

# 건설동향

---

- FRP 활용에 대한 캐나다 설계 기준의 변화
- 스테드리스 CPD 패널
- 유비쿼터스 시대의 내부 보안 방안
- 보행자를 위한 시가지 도로 설계 동향

## FRP 활용에 대한 캐나다 설계 기준의 변화

### 1. 개요

FRP(Fiber Reinforced Polymer) 활용에 대해 세계적으로 활발히 연구하고 있는 단체로서는 ISIS Canada가 있으며, 2000년부터 연구 성과들을 설계기준에 직접 반영하여 왔다. FRP 활용에 대한 설계 기준은 캐나다의 교량 설계 기준에 해당하는 Canadian Highway Bridge Design Code (이하 CHBDC)에 포함되어 있으며, 2000년 초판을 발행한 데 이어, 2006년에 2번째 판을 발간하였다.

이러한 캐나다의 설계 기준은 미국을 포함한 다른 나라의 설계 기준 변화에도 많은 영향을 주기 때문에 캐나다의 설계 기준을 살펴보는 것은 각국의 설계 기준 변화 추이를 미리 볼 수 있다는 측면에서 의의가 있을 것으로 판단된다.

여기서는 초판과 2차판 사이에 변경된 주요 설계 내용들을 살펴보고, 구조부재는 콘크리트 보와 슬래브에 한정하여 살펴보고자 한다.

### 2. 설계 전반

#### 2.1 적용 범위

2000년에 처음 발간된 CHBDC의 적용 분야는 완전 또는 부분 긴장 콘크리트 보, 판; 비긴장 콘크리트 보, 판 및 바닥판; FRC 바닥판; 목재 바닥판; 벽체 등에 한정되었다. 2차판에서는 내외부 구속 바닥판; 기존 구조물의 외부 보강 등을 추가하여 적용 분야를 확장하였다.

#### 2.2 내구성

초판에서는 FRP로 만들어진 보강근이나 격자를 주요보강부

재로 사용할 수 없도록 제한하였다. 이는 연구실에서 수행된 많은 내구성 촉진 실험으로부터 FRP 부재는 알칼리에 약하다고 알려졌기 때문이다. 하지만, 실제로 5~8년 정도 공용 중에 있는 교량에서 채취한 FRP 보강근 시료는 거의 성능 저하가 나타나지 않았으며, 이를 근거로 2차판에서는 주요보강부재로 사용할 수 있도록 허용하였다.

이와 함께 사용한계상태(Serviceability Limit State, 이하

표1. 저항계수의 계산 ( $\phi_{pul}=0.8$ ,  $\phi_{nl}=0.6$ )

Application	$C_e$	Factory-produced		Field-produced	
		$\phi_{pul} \times C_e$	$\phi_{FRP}$	$\phi_{nl} \times C_e$	$\phi_{FRP}$
AFRP inside concrete remaining dry after setting	0.75	0.60	0.60	0.45	N/A
AFRP surface-mounted on concrete or timber, and not exposed to moisture and UV	0.90	0.72	0.70	0.54	0.55
AFRP or aramid rope as tendon, not exposed to moisture	0.70	0.56	0.55	0.42	N/A
CFRP inside concrete, or near surface mounted	0.95	0.76	0.75	0.57	N/A
CFRP tendon	0.95	0.76	0.75	0.57	N/A
GFRP inside concrete remaining dry after setting exposed to moisture	0.60	0.48	0.50	0.36	N/A
GFRP surface-mounted on concrete, and not	0.80	0.64	0.65	0.48	0.50
GFRP tendon in concrete	0.60	0.48	0.50	0.36	N/A
GFRP tendon for stressed wood decks	0.80	0.64	0.65	0.48	N/A

SLS)에 대해 FRP 응력을 제한하는 기준 강화도 FRP 보강근을 주요부재로 허용하게 된 또 다른 근거가 된다.

### 2.3 콘크리트 덮개

FRP 보강근에 대한 최소 콘크리트 덮개는  $35 \pm 10\text{mm}$ 로 유지하였다. 열팽창 또는 동결융해에 대한 실험을 통하여 첫 번째 판에서 제시한 최소 덮개의 유효성이 입증되었기 때문이다.

### 2.4 저항계수

초판에서는 극한한계상태(Ultimate Limit State, 이하 ULS)에 대한 FRP의 하중저항계수를 활하중에 대한 고정하중의 비로 결정하였다. 하지만, 많은 연구를 통해 FRP의 강도는 기하형상이나 응력 수준보다는 노출 환경과 제조 방법에 더 많은 영향을 받음이 확인되었다. 이에 2차판에서는 저항계수( $\phi_{FRP}$ )를 제조 방법에 따라 결정되는 재료계수(공장제작의 경우에는  $\phi_{pul}=0.8$ , 수적층의 경우에는  $\phi_{hl}=0.6$ )와 노출 환경에 의해 결정되는 환경계수( $C_e$ )의 곱으로 표1과 같이 결정하였다.

## 3. 콘크리트 보와 슬래브

### 3.1 변형 조건

- 최소 휨 저항  
계수저항모멘트는 적어도 균

열모멘트보다 50% 더 커야 한다. 이 조건은 계수저항모멘트가 설계모멘트보다 50% 더 큰 경우에는 고려하지 않아도 된다. 그리고 극한한계상태가 FRP의 파단에 의해 지배되는 경우에는 계수저항모멘트가 설계모멘트의 1.5배보다 커야 한다. 이러한 설계 조건들은 충분한 보강 상세를 보장하기 위하여 도입된 것이다.

- 균열 제어 보강

사용하중 상태에서 최대인장 변형률이 0.0015를 넘을 경우에는 아래 식에 의해 계산된 균열 폭( $w_{cr}$ )이 열악한 상황에서는 0.5mm, 그 밖의 상황에서는 0.7mm를 넘으면 안 된다.

$$w_{cr} = 2 \frac{f_{FRP}}{E_{FRP}} \frac{h_2}{h_1} k_b \sqrt{d_c^2 + (s/2)^2}$$

여기서, FRP와 콘크리트의 접합계수인  $k_b$ 는 실험에 의해 결정하는 것이 원칙이며, 보통 0.6~1.72까지 분포한다. FRP 보강근의 중심으로부터 인장축 콘크리트의 끝단까지의 거리인  $d_c$ 는 50mm를 넘을 수 없으며,  $s$ 는 보강근의 간격이다.  $f_{FRP}$ ,  $E_{FRP}$ 는 FRP 보강근의 응력과 탄성계수를 의미하고,  $h_1$ ,  $h_2$ 는 인장축 보강근의 중심으로부터 인장축 콘

크리트의 끝단까지의 거리와 단면 중심축까지의 거리를 의미한다. 또한 식에서 2는 최대 균열폭에 대한 계수이고, 평균 균열폭이나 최소 균열폭은 계수를 1.5, 1.0으로 변경함으로써 얻을 수 있다.

### 3.2 보강근의 응력 제한

1차판에서는 FRP 강도에 대한 상시하중의 효과를 활하중에 대한 고정하중의 비에 의해 결정하였다. 하지만 여러 연구 결과로부터 상시하중에 의해 유발된 FRP의 응력이 FRP 강도( $f_{FRPu}$ )의 55% 이상인 경우에는 응력 또는 크리프에 의해 파단이 발생하나, 응력이 25% 이하인 경우에는 어떠한 손상도 발생하지 않음을 확인하였다. 이에 2차판에서는 사용하중상태의 FRP 응력을  $F_{SLS}f_{FRPu}$ 로 제한한 특징을 가지며,  $F_{SLS}$ 는 다음 표에 정리하였다.

표2. 사용한계상태에 대한 응력 제한( $F_{SLS}$ )

구분	$F_{SLS}$
AFRP	0.35
CFRP	0.65
GFRP	0.25

- 자료 : Mufti AA, Bakht B, Banthia N, Benmokrane B, Desgagn. G, Eden R, Erki MA, Karbhari V, Kroman J, Lai D, Machida A, Neale K, Tadros G, Tjsten B (2006) New CHBDC Design Provisions for Fibre Reinforced Structures, Canadian Journal of Civil Engineering.
- 자료제공 : 조근희(구조시스템연구실 선임연구원)
- kcho@kicd.re.kr

## 스터드리스 CPD 패널

1960년대 이후 국내의 주거선 호도가 단독주택에서 공동주택으로 옮겨가면서 주거 건축물도 고층화, 집적화가 지속적으로 이루어져 왔다. 공동주택의 형태는 20층대에서 40~60층대의 초고층화로의 변화를 가져오고 있으며, 이런 추세는 주택평면 등에 대한 소비자 요구의 다양화, 리모델링 등의 필요성에 따른 공동주택 세대 내부의 구조변경 등의 요구를 증가시켜왔다. 이에 따라 시공성, 가변성 측면에서 유리하고 건축물의 구조적 부담이 적은 건식벽체에 관한 관심이 점차 높아지고 있는 실정이다. 하지만 기존의 국내 대부분의 공동주택은 콘크리트 벽식 구조로서 이러한 부분에 적절히 대응하는 것이 어려우며, 최근 각 건설사 별로 여러 가지 종류의 건식벽체를 적용한 설계 및 시공을 시도하고 있으나 아직까지 적용 범위가 적고 시공사례도 많지 않은 실정이다.

### 1. 건식벽체의 종류

공동주택을 구성하고 있는 벽

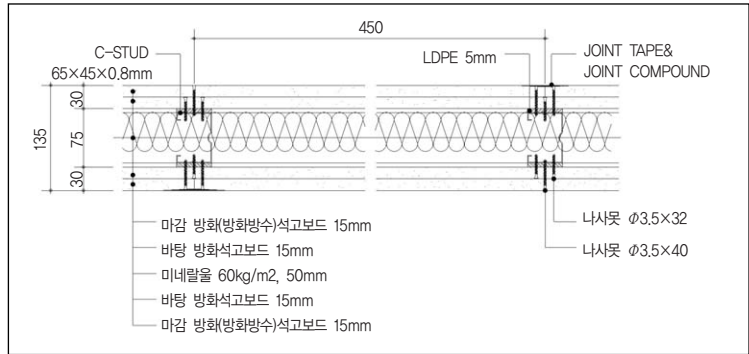


그림1. 석고보드 벽체

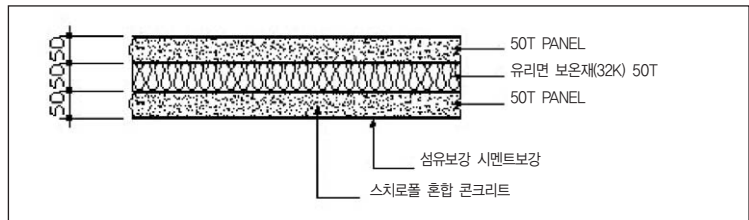


그림2. 콘크리트 패널

체 중에서도 중요하다고 할 수 있는 것이 세대간 경계벽이다. 세대간 경계벽은 세대와 세대를 분리하는 벽으로서, 1개의 벽을 가지고 맞닿은 두 세대가 공유하고 있는 셈이므로 서로의 프라이버시를 보장해주고 화재시와 같은 긴급한 상황에서는 각 세대의 안전을 책임지는 역할을 한다.

이와 같은 이유로 세대간 경계벽은 건축법규에서도 내화구조와 벽체의 차음구조(이하 차음구조)를 사용하게 되어 있으며, 내화구조는 99년 부터 그 성능에

대한 강화가 꾸준히 이루어졌다. 이에 따라 내화구조와 차음구조를 동시에 만족하여야 하는 세대간 경계벽의 구조시스템에 대한 보완이 지속적으로 이루어졌다.

현재 우리나라에서 쓰이는 내화구조이면서 동시에 차음구조인 건식 세대간 경계벽은 크게 석고보드 벽체(경량형강구조 벽체)와 콘크리트패널로 분류할 수 있다.

석고보드 벽체는 방화석고보드(또는 섬유보강 시멘트 보드)를 두겹 이상으로 양면으로 세우고

그 가운데를 일정이상의 중공부와 인조광물섬유단열재(글라스울, 미네탈울 등)로써 구성하는 구조이다. 석고보드 벽체는 콘크리트나 조적조 같은 습식구조에 익숙한 우리나라에서는 아직까지 구조적인면에서나 음환경적인 면에서 소비자들에 대한 신뢰성이 많이 부족한 편이다.

콘크리트 패널은 PC패널의 일종으로 얇은 섬유보강 시멘트 보드를 양면에 대고 그 코어를 잔골재(모래)와 굵은골재(자갈) 대신에 발포폴리스티렌(흔히 스티로폼이라 불리우는)을 사용한 스티로폼 혼합 콘크리트로 채우는 방식이다. 콘크리트 패널은 골재 대신 발포폴리스티렌을 사용하여 자중을 많이 경감하였다고 하나 그 자중과 운반의 효율성 면에서 시공현장에서 부담이 되는 구조이다.

## 2. 스테드리스 CPD(Ceramic Panel Damping) 패널

세대간 경계벽을 건식벽체로서 시공하려는 움직임은 시공현장 관계자라면 누구나 환영하고 있는 것이긴 하나, 앞에서 살펴 보았듯이 석고보드 벽체는 구조적, 음환경적 신뢰성 부족뿐만 아니라 현장에서의 시공의 복잡

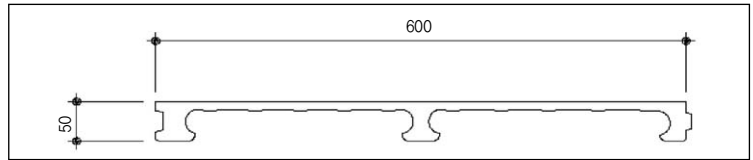


그림3. 스테드리스 CPD 단위패널

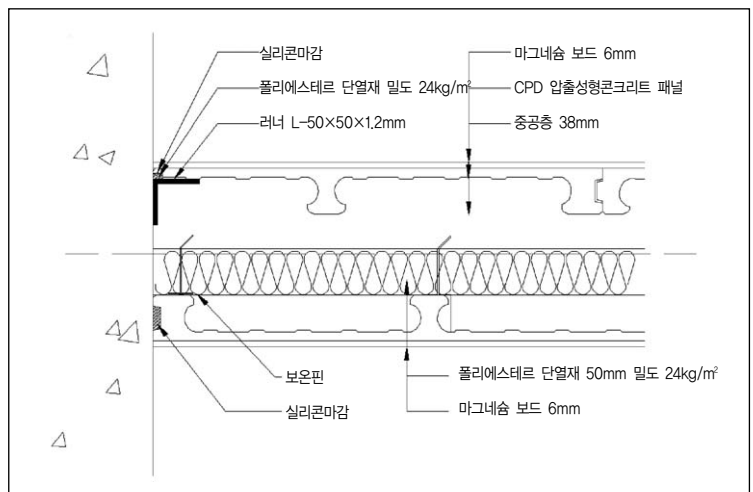


그림4. 스테드리스 CPD 패널 시스템

성이 단점 중에 하나이다. 시공 과정에서 뼈대 역할을 하는 강성을 지닌 스티스터드를 30~60센티미터 간격으로 일일이 시공한 후에 석고보드 붙이는 과정을 거치기 때문에 그 시간과 비용이 비교적 많이 소요된다.

이런 점들을 개선하기 위하여 최근 스테드 역할을 하는 리브를 패널에 일체화 시킨 스테드리스 CPD 패널이 개발되어 그 성능을 검증하는 과정을 거치고 있다.

스테드리스 CPD 패널은 시멘트와 규석분을 원료로 하여 그림3과 같이 단면이 리브형태를 하고 있어 현장 시공 시 별도 스테드를 필요로 하지 않는다. 또한 시스템을 구성하는 부자재의 규격을 일체화, 간소화함으로써 시공속도 향상과 부자재 수급 및 관리를 용이하게 하고 있다.

스테드리스 CPD 패널을 이용한 시스템은 그림4와 같이 구성하여 공동주택등의 세대간 경계벽 용도로 사용되며 전체두께

170~200mm에서 내화 및 차음성능을 확보하고 있다. 패널은 고밀도이며 치밀한 구조로, 강도가 높고 충격에 강하며, 제품의 생산과정에서 고압증기 양생으로 시공 후 수축, 팽창, 뒤틀림이 적은 장점이 있다. 앞서서도 언급하였지만 일반 콘크리트패널 구조와 비교하여 중공구조를 채택함으로써 경량화로 구조 하중을 경감하고 차음성과 단열성이 우수하다.

### 3. 맺음말

향후 건축시장에서 소비자의 다양한 요구와 공기의 단축, 자중 경감 등의 이유로 건식벽체는 날로 늘어날 것으로 예상된다. 이 중 스테드리스 CPD 패널은 기존 석고보드 벽체의 공기에 대한 소요, 차음에 대한 신뢰성 부족과, 콘크리트 패널의 자중 부하와 운반성에 대한 비효율성 등을 보완함으로써 그 사용이 점차 확대될 것으로 기대된다. 하지만 마감부위에 대한 시공방법의 단순성을 확보하는 것과 내화성능에 대한 안정성을 위한 구조보완 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

- 자료 : (주)익성텍, 익성텍 세라믹제품, <a href="http://www.iksungtech.net">http://www.iksungtech.net</a>
- 자료제공 : 강성훈(건설방재시험연구원 연구원)
- skkang@kict.re.kr

## 유비쿼터스 시대의 내부 보안 방안

### 1. 개요

현재 회사 내부에는 방화벽, IPS (Intrusion Prevention System), 웹 방화벽 등 많은 보안장비들이 설치되고 운영되고 있다. 하지만, 정말 보안에 허점이 없는가라는 질문에 답할 수 있는 관리자는 아직 많지 않을 것이다. 지금까지 보안은 외부로부터의 보안에 중점을 두었지만, 이제는 내부로부터의 보안에 더욱 중점을 두고 운영해야 하는 시대에 와 있기 때문이다.

내부 보안의 중요성은 유비쿼터스 시대에 맞게 노트북, 무선

랜, PDA 등을 통해 건설관련 정보(CAD 도면, 연구 중요자료, 비밀 문건 등)에 쉽게 접근할 수 있고, 웹 바이러스 등으로 내부 네트워크 중단을 시킬 수 있는 등 유 무형의 피해가 발생하고 있기에 더욱 중요성이 대두되고 있다.

### 2. NAC 개념

이런 문제점을 해결하기 위해 네트워크 접근제어(NAC, Network Access Control) 라는 개념이 등장하였다. 네트워크 접근제어란 회사 내부에서 사용되는 많은 장치(PC, 공유기 등)들에 대한 사용자 인증 및 보안위협요소(백신, 패치, IP 및 MAC 매칭, 과도한 트래픽 등)에 대해 적절한

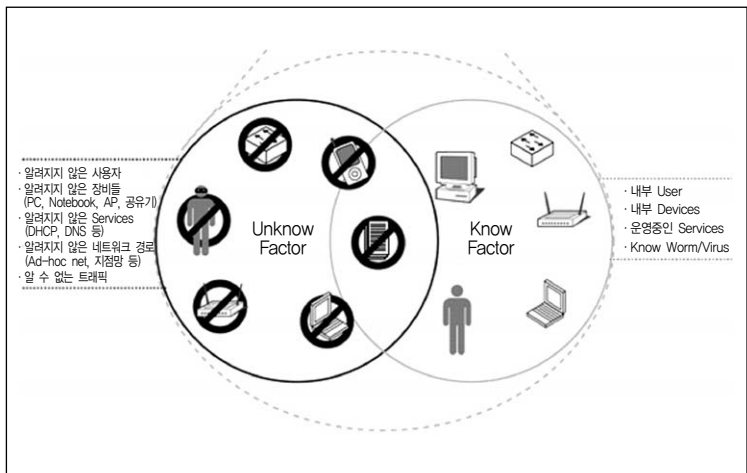


그림1. NAC 개념

보안 정책을 적용하여, 문제가 되는 PC에 대해서는 차단 및 제어를 실시하여 내부 보안을 강화하는 것이다.

예를 들어, 웹 바이러스에 감염된 PC로 회사 전체 LAN이 중단된다면, 감염 PC를 찾아 치료를 하기 전에는 LAN을 살릴 수 없지만, 사전에 감염PC를 탐지하고 네트워크에서 강제로 차단시킨다면 전체 네트워크에 피해를 주지 않고 해결할 수 있다.

### 3. NAC 기술 동향

NAC는 아직 표준이 정해지지 않아 업체별로 NAC 솔루션을 발

표하고 있지만 크게 표1과 같이 구분할 수 있다.

■ 제각각의 NAC 솔루션으로 인한 비 표준화 문제에 대해 TCG (Trusted Computing Group) 등에서 표준화

· Infrastructure NAC : 사용자 인증을 위해 802.1x 기반 프로토콜을 사용하며, PC에 Agent를 설치하고, 네트워크 장비에서 통제한다. 네트워크 장비들이 802.1x 프로토콜을 지원해야 하며, 비지원 장비에 대한 통제가 안됨

· NetworkBased NAC : 기존의 방화벽, IPS 등의 보안장비와 연

동하거나, 전용 장비를 사용하여 통제하며, 기존 장비들과 통합관리를 할 수 있, 지니네트웍스는 가상 인라인 네트워크 기반의 다이나믹 NAC 라고도 함

· HostBased NAC : 호스트 단에 안티 바이러스, 개인 방화벽 등과 함께 NAC를 제공함

· 또한, 인포네틱스리서치 2006년 1월호에 전세계 NAC 솔루션 시장 규모를 지난해 3230억 원에서 1조3820억 원, 2008년에는 4조원에 가까운 시장을 형성할 것으로 예측하고 있음

### 4. 요약

내부 보안의 중요성은 기업 정보 유출 사례를 보더라도 건설사 영업전략 또는 R&D 정보 등의 유출은 치명적 결과를 초래하기 때문에 사후관리보다 사전에 방지할 수 있도록 엔드포인트단 보안 솔루션 도입이 필요하며, 다만 도입 시 기업에 맞는 환경으로 구축해야 할 것이다.

■ 자료 :

1. On the Net 2006.9 "엔드포인트 보안 시장의 기대주 NAC"
2. Genian NAC CATALOG, [http://www.geninetworks.com/html/Genian\\_NAC.pdf](http://www.geninetworks.com/html/Genian_NAC.pdf)
3. Infonetics Research 2006.1 "Enforcing Network Access Control"
4. Packet Systmes Korea "NAC 기술 및 시장 동향 분석"

■ 자료제공 : 남기형(정보전산실 선임기술원)  
■ khnam@kict.re.kr

표1. NAC 구분 방법

	Infrastructure NAC	Network Based NAC	Host Based Network
업체	시스코시스템즈 유넷시스템	주니퍼네트웍스 쓰리콤 트렌드마이크로	맥아피 세만텍 체크포인트
제어, 통제 방법	사용자 단말에 Agent 설치 네트워크 장비에서 통제	네트워크 방화벽, 침입탐지시스템(IPS), 바이러스웨어 장비를 통해 통제	호스트 기반 NAC의 사용자(엔드포인트) 보안에 기반을 둠
장점	소프트웨어 기반과 네트워크 기반 솔루션 에 모두 포함	설치, 관리 복잡성 문제가 제기되는 호스트에 깔리 는 에이전트 이유가 없 는 것을 강점으로 부각	안티바이러스, HIPS호스트 기반 침입 방지시스템, 개 인방화벽등과 함께 NAC 를 하나의 솔루션으로 제 공, 스위치 등 네트워크 장비와의 연동도 지원
공통점	내부 네트워크에 접속하는 사용자를 인증하고 사용자 단말기가 적절한 보안 수준과 정책을 준수하고 있는지 확인해, 사용자는 네트워크 접속을 통제하거 나 격리해 교정하는 작업을 벌이는 과정과 목적은 비슷		

## 보행자를 위한 시가지 도로 설계 동향

### 1. 개요

시가지 도로는 자동차 이용자와 보행자 이용자가 공존하는 공간이다. 따라서 도로 설계는 보행자의 안전과 쾌적한 통행을 보장할 수 있도록 설계되어야 한다. AASHTO(2004)에 제시된 보행자를 위한 도로 설계의 원칙은 다음과 같다. 첫째, 도로 설계는 보행자의 존재를 자동차 운전자에게 정확하게 알릴 수 있는 구조가 되도록 한다. 둘째, 횡단보도의 위치는 예상 가능한 범위에 두어야 한다. 셋째, 횡단보도의 시인성을 높여 자동차 운전자가 보행자를 완전하게 식별할 수 있도록 한다. 넷째, 보행자가 횡단보도를 건너가기 위해 지나치게 긴 시간을 기다리는 것은 바람직하지 못하다. 다섯째, 횡단보도 신호 시간은 노약자 등이 충분하게 건너 갈 수 있는 시간을 제공해야 한다. 본 기술 동향에서는 이상의 원칙들을 실무에 투영하기 위한 여러 가지 설계 기법 가운데 연석의 곡선반경, 연석 확장

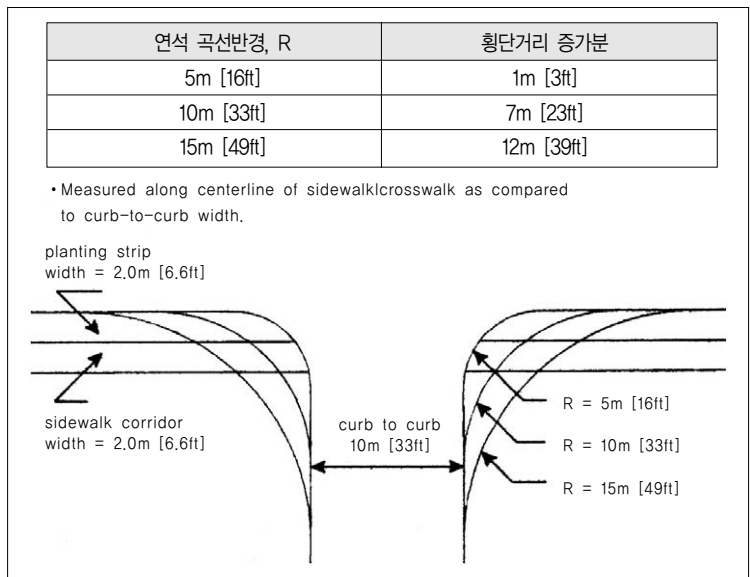
### 2. 연석의 곡선반경 조정, 연석 확장

연석의 곡선반경이 커지게 되면 회전 자동차의 속도가 높아지고 보행자의 횡단 거리를 늘리며, 보행 공간을 잠식하게 되는 단점이 있다. 따라서 미국 등지에서는 연석의 곡선반경을 줄이는 방안이 검토되고 있다. 곡선반경을 줄이게 되면 보행자의 횡단 거리가 짧게 된다. 이는 보행자가 자동차에 노출되는 시간을 단축하게 함으로써 안전한 통행 환경이 조성되고 노약자 등 통행이 불편한 이용자의 쾌적한 이동이 가능하다는 장점이 있다. 표1은 연석 곡선반경에 따른 횡단거

리의 증감 관계를 제시한 것이다. 표1의 횡단 거리 증가분은 신호교차로 내 횡단보도가 아닌 단로부에 설치된 횡단보도를 횡단하는 거리를 기준으로 볼 때, 연석 곡선반경(R)을 5m로 하는 경우와 곡선반경을 15m로 하는 경우에 횡단거리의 상대적인 증가가 각각 1m와 12m임을 보인 것이다.

보행자의 횡단거리가 과도하게 길어지면 보행자가 자동차에 노출되는 시간이 길어 안전한 보행 통행을 기대하기 어렵다. 또한 자동차와 보행자 간에 상충이 빈번하게 됨으로써 자동차의 통행 효율 측면에서도 바람직하지

표1. 연석 곡선반경과 횡단 거리의 관계 [출처:AASHTO(2004)]





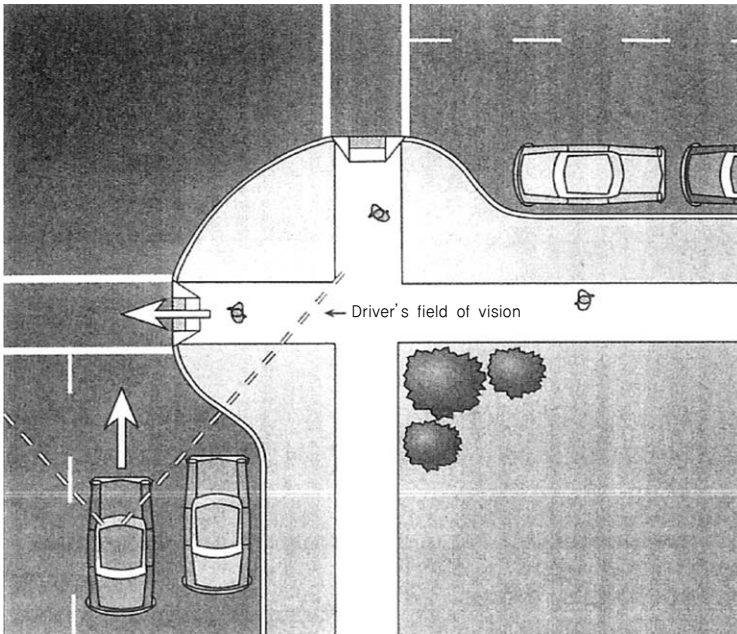


그림1. 연석 확장 개념도

못하다.

일반적으로 신호 교차로에서는 횡단 거리를 줄임으로써 교차로 전체의 운영 효율을 높일 수 있다. 이런 맥락에서 미국 등에서 빈번하게 검토된 시가지 도로 설계 기법이 연석 확장이다. 연석 확장은 보행자와 자동차 이용자 모두의 시각적인 안전을 확보해줄 수 있고 주차중인 차량이 횡단보도 부근으로 불법 진입하는 것을 예방할 수 있다. 아울러 연석 경사로(curb ramp) 등 보도공간이 협소한 상태를 개선하는데 도움을 줄 수 있다.

연석 확장은 주차 차로의 폭을 연석 경계로부터 약 1.8m 확장하게 된다(그림1 참조). 그림1은 AASHTO(2004)에 제시된 전형적인 연석 확장 개념도이다. 연석 확장 기법을 고려 시 동시에 검토할 사항으로는 자전거 도로와 상충 문제, 겨울철 제설 작업의 곤란, 우회전 차량의 회전 처리 등에 대한 고려이다.

### 3. 요약

본 기술 동향은 국내 검토가 미진한 영역인 연석 곡선반경과 연석 확장에 대해 미국의 보행



그림2. 연석 확장 도로

자 시설 지침을 통해 제시하였다. 비록 이들 기법들이 보행자의 통행 안전을 보장할 수 있는 장점을 가지고 있지만 자동차 이용자 등의 통행 효율에는 일정 부분 불리하게 작용될 소지가 있다. 따라서 이들 기법을 도입하기 전에 자동차 이용자, 자전거 이용자, 기존 도로의 교차로 레이아웃 등에 대한 면밀한 조사가 선행되어야 한다. 특히 연석 곡선반경과 확장 기법이 도입됨으로써 우회전 차량의 속도가 제약되고 대형 자동차의 회전 처리에 어려움이 예상된다. 따라서 이들 기법은 보행자와 자동차 이용자의 수요를 최대한 절충하는 소위 ‘균형있는 설계’ 관점에서 접근하는 것이 바람직하다.☞

- 자료: AASHTO(2004), Guide for the Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities.
- 자료출처: 김용석(도로연구실 선임연구원)
- safeys@kict.re.kr