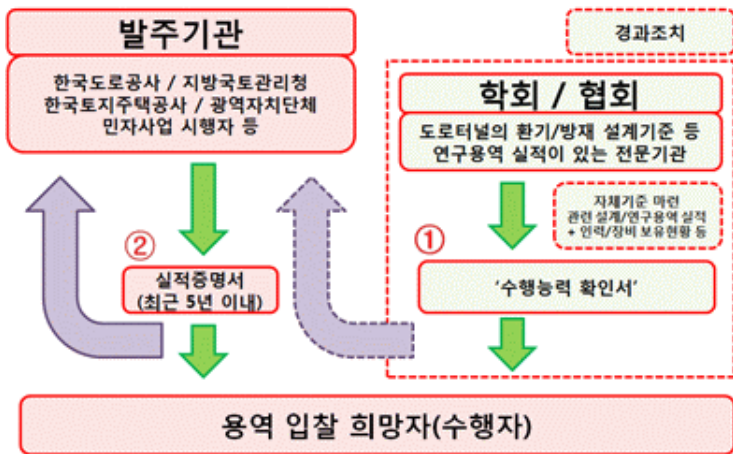
6.1.6

(1) ' , ()

(2) ,

가. 가 4 1 ,

"터널 제연설비 성능검증 수행능력 확인서"를 이용한 입찰제도



<그림 6.1> 수행조건의 경과조치

가. () () 가
 1 ()
 가. 5 () 1

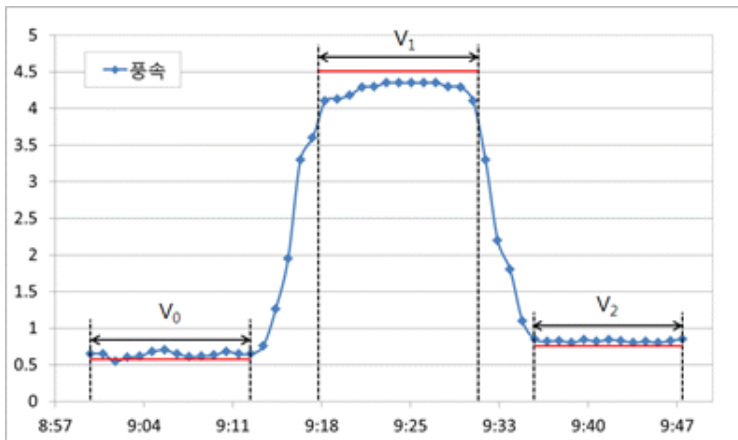
가 () 가
 ? 가(5) ? 가

(3)
 가. (Vt) 가 (V0, 15), 가 (V1, 15), (V2, 15)
 (V0, V1, V2)

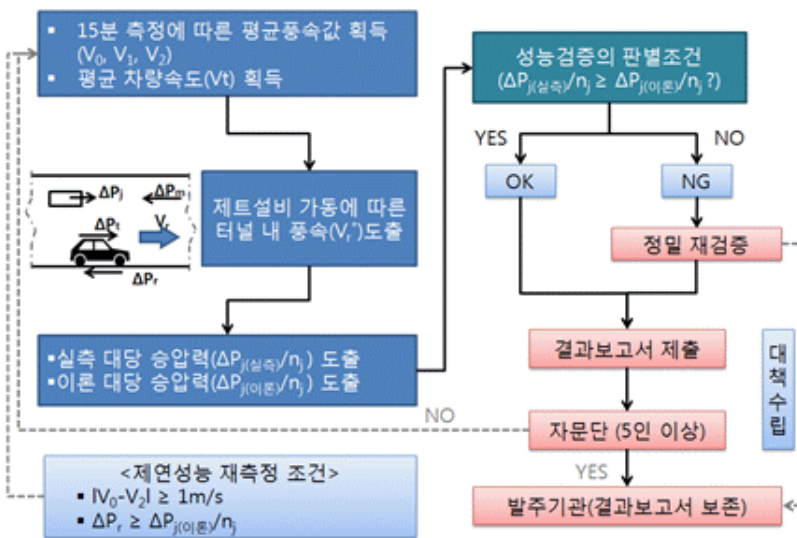
가. 가 (V0) 가 (V1) 1 ()
 가 (V1) 1

가. 가 (V0) (V2) 가 1m/s
 가 (V0) (V2) 가
 (V1) 1

가.



<그림 6.2> 풍속 측정방법(예)



<그림 6.3> 수행 흐름도(예)

(4) ()

()

가.

TAB

가.

가 ?

(5)

(,)

6.2

6.2.1

(1)

(2)

(3) “ ”

가 가

(4) “ ”

가 가

(5)

(NFSC 505)

6.2.2

(1)

50 , ?

(2)

, ?

5m

가

(3)

60

6.2.3

(1) 3 , 3 가
가
가

(2) 가 4m
? ?

(3) 0.8m 1.5m
10m
“ ”

6.3

6.3.1

(1)
(2) ‘ ’
(3) ‘ ’
(4) (NFSC 502)

6.3.2

(1) 2
(2)

2
50m

6.4

6.4.1

- (1) ‘ ’
- (2) ‘ ’
- (3) (NFSC 504)
- (NFSC 603)

6.4.2

- (1) 220V 1.5kVA
- (2) 가
- (3) 500V 20M

6.4.3

- (1) 3
- (2) 50m
- (3)
- (4) 1
- (5) 3 (1 220V 4.5kVA) 3
- (6) 가 ()

7

7.1 (UPS)

7.1.1

- (1) 가
- (2) (NFSC 102)
- (3) ‘ ’ UPS(Uninterruptible Power Supply System)

7.1.2

(1) UPS IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) ON - LINE

Type

(2) UPS 2V 12V

7.1.3

- (1) 200m , .
- (2)
- (3) ,
- (4) 60

7.2

7.2.1

- (1) ,
- (2) (NFSC 102) .
- (3) ‘ , ,

7.2.2

- (1) ,가 ,가 ,
- (2) 가
- (3) .

7.2.3

- (1) 2 , 3 () ()
- (2) 가
- (3) , ,
- (4) 가 (“ ”)
- (5) 가가 (ATS) .

8

8.1

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

8.2

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

8.3

(1)

(2)

표 8.1 관리사무소 기능실별 기능 및 설치예

실구분	실면적 (㎡)	시 설 물	기 능	관리소	관리사무소	통합관리 센터	
전기실	233 (71)	수변전 설비	·한전전기인입(특고압→저압)	○	○		
		UPS 설비	·방재시설별 축전기에 의한 무정전 전원설비(80분)	○	○	○	
		분전반	·각종설비 동력 분배	○	○	○	
제어실	82 (25)	화재수신반	·터널내 화재감시		△	○	
		긴급전화 설비	주장치	·비상시 관리사무소, 통합관리센터 통화시설		○	○
			전화기	·터널내 긴급전화기	○	○	○
		비상방송설비 제어반	·터널내 비상시 방송 송출	○	○	○	
		재방송 설비 제어반	FIM/DMB 송수신기	·터널내 상황을 라디오등을 통한 송출	○	○	
			무선통신중계기		○	○	
			긴급방송유니트		△	△	○
			제어반				
		원격감시 및 제어설비	RTU	·터널내 각종설비 감시제어	○	○	△
			모니터			○	○
			Op. Station		△	△	○
		CCTV	제어판넬	·터널내 · 외부상황 감시 녹화	△	△	○
			모니터	·개별터널 각종설비 감시제어	△	○	○
		통합상황판	·터널내 사고상황 집중감시		△	○	
		통합관련설비	·개별터널 각종설비의 감시제어 요소를 통합센터에 중계	○	○	○	
통합방법설비	·무인운영 관리동감시(CCTV, ACU)	△	△	○			
발전기실	77 (24)	비상발전기설비	·정전시 비상전원 공급	△	○	○ (자체)	
		유류탱크실	·비상발전기 연료공급	△	○	○ (자체)	
기계실	67 (21)	소화전 펌프	·소화용수 가압공급(펌프등)설비		○		
		히팅케이블 제어반	·소화배관 동파방지 설비		○		
		분전반	·각종설비의 동력공급용		○	○	
		급수설비	·화장실, 환은 환습기, 급수용 시설 및 물탱크		○	○	
CO ₂ 등 청정소화 약제실	41 (13)	CO ₂ 저장용기 (청정소화약제 포함)	·전기실,발전기실 등의 화재진압	△	○	○ (자체)	
저수조	21	소화용수 저장탱크	·터널내 소화전설비 용수 저장		○		

9 가
 9.1 가
 (1) 가
 (2) 가

구분	관리소	관리사무소	통합관리센터
개요	무인관리를 목적으로 방재시설 및 환기시설의 유지관리 및 운전제어를 위한 최소한의 시설을 갖추도록 하며, 전기실, 변전실 등의 실을 갖춘다.	상주관리자에 의해서 상시 터널내 상황을 감시할 수 있도록 하기 위한 시설을 갖추고 있으며, 주변 관리소의 상황파악을 하기 위한 통합관리센터로 운영될 수 있다.	주변 관리소나 관리사무소의 통합운영을 목적으로 터널내 방재시설 및 환기시설에 대한 운영관리를 위한 인원이 상주하는 사무소이며, 별도의 통합관리소 설치와 관리사무소에 통합기능을 추가하는 경우로 구분된다.
건물규모	자연환기 : 옥외형 기계환기 : 지상1층	지하1층, 지상1층	별도: 지하1층, 지상1층 통합: 지하1층, 지상1층
건축면적	자연환기 : 30평 내외 기계환기 : 40평 내외	180평 내외	별도 : 180평 내외 통합 : 200평 내외

(3) , , , 가

(4) 가 (fatalities) 가
(frequency) - (F/N curve)

(Societal Risk)

(5) 가

1.2 (3)

2.3.2 (4) 1

5.3.2 (1) 1,200m 300m

5.3.2 (3)

6.1.2. (4) 가

6.1.2. (5)

6.1.2. (5)

9.2 가

(1) 가 , 가 가 , 가 가

(2) 가 ,

(3) 가 가
(/108 Veh · km) 가

5MW , 2

(20, 30, 100MW)

가 / , /

Fault Tree , /

(4) 가 가

(5) 3
150~165 pc/km · lane,

, / , , /
 (walking speed) , , 가

(6) 가 가 가
 (FED : Fractional Effective Dose) 가 (ASET : Available Safe Egress Time)
 (RSET : Required Safe Egress Time)

가 . , 가

9.3 가

(1) - (F/N) 가 ()
 x y - (Frequency(F) / Fatalities(N))

(societal risk) 가

(2) 가 - (F/N)

㉔ 사회적 위험도의 평가는 ALAPP 영역의 High Level 기준을 N=10, F=10⁴으로 Low Level 기준을 N=10, F=10⁸으로 할 것을 권장한다.

9.4 가

(1) 가 가 가

(2) < 9.1 >

가

가

5

(3) < 9.1 >

< 9.1 >

구분	년도	승용차	버스	화물차	계
화재발생건수(건/년)	2009	1940	388	1391	3717
	2010	1849	389	1388	3624
	2011	1787	355	1379	3521
	2012	1739	351	1392	3482
	2013	1,622	320	1,374	3316
	합계	8,937	1,801	6,922	17,660
주행거리계 (10 ⁶ Veh·km)	2009	186,325	25,213	57,644	269,182
	2010	184,831	22,741	58,847	266,020
	2011	183,853	21,882	55,895	261,629
	2012	194,705	18,355	59,882	272,742
	2013	194,281	21,584	61,570	277,415
	합계	943,795	109,755	293,438	1,346,988
차종별 사고발생률 (건/억km·Veh)	2009	1.04	1.53	2.41	1.38
	2010	1.00	1.71	2.38	1.36
	2011	0.97	1.62	2.47	1.35
	2012	0.89	1.91	2.33	1.28
	2013	0.83	1.48	2.23	1.20
	평균	0.95	1.64	2.38	1.31

가. 5MW , 2 10MW 5%

(가) 20MW : (+) +
 () 30MW : + (+) × (1 -)
 () 100MW : (+) ×

5% (2009~2013 , 4.8%)

: 가

가. 60%

15% (14.8%)

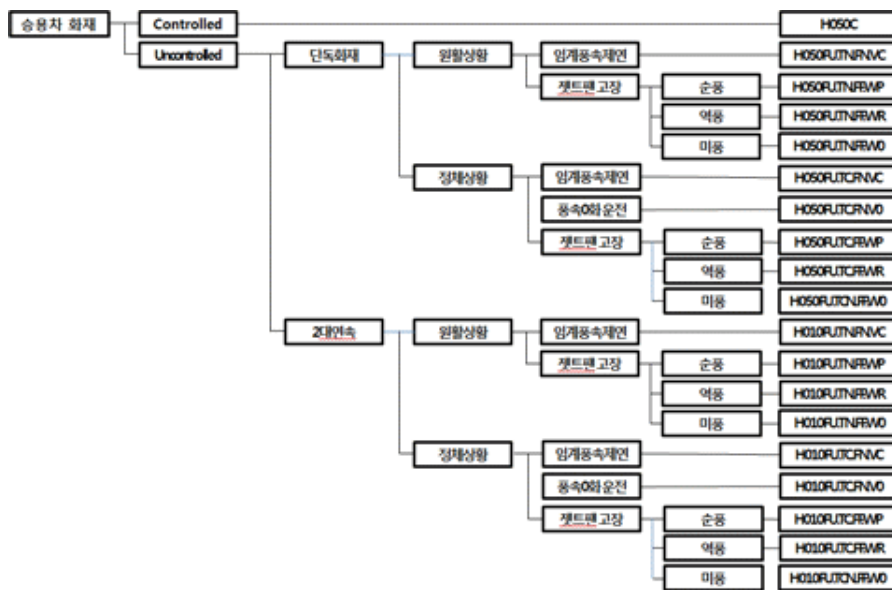
. 30MW 100MW

가

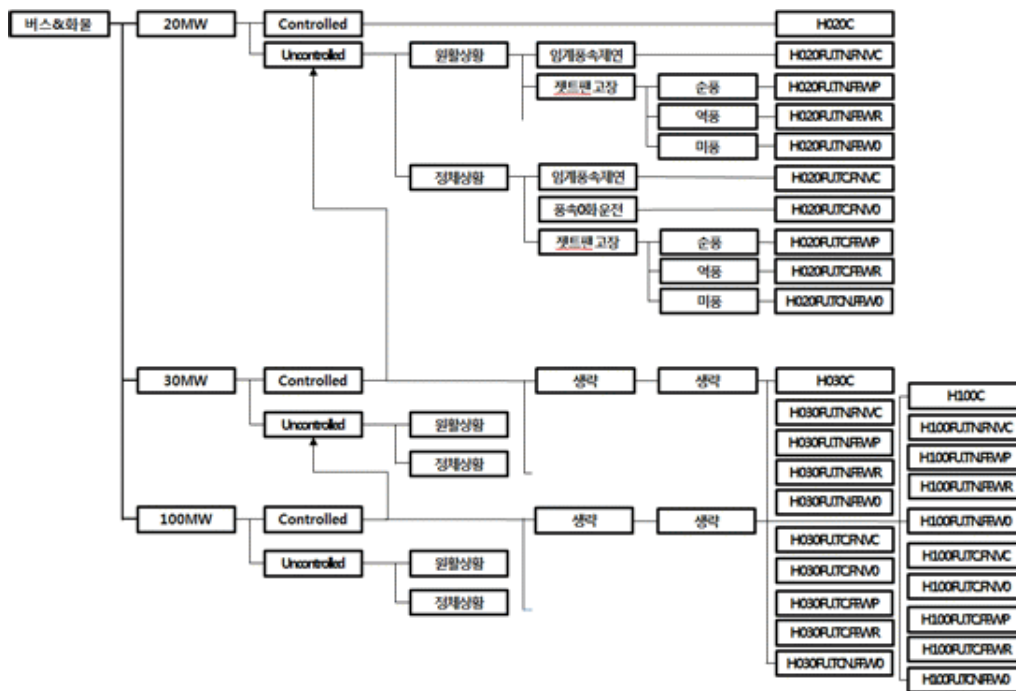
98%, 2%

10%

: : ,



(a)



(b)

< 9.1 >

(4)

가

가

1

< 9.2 >

가 (9.1) (9.2)

< 9.2 >

가

가.

$$W_{spd} = V_u \cdot \sin\left(\frac{90}{180} \pi \cdot \frac{D_p - b}{T_D - b}\right), \quad b \leq D_p \leq T_D$$

$$W_{spd} = V_u, \quad D_p > T_D \quad (9.1)$$

여기서, V_u 는 방해물이 없는 경우에 보행속도로

$V_u = 1.4\text{m/s}$, D_p 는 앞사람과의 거리, $T_D = 1.6\text{m}$, b : body depth 이다.

<표 9.2> 대피특성에 따른 확률분포

그룹	반응시간		결정시간
	비율(%)	확률분포식	확률분포식
I	18.4	51	8% (지체없이 대피하는 비율) $0.08 + (1 - 0.08)\text{Norm}(151, 8)$
II		49	
II	81.6	$\text{GEV}(-0.22, 19.81, 33.08)$	28% (지체없이 대피하는 비율) $0.28 + (1 - 0.28)\text{GEV}(-0.44, 13, 8.42)$
확률분포			

주) $\text{Norm}(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \text{Exp}\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$,

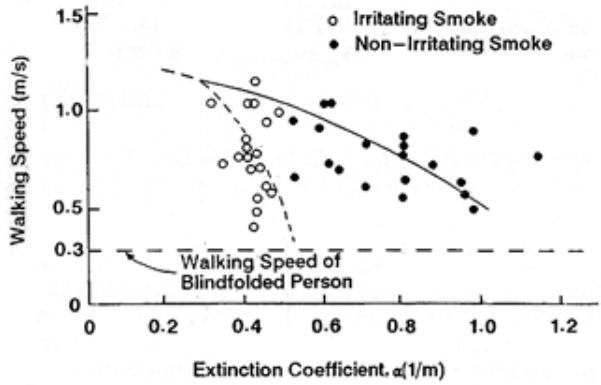
$\text{GEV}(x; a, b, c) = \text{Exp}\left(\frac{1}{(1-k(x-\mu)/\sigma)^{1/c}}\right)$, $\text{Gumb}(x; a, b) = \text{Exp}\left(\frac{1}{\text{Exp}\left(-\frac{(x-b)}{a}\right)}\right)$

$$W_{spd} = k - a \cdot k \cdot D, \quad D_H > 0.55 \text{ person/m}^2$$

$$W_{spd} = 0.85k \quad (9.2)$$

여기서, $a=0.266 \text{ m}^2/\text{person}$, D_H : 거주밀도, k 는 상수로 램프, 복도, 출입구의 경우에는 1.4 m/s 이다.

.가



<그림 9.2> 가시도와 대피속도의 관계

0.6m/s

(5)

가 , , HCN,

(FED) 가 가

,가

가 (9.3)~ (9.5)

$$F_{ICO} = \frac{\%COHb}{D} = \frac{8.2925 \times 10^{-4} (ppmCO)^{1.036} t}{D} \quad (9.3)$$

$$F_{IO_2} = \frac{t}{e^{8.13 - 0.54(20.9 - \%O_2)}} \quad (9.4)$$

$$F_{ICO_2} = \frac{t}{e^{(6.1623 - 0.5189\%CO_2)}} \quad (9.5)$$

여기서, D : 의식불명에 이르러 하는 COHb%농도(%)로 30%를 적용한다. t : 시간(min), %O₂ : 산소농도(%), %CO₂ : 일산화탄소 농도이다.

가 , , (

) (9.6) (9.7)

$$F_{IHBT} = \frac{t}{e^{5.1849 - 0.0273T}} \quad (9.6)$$

$$F_{IRAD} = \frac{q''^{1.33}}{1.33} t \quad (9.7)$$

여기서, T : 온도(°C), q'' : 복사강도(radiative intensity : kW/m²)이다.

가

가 . , (9.8)

$$FBD_I = F_{ICo} \times V_{CO_2} + F_{ICo_2} + F_{IO} + F_{IHeat} + F_{IRAD} \quad (9.8)$$

(9.8) (FED1) 0.3

가 가 .

(6) 가

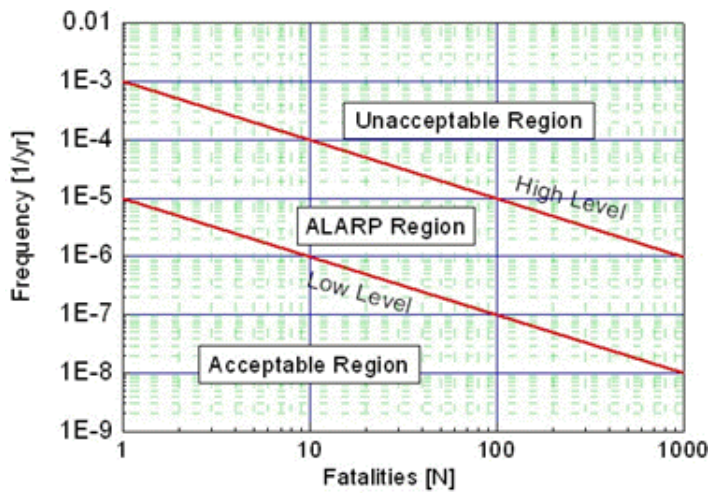
가 (OECD) (PIARC) 가

< 9.3 >

Unacceptable

Acceptable

ALARP



<그림 9.3> 사회적 위험도 평가기준

10

10.1

「 . 」

2017 1 1

3 (3 12 31)

< 139 ,2016.8.12 >

1 ()

.

2 (

) 「

」 (2016. 8.12)

.