

한국형 회전교차로 설계지침



손 종 철 | 정회원 · 국토해양부 간선도로과 과장
 박 덕 호 | 국토해양부 간선도로과 사무관
 김 태 호 | 국토해양부 간선도로과 주무관
 이 동 민 | 정회원 · 한국교통연구원 도로교통연구실 부연구위원
 이 석 기 | 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 수석연구원

1. 서론

로터리(Rotary), 교통서클(Traffic Circle), 회전교차로(Roundabout) 등의 용어는 이미 우리에게 친숙한 단어가 되었지만, 이들 용어 간에 여전히 혼동의 여지가 남아있다. 이들 교차로는 공통적으로 교차로 중심의 물리적 원형 교통섬을 중심으로 차량들을 반시계 방향으로 진행시키는 평면교차로 형식의 하나이다. 하지만 이들 사이에는 운전자들이 지켜야 할 통행원칙(규칙)과 기하구조 특성이 상이하다.

우선, 교차로 위계를 구분하면 교통서클과 원형교차로는 일반적으로 같은 의미로 사용되며 이 안에 로터리와 회전교차로가 포함된다. 로터리와 회전교차로는 크게 운영 측면에서와 기하구조 측면에서의 차이점을 보인다.

로터리 혹은 교통서클은 1900년대 초부터 미국과 프랑스 등을 시작으로 보급되었고, 1920년대 이후 교차로 진입차량 우선방식으로 통행우선권 하에 운

영되어 왔다. 이들은 교통량이 많은 경우 '전방향 교통소통제한 현상'과 이를 해결하기 위해 회전부를 크게 건설한 후 발생한 교통안전상의 문제로 1960년대 후반부터는 점차 철거하거나 신호교차로로 전환하는 방식으로 개선되어 왔다.

한편, 영국에서는 1966년에 기존의 교통서클이 갖고 있는 문제들을 해결하기 위해 양보표지판의 도입과 함께 통행우선권을 회전하는 차량에게 부여하고, 기존 대규모 교통서클에 비해 작은 규모로 설치하는 회전교차로(modern roundabout)를 도입하여 일반교차로에 비해 훨씬 우수한 효과를 거두게 되었다. 교차로 내 정체와 사고 위험을 획기적으로 줄이게 되는 영국식 회전교차로의 성공은 유럽의 많은 국가를 거쳐 미국, 호주 등의 국가에까지 회전교차로가 설치·운영되도록 하였다. 회전교차로는 회전차로 내에서 저속 운행하도록 회전반경을 일정 규모 이하로 설계하며, 이를 위해 진입부에서 충분히 감속할 수 있는 기하구조 특성을 가지고 있다.

회전교차로는 로터리에 비하여 교통소통완화, 교통안전성 향상, 대기오염 및 에너지 절감 등의 많은 장점을 가지고 있어 유럽과 북미에서는 회전교차로 설계지침, 기준, 가이드라인 등을 제시하여 적극 설치 및 운영 중에 있다. 국내에서는 2004년에 외국 기준을 검토하여 소개하는 수준으로 「회전교차로 설계 잠정지침」을 제시한 바 있으나 사회적인 인식 부족과 회전교차로 운영방식에 대한 국내 운전자들의 미적응으로 제대로 정착되지 못하였다. 이에 국토해양부에서는 국내 도로상황, 차량 특성, 운전자 특성을 고려한 한국형 회전교차로 설계지침¹⁾을 발간하였다. 설계지침에는 회전교차로 특징과 유형, 계획 및 전환 기준, 설계기준, 설계 예시도를 제공하여 설계에 참고하도록 하였다.

본 기술기사에서는 국외 회전교차로 사례 검토, 한국형 회전교차로 설계기준, 국내 적용 방안에 대하여 기술하였다.

2. 국외 회전교차로 사례검토

앞에서 언급한 바와 같이 회전교차로는 1960년대 중반 영국에서 시작되었다. 영국에서는 양보표지와 함께 회전차량의 통행우선권 제공의 방식으로 1970년 이후 전 세계에 회전교차로를 활성화시키게 된다. 영국에서는 기본형 회전교차로 이외에도 초소형 혹은 매직회전교차로 등의 비정형적인 회전교차로까지도 설치되어 운영되고 있으며, 최근에는 이미 활성화된 회전교차로의 안전성 향상 및 자전거와 보행자 등의 이용자 편의성 향상 등에 대한 연구가 진행되고 있다.

한편 프랑스에서는 1970년대 최초 회전교차로를 도입한 이후 영국 회전교차로 수의 3배에 해당하는 많은 회전교차로가 설치·운영되어 오고 있다. 프랑스에서는 법에 의해 회전교차로 통행우선권을 별도로 규정하고, 위반 시 최고 약 750유로의 벌금을 물

도록 하고 있다. 프랑스에서는 경전철과 결합된 회전교차로, 도시고속도로 연계형 회전교차로 등 다양한 형태로 설치·운영되고 있다. 특히 프랑스의 서남부 낭트(Nante)시는 우리나라 충청북도보다 작은 면적이지만, 약 1,500여개의 회전교차로가 시내부와 주변에 설치되어 운영되고, 내부순환고속도로 21개소의 IC 중 14개소를 입체형 회전교차로로 설치·운영



그림 1. 영국의 매직회전교차로



그림 2. 프랑스의 경전철과 결합한 회전교차로



그림 3. 프랑스의 고속도로 연계형 회전교차로

1) 회전교차로 설계지침, 국토해양부, 2010. 12



그림 4. 프랑스의 입체회전교차로



그림 5. 독일의 회전교차로

하고 있을 정도로 회전교차로 보급이 매우 활발한 도시이다.

독일은 상대적으로 회전교차로 보급이 낮은 국가이며, 1차로 회전교차로 위주로 설치·운영하고 있다. 최근에 들어서 4가지 유형으로 구분된 회전교차로 설치지침을 만들어 확대·보급하고 있다.

3. 한국형 회전교차로 설계기준

3.1 계획 및 전환기준

3.1.1 계획기준

회전교차로의 계획 시 기준 교통량은 교차로 전체의 통과 교통량을 기준으로 하되, 회전교차로 교통량 수준은 표 1과 같이 소형은 12,000대/일 이하, 1차

로형은 20,000대/일 이하, 2차로형은 32,000대/일 이하인 경우에 적용하고, 해당 교차로가 계획 교통량 수준에 도달하면 신호교차로로 전환을 검토한다. 그러나 국내 운전자들의 운전습성 상 회전교차로 도입 초기에는 이용자들의 운영효율성이 떨어질 것을 감안하여 도입초기에는 1차로 및 2차로 회전교차로의 경우 계획교통량의 85% 미만의 도로에 적용하는 것을 권장한다.(1차로형 회전교차로 : 17,000대/일, 2차로형 회전교차로 : 27,000대/일)

표 1. 회전교차로 유형별 계획기준(단위 : 대/일)

유형	소형	1차로형	2차로형
계획교통량 ^{*)}	12,000	20,000	32,000

*) 계획교통량은 각 접근로 교통량을 합한 교차로 전체 교통량임

3.1.2 전환기준

교통소통과 교통안전 측면의 향상을 위해 기존 평면교차로를 회전교차로로 전환을 검토할 경우 그림 6의 전환기준에 해당하는 교통량을 적용한다. 개별진입로의 차로당 교통량이 125~450대/시 범위 내의 교차로에서는 회전교차로로 전환 시 지체 감소에 따른 교통소통 완화 측면에서 효율적이다. 비신호교차로 및 신호교차로 권장 교통량 수준과의 경계영역에 해당하는 차로당 교통량 100~150대/시와 400~500대/시의 교차로에서는 교통류 특성, 교차로 주변 여건 등에 따라 교차로 운영방식을 결정한다.

좌회전 교통량 비율이 30% 이상인 교차로는 회전

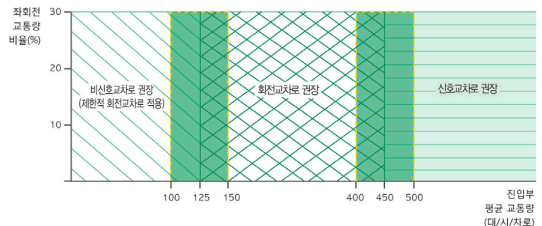


그림 6. 교통소통 측면의 회전교차로 전환기준²⁾

2) 전환기준에서 음영부분(100~150대/시/차로, 400~500대/시/차로) 범위에서는 교통류 특성과 교차로 주변 여건에 따라 교차로 운영방식 결정

교차로보다는 신호교차로로 운영하는 것이 바람직하다. 단, 제시된 기준은 접근로별 교통량의 평균값을 제시한 것이므로 주도로와 부도로 교통량과 그 비율에 따라 유연하게 적용할 필요가 있다.

여기서, 비신호교차로에서의 제한적 회전교차로 적용이라 함은 회전교차로 전환 시 교통량 수준이 적어 교통소통 완화효과는 미비하나, 교통안전상의 문제가 발생 시 제한적으로 회전교차로 적용이 가능함을 의미한다.

3.2 설계 기본원리

3.2.1 기본원리

회전교차로는 기본적으로 접근로 수가 3개 이상인 교차로에 설치되며, 감속을 유도하는 기하구조와 양보 형식의 교차로 진입방식으로 운영된다. 따라서 교차로로 진입하는 자동차는 저속 진입·회전 주행으로 교차로 통행 안전성을 확보할 수 있다.(그림 7)

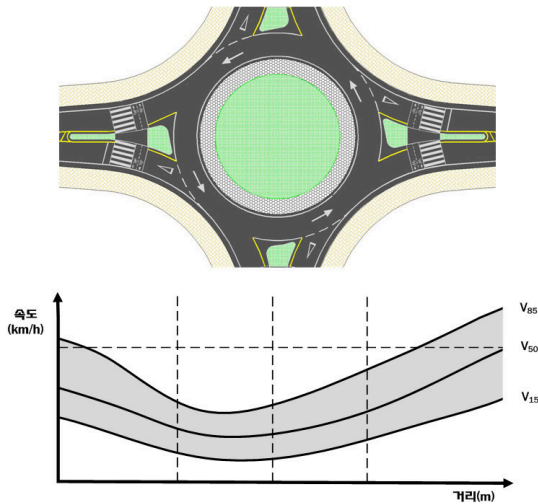


그림 7. 회전교차로 통과교통류 속도 변화

이와 같이 교차로 내에서의 저속 진입을 위해 접근로의 중심선의 연장선이 원의 중심부 혹은 중심부의 왼쪽에 가도록 선형을 잡는 것이 중요하다(그림 8).

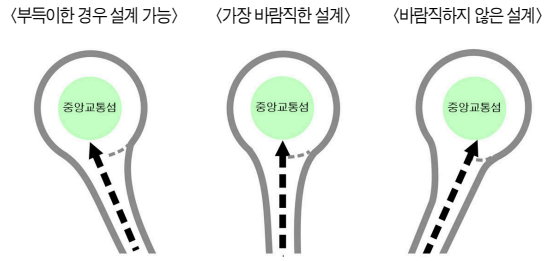


그림 8. 접근로 중심선 방향

3.2.2 설계기준자동차의 회전과 설계속도

자동차의 주행속도는 안전에 중요한 영향을 미치기 때문에 회전교차로의 진입부, 회전부, 진출부에서 해당 도로에 적합한 설계속도를 갖도록 하는 것을 설계시 가장 중요하다.

회전교차로의 접근로의 권장 설계속도는 최대 50km/h 이하이고, 회전부의 권장 설계속도는 20~30km/h이다.

3.3 기하구조 설계

3.3.1 경사 및 횡단면

회전교차로는 접근로의 종단경사가 3% 이하인 곳에 설치하는 것이 바람직하며, 교차로 양쪽에서의 경사도 변화가 일정하게 유지되는 곳이 좋다. 종단경사가 3%를 초과하는 경우에는 시거확보와 접근부 가속 문제로 회전교차로 설치가 부적합할 수 있다. 따라서 이와 같은 경우에는 최소 정지시거 확보, 교차로 재배치를 통한 종단면 수정 등을 통해 회전교차로를 설치한다.

회전교차로 내부의 회전차로는 바깥쪽으로 -2%의 횡단경사를 적용하며, 회전교차로의 횡단면은 중앙교통섬(내측 길어깨, 화물차 턱 포함), 회전차로, 외측 길어깨로 구성된다. 내·외측 길어깨 최소폭은 0.5m이며 경우에 따라 생략할 수 있다.

그림 9는 화물차 턱이 있는 경우, 그림 10은 화물차 턱이 없는 경우의 회전차로 횡단면을 예시한 것이다.

화물차 턱은 중앙교통섬 내부와 화물차 턱 경계부

에서 회전차로 쪽으로 -3~-4% 정도의 횡단경사를 주는데, 그 이상의 기울기는 화물차 낙하물에 의한 사고 발생 위험이 있어 바람직하지 않다. 중앙교통섬 및 보도와 인접한 연석 높이는 25cm 이하가 되도록 하되 여건에 따라 너무 높지 않게 설치할 필요가 있다.

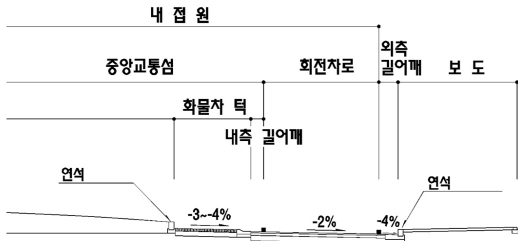


그림 9. 회전차로 횡단면 설계(화물차 턱이 있는 경우)

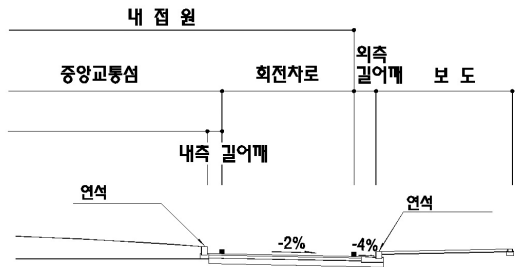


그림 10. 회전차로 횡단면 설계(화물차 턱이 없는 경우)

3.3.2 회전부

회전교차로에서 회전차로 폭은 설계기준자동차의 통행에 제한이 없는 범위에서 결정되어야 한다. 지나

표 2. 소형 회전교차로 회전부 제원

(단위 : m)

설계기준 자동차	회전부 설계속도 (km/h)	내접원 지름	중앙교통섬 ^{*)} 지름	회전차로 폭
소형 자동차	20	22.0	13.0	4.5
			14.0	4.0
			15.0	3.5
	30	25.0	16.0	4.5
			17.0	4.0

*) 소방자동차 등의 긴급자동차 통행을 위하여 중앙교통섬을 사면 돌출 또는 노면표시로 설치 가능

표 3. 1차로형 회전교차로 회전부 제원

(단위 : m)

설계기준 자동차	회전부 설계속도 (km/h)	내접원 지름	중앙교통섬 지름	화물차 턱 폭 ^{*)}	회전차로 폭	
대형 자동차	20	30.0	19.0	1.0	5.5	
			20.0	2.0	5.0	
			21.0	2.0	4.5	
			36.0	25.0	-	5.5
세미 트레일러	20	50.0	40.0	1.0	5.0	
			39.0	-	5.5	
			30.0	19.0	3.0	5.5
			35.0	26.0	3.0	4.5
	30	55.0	40.0	1.0~3.0	5.0	
			55.0	44.0	1.0	5.5

*) 화물차 턱 폭은 중앙교통섬 지름에 포함됨

표 4. 2차로형 회전교차로 회전부 제원

(단위 : m)

설계기준 자동차	회전부 설계속도 (km/h)	내접원 지름	중앙교통섬 지름	화물차 턱 폭	회전차로 폭 (내측+외측)	
대형 자동차	20	40.0	18.0	1.0	5.5+5.5	
		42.0	20.0	1.0	5.5+5.5	
세미 트레일러	20	60.0	38.0	1.0	5.5+5.5	
		40.0	18.0	1.0	5.5+5.5	
	30	60.0	38.0	1.0	5.5+5.5	
			42.0	19.0	3.0	5.5+6.0
	20	50.0	45.0	22.0	3.0	5.5+6.0
			50.0	26.0	3.0	5.5+6.5
30	65.0	62.0	40.0	1.0~2.0	5.5+5.5	
		65.0	43.0	1.0~2.0	5.5+5.5	

치게 넓은 회전교차로 폭은 소형차의 과속 및 교행행태를 야기하여 사고위험이 클 수도 있다. 또한 국내 대부분의 교차로에서 회전교차로 도입을 위한 충분한 면적 확보가 어려운 점을 고려할 때, 회전부를 크게 하기 보다는 화물차 턱을 적절히 사용하여 회전교차로를 설계함이 바람직하다.

한편 2차로형 회전교차로에서 회전반경이 가장 큰 세미트레일러의 통행량에 따라 회전반지름, 회전차로폭 등의 회전부 설계제원을 선택해야 한다.

표 2~표 4는 회전교차로의 각 유형별 회전부 제원을 설명하고 있다. 회전교차로의 설계기준자동차, 회전부 설계속도 및 내접원 지름에 따라 적절한 설계제원을 선택하여 설계할 수 있도록 제시되고 있다.

3.3.3 교통섬

교통섬은 자동차의 주행경로를 명확히 하고 적절한 속도를 유도하는 등 회전교차로의 효율적 운영을 위해 중요한 기하구조 요소이다. 교통섬은 교차로 내부에 설치되는 중앙교통섬과 진입·진출부에 설치되는 분리교통섬으로 구분할 수 있다.

중앙교통섬은 회전교차로 중앙에 위치하며 도로면보다 높게 설치하여 자동차의 횡단이 불가능하도록 만든 구역으로 내측 길어깨와 화물차 턱을 포함한다. 중앙교통섬의 높이는 식재 높이를 포함하여 운전자 눈높이(1.0m) 이하가 되도록 하며, 크기는 내접원 지름, 회전차로의 수와 폭 그리고 회전반지름에 의해 결정된다. 화물차 턱의 폭은 1.0~3.0m이고, 대형자동차 및 세미트레일러의 뒷바퀴가 화물차 턱을 밟을 때 적재물이 흔들리지 않을 정도의 경사도를 유지하기 위해 그림 11과 같이 회전차로 쪽으로 -3~-4% 경사를 갖도록 설계한다.

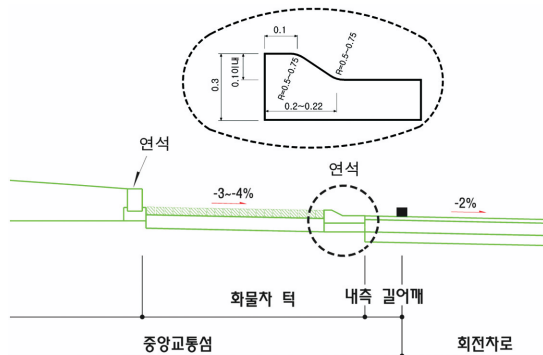


그림 11. 중앙교통섬 횡단면 설계(단위 : m)

회전교차로의 분리교통섬은 연석을 이용한 돌출된 형태의 설치를 원칙으로 하지만, 초소형 회전교차로와 같이 규모가 작은 경우나 설치가 불가능한 지역에서는 노면표시만으로도 설치될 수 있다.

분리교통섬의 연장선은 중앙교통섬 외곽에 접하도록 하며, 횡단보도에서 분리교통섬 넓이는 횡단보행자의 안전을 확보할 수 있는 수준으로 한다. 특히 분리교통섬을 통한 보행자의 대피공간을 확보하도록 설치하여, 보행자 안전에 문제가 없도록 설계하여야 한다. 그림 12는 일반적인 분리교통섬 설계제원을 나타낸 것으로 회전교차로의 설치지역 여건에 따라 형상 및 제원은 변경할 수 있다.

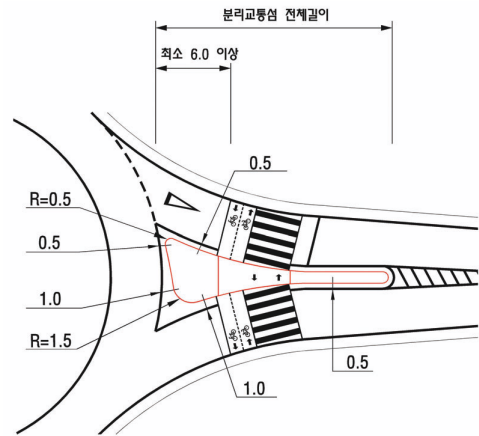


그림 12. 분리교통섬 설계제원(단위 : m)

3.4 안전시설 및 기타 부대시설

3.4.1 도로안내표지

회전교차로 설치 시 도로 안내체계는 회전교차로 전방에 설치되는 방향예고표지와 방향표지, 회전교차로 내부에 설치되는 보조표지로 구분되며, 설치는 「도로표지 제작 및 설치관리지침(국토해양부, 2010)」에 정한 기준을 따르되, 초소형이나 소형 회전교차로는 시거 제약, 정보량 과다 등을 고려하여 보조표지를 제한적으로 설치할 수 있다.

3.4.2 배수시설

회전교차로의 배수시설은 크게 회전차로의 노면배수시설과 중앙교통섬 녹지대 표면수 및 지하 침투수를 위한 배수시설로 구분할 수 있으며, 그림 13은 배수시설 설치 예이다.

회전차로 노면배수시설은 일반적인 평면교차로의 배수시설계획과 유사하다. 회전차로의 횡단면은 회전차로 바깥쪽으로 경사지게 설치하므로, 노면수를 오른쪽 측구에 설치된 우수받이, 집수정, 맨홀 등의 시설로 유도하여 배수시킨다.

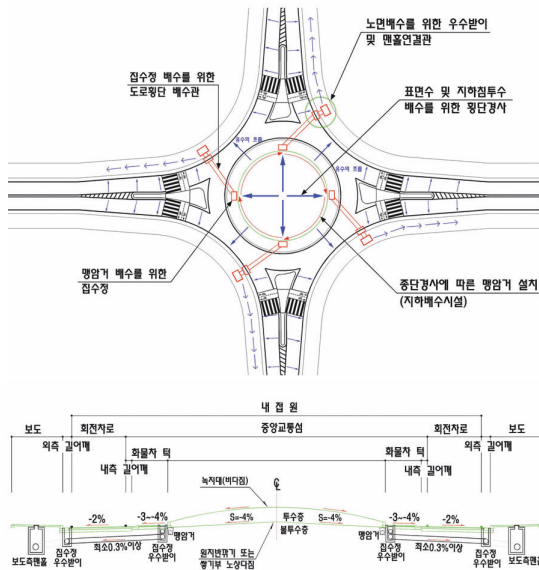


그림 13. 배수시설 설치 예

4. 결론

회전교차로는 신호등이 없는 상태에서 자동차들이

교차로 중앙에 설치된 원형교통섬을 중심으로 회전하여 교차로를 통과하도록 하는 평면교차로의 일종이며, 서행으로 교차로에 접근하는 자동차가 교차로 내부의 회전차로에서 주행하는 자동차에게 양보하며 진입하는 것이 기본 운영원리이다. 이를 통해 신호교차로에서 불필요한 신호지체가 줄어 교차로 소통이 완화되고, 교차로 사고건수 뿐만 아니라 사망자 사고 등의 사고 심각도가 높은 사고를 대폭 줄일 수 있다(프랑스의 경우 79%의 중상자 이상 사고 감소 경험). 또한 교차로에서의 연료 소모 및 대기 오염 배출량 감소, 신호교차로의 운영 및 유지관리비 절감으로 녹색 도로교통활성화에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 국내 전체 교차로의 10%(약 5,662개소)를 회전교차로로 전환 시 교통사고·지체 감소, 에너지 절감 및 오염배출감소에 따른 비용절감으로 연간 약 2조 439억원의 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.³⁾

참고 문헌

1. 건설교통부, 평면교차로 설계지침, 2004.
2. 국토해양부, 회전교차로 설계지침, 2010.12.
3. Roundabouts : An Informational Guide(Second Edition), 2010.

3) 국가경쟁력강화위원회, 녹색교통을 위한 회전교차로 활성화 방안, 2009

- 총 예상 비용절감효과: 연간 2조 439억원
- 사고감소에 따른 비용절감효과: 2,084억원
 - 지체감소에 따른 비용절감효과: 16,729억원
 - 에너지 소비감소에 따른 비용절감효과: 771억원
 - 대기오염 감소에 따른 비용절감효과: 855억원