

교차로 설계시 현대식 회전교차로(Modern Roundabouts)의 도입을 위한 적정 규모와 용량에 대한 연구 - 독일과 우리나라의 회전교차로 설계지침의 용량 비교 -

A Study of Proper Scale and Capacity for Modern Roundabouts Design

지 길 용
(한서기술단 부사장)

김 응 철
(인천대학교 조교수)

노 관 섭
(한국건설기술연구원 수석연구원)

지 민 경
(인천대학교 석사과정)

목 차

<p>I. 서론</p> <p>II. 문헌고찰</p> <p>III. 현대식 회전교차로 개요</p> <p style="padding-left: 20px;">1. 현대식 회전교차로 정의 및 운영원리</p> <p style="padding-left: 20px;">2. 우리나라의 회전교차로 설계지침</p> <p style="padding-left: 20px;">3. 독일의 회전교차로 설계지침</p> <p style="padding-left: 20px;">4. 독일의 회전교차로 사고비용비율</p>	<p>IV. 국내 로터리 현장 조사</p> <p>V. 국내 로터리 문제점 및 개선방안</p> <p style="padding-left: 20px;">1. 국내 로터리 현장조사 결과종합</p> <p style="padding-left: 20px;">2. 국내 로터리 문제점 및 개선방안 도출</p> <p>VI. 결론 및 향후연구과제</p> <p style="padding-left: 20px;">참고문헌</p>
--	--

I. 서론

프랑스, 독일 등 유럽과 미국에서는 현대식 회전교차로의 효과분석을 통해 많은 장점을 인정하여 현대식 회전교차로 도입을 적극적으로 적용하고 있다. 우리나라에서도 현대식 회전교차로에 대한 연구가 학계에서는 활발히 이루어져 사고 및 지체 감소 등 많은 장점이 있는 것으로 연구되어 발표되고 있다. 그러나 설계실무 단계에서는 아직 현대식 회전교차로가 활발히 도입되지 못하고 있는 실정이다. 이는 기존의 재래식 회전교차로(로터리)가 가지고 있는 단점 부분이 많이 부각되어 있고, 현대식 회전교차로 설계개념의 도입은 아직 초기단계에 머물러 있기 때문이다. 본 연구에서는 현대식 회전교차로의 활발한 적용을 위해서 독일의 2006년판 회

전교차로 설계지침과 독일의 도로안전진단교육 자료에서 제시된 회전교차로의 장점을 소개하고, 우리나라의 기존 재래식 회전교차로(로터리)에 대한 운영 상태를 조사하여, 그 운영상태 분석결과를 토대로 설계에서 적용할 수 있는 현대식 회전교차로의 적정규모와 용량에 대하여 연구하였다.

설계실무단계에서는 회전교차로 설계시 용량 측면에서는 어느 정도의 교통량까지 소화시키는 것으로 고려할 것인가 하는 문제에 봉착하게 되는 데, 충분한 자료가 축적되지 못하여 적절한 해답을 찾기가 어려운 것이 현실이다. 본 연구는 이러한 문제에 대하여 어느 정도 적절한 해답을 제시하게 될 것으로 사료된다. 이렇게 함으로써 현대식 회전교차로의 활발한 적용을 앞당기기 위한 목적으로 본 연구를 수행하

였다.

본 연구에서는 우리나라에서 운영 중인 5개의 재래식 회전교차로(로터리)를 선택하여 용량과 규모에 대하여 분석하고, 그 운영상황과 기하구조의 적정성도 함께 조사, 분석하여 문제점을 찾아내고, 그 개선대안을 보임으로써 향후 회전교차로 설계방향을 제시하고자한다. 이로써 설계실무단계에서 현대식 회전교차로의 활발한 적용 및 보급이 앞당겨지기를 기대하는 바이다.

II. 문헌고찰

우리나라에서 회전교차로 도입의 필요성을 최초로 제기한 것은 1995년 교통환경연구원의 제3차 교통정책연구발표회에서 신부용원장은 '서구식 회전교차로 도입할만한가?'라는 주제발표에서였다. 여기에서 그는 오랫동안 관찰만 해오던 미국에서 조차 회전교차로 도입을 결정하고 정부차원의 지원이 시작되었음을 밝혔다. 또한, 신부용(2003)은 회전교차로 도입을 반대하는 의견에 대한 해설과 함께 컴퓨터 Animation을 통해 4현시 교통신호로 운영되는 4지교차로에 비해 회전교차로의 용량이 월등하게 크다는 사실을 보여 주었다.

정용일(2005)은 2차로 접근 4지 교차로의 경우 그 운영효과가 교통량 및 방향별 회전교통류의 영향을 받는 것으로 분석하였다. 진입교통량이 늘어남에 따라 직진 및 방향별 회전교통량이 균등한 경우는 회전교차로의 운영효과가 각기 우수한 것으로 분석되었다. 특히, 좌회전 교통류가 많은 경우나 방향별로 균등한 경우 그 운영효과는 신호교차로에 비해 뛰어났다.

전우훈(2003)은 회전교차로에 대한 진입용량 모형의 개발과, 교통량에 관한 준거 마련을 목적으로 연구를 하였다. 분석결과는 진입용량에 크게 영향을 주는 도로조건은 중앙섬직경과 회전차로폭인 것으로 나타났으며, 개발된 진입용량 모형에서 얻은 용량은 독일과 이스라엘 모형의 진입용량보다 더 높았다. 그 이유는 이들 모형에 내재하는 도로조건 파라미터가 서로 다르므로 단순비교가 어렵지만, 연구에서 선택한 회전교차로의 외경이 외국의 값보다 비교적 크며, 우리나라 운전자들의 수락간격이 다른 나

라에 비해서 짧기 때문인 것으로 판단하였다. 향후 연구과제로 도로용량편람(2001)에서 회전교차로용량과 서비스수준 분석방법이 제시되지 못하였으므로 이 부분에 대한 연구의 필요성을 제시하였다.

박병호(2003)는 현대식 회전교차로는 재래식 회전교차로(로터리)와 비교하여 더 짧은 지체, 증가된 용량, 개선된 안전성과 심미성 등의 장점을 가지고 있다고 밝혔고, 현대식 회전교차로를 6가지 형태로 구분하여 진입속도, 차로수, 내접원직경, 용량 등의 특성을 비교분석하여 정리하였으며, 교차로 계획에서 십자형 혹은 T자형의 기하구조나, 진입교통량이 많아지면 단순히 신호등을 설치하는 관행을 벗어나, 현대식 회전교차로를 적정 장소와 시기에 도입하는 노력이 요구된다고 밝혔다.

이용재(2002)는 용량 보정계수를 일관성, 동질성, 교차로의 경사도에 대하여 도출하였다. 도출된 일관성 용량보정계수는 비일관성과 관련된 임의의 분포에 대하여도 적용이 가능하며 이미 다른 연구에서 경험한 사실들과 그 수식 결과가 동일함을 확인할 수 있었다. 중차량 용량보정계수의 도입은 새로운 개념의 승용차환산계수 산정과 더불어 기본 모형식을 이용한 회전교차로의 실질적인 용량분석에 대하여 기여를 할 것으로 판단하였으며, 경사에 대한 용량보정계수는 차량의 가감속 능력과 경사의 크기를 동시에 고려할 수 있도록 제시하였다.

예수영(2003)은 제주대학교앞 회전교차로 사례를 통해 분석한 결과, 회전교차로가 신호교차로로 운영하는 경우보다 시간당 차량 지체가 79.93% 감소하는 것으로 나타났다. 추후 교통량이 10%증가 할 경우에도 회전교차로의 지체의 증가가 2.2초/대 인 반면에 신호교차로의 경우에는 17.3초/대로 크게 나타났다.

도로교통안전관리공단(2006)에서는 양방향 2차로도로의 교통운영 및 안전성 개선연구를 회전교통류를 중심으로 분석하였다. 분석Tool은 교통류 시뮬레이션 프로그램인 VISSIM을 이용하여 모의실험을 하였다. 모의실험결과 비신호 Y형 교차로를 회전교차로로 변형하면, 비신호 Y형 교차로 일 때 보다 수용할 수 있는 교차로 전체교통량이 증가 하고 안전성이 크게 개선되었다. 특히, 접근로의 규모가 다르고, 회전교통

류 비율이 커질수록 수용할 수 있는 교통량은 감소하였으며, 최대용량은 2,500~2,600대/시로 제시하였다.

상기에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 회전교차로에 대한 연구결과는 기존의 신호교차로 운영보다는 현대식 회전교차로의 운영효과가 더 높다는 주장이 많은 것으로 밝혀졌다. 그러나 아직 기존의 신호교차로가 대부분인 우리나라에서는 회전교차로의 도입을 위해 많은 연구가 진행되어야 하며, 지속적인 조사, 분석 결과를 통하여 점진적으로 회전교차로의 적용을 확대 보급해 나가야 할 상황임을 알 수 있다.

III. 현대식 회전교차로 개요

1. 현대식 회전교차로 정의 및 운영원리

회전교차로는 교차로 중앙에 원형 교통섬을 두고 교차로를 통과하는 차량이 원형 교통섬을 우회하도록 하는 평면교차로의 일종이다. 기존의 재래식 회전교차로(로터리)는 회전교차로의 일종이나 교차로 진입시 끼어들기를 원칙으로 하는 운영 방식이고, 현대식 회전교차로는 진입 자동차가 교차로 내부의 회전자동차에게 양보하는 것을 기본원리로 하여 운영된다. 따라서 로터리에서는 끼어들기 기회를 많이 주기 위해 교차로의 규모를 크게 설치하여 진입속도가 높아져 접촉사고 위험을 보이는 반면에 현대식 회전교차로에서는 회전반경을 작게 제한하여 진입차량이 회전중인 차량에게 양보할 것을 요구하여 일단 회전차로 안으로 들어오면 안전하게 교차로를 빠져 나갈 수 있도록 한다.

2. 우리나라의 회전교차로 설계지침

다음 <표 1>은 국내 평면교차로설계지침(2004) 회전교차로(잠정)부분의 회전교차로 유형6가지에 대한 용량, 중앙섬 직경, 내접원 직경에 대해 비교를 나타내었다.

<표 1> 유형별 용량과 중앙섬 및 내접원직경 비교

유형	최대일교통량 (대/일) ¹⁾	중앙섬의 직경(m)	내 접 원 직경(m)
초소형 회전교차로	12,000	2~17	13~25
도시지역 소형교차로	15,000	13~22	25~30
도시지역 1차로 회전교차로	20,000	18~32	30~40
도시지역 2차로 회전교차로	40,000	25~37	45~55
지방지역 1차로 회전교차로	20,000	23~32	30~40
지방지역 2차로 회전교차로	40,000	35~42	55~60

출처: 평면교차로설계지침(2004), 건설교통부

평면교차로설계지침(2004)의 회전교차로 설계 기준 중에서 기존 회전교차로(로터리) 현장조사 결과를 분석하기 위하여 용량 외에 중요한 설계기준항목을 다음<표 2>와 같이 나타내었다.

<표 2 > 회전교차로 주요설계기준

No	항목	기준	비고
1	안내표지판 설치	필수적	
2	양보표지판 설치	필수적	
3	양보표지 라인마킹	필수적	
4	연석형 분리교통섬 설치	필수적	
5	조명 설치	필수적	
6	주차 및 버스정류장 시설	비허용	회전교차로내

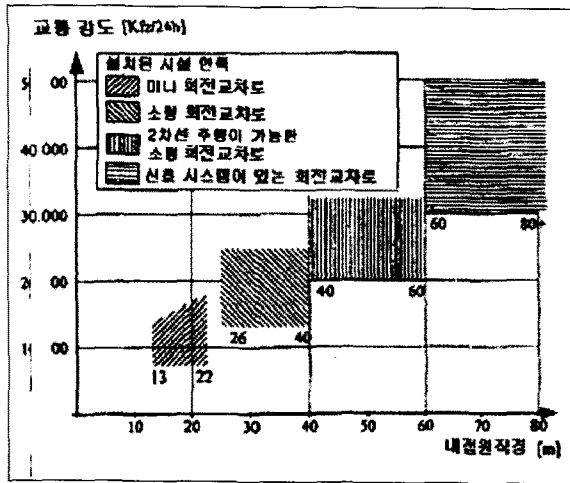
출처: 평면교차로설계지침(2004), 건설교통부

3. 독일의 회전교차로 설계지침

독일회전교차로설계지침에서 제시한 회전교차로의 용량은 다음 <그림 1> 과 같이 제시되었다. 이 도표를 이용하여, 다음 <표 2> 독일의 유형별 용량과 내접원 직경 비교표를 작성하였다. 독일지침에서 제시하고 있는 회전교차로의 용량은 유형에 따라서 다르지만 미니 회전교차로 800대/일에서 2차로 회전교차로까지 32,000대/일 까지 적용할 수 있다고 도표에서 제시되고 있다. 한편, 우리나라의 지침에서 제시되고 있는 회전교차로의 용량은 12,000~40,000대/일 까지 이며, 이러한 수치는 우리나라의 지침이 독일의 지침에 비해서 큰 값을 용량으로 채택

1) 최대 일교통량은 네갈래 회전교차로에 대한 방향별 일교통량을 모두 합한 값, 평면교차로설계지침(2004)

하고 있음을 알 수 있다.



출처: 독일 회전교차로 설계 지침(2006), 독일 도로교통 연구소

<그림 1> 독일의 내접원 직경과 교통량의 관계

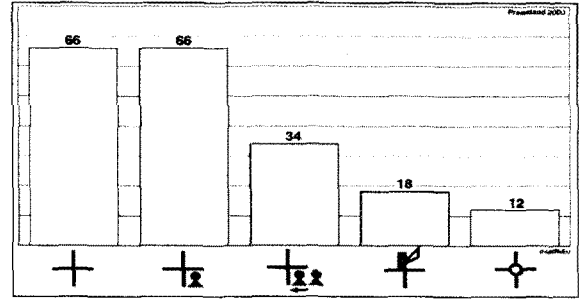
<표 3> 독일의 유형별 용량과 내접원 직경 비교

유형	최대일교통량 (대/일)	내접원 직경(m)
미니 회전교차로	800~18,000	13~22
소형 회전교차로	12,000~25,000	22~40
2차로 회전교차로	20,000~32,000	40~60
신호가 있는 회전교차로	30,000~50,000	60~80

출처: 독일 회전교차로 설계 지침(2006), 독일 도로교통 연구소

4. 독일의 회전교차로 사고비용비율

독일의 회전교차로 사고비용비율을 신호교차로, 비신호교차로 등과 비교한 연구결과를 <그림 2> 독일의 사고비용 비율 비교표에서 살펴보면, 비신호교차로의 경우 €66(1000veh), 점멸 신호등을 설치하게 되면 €66(1000veh), 신호등에 좌회전신호를 추가하게 되면 €34(1000veh)의 비용이 소요됨으로써, 사고비용비율이 감소하는 것을 나타내고 있다. 또한 과속카메라를 설치하면 €18(1000veh)로 더 줄어들게 되며, 회전교차로를 설치하면 €12(1000veh)로 가장 적은 수치를 보이고 있다. 이는 회전교차로의 사고비용비율이 비신호교차로나 신호교차로보다 사고비용을 줄일 수 있으며, 사고비용이 12/66=0.18로써 비신호교차로와 비교해 볼 때 1/5이하에 불과하다는 조사결과를 나타내고 있다.



출처: 독일의 도로교통안전 진단제도 교육자료, 도로교통안전관리공단(2007)

<그림 2> 독일의 사고비용 비율 비교

IV. 국내 로터리 현장 조사

우리나라에 설치되어 있는 재래식 회전교차로(로터리)를 조사하여 용량의 적정성과 회전교차로로 운영을 위한 문제점을 조사하기 위하여 탐문조사와 구글어스(http://earth.google.com/)를 통해서 개략적인 위치조사를 실시하였다. 조사방법은 구글어스를 통하여 현장위치를 파악하고 도면을 작성하여 기하구조 조건을 파악할 수 있도록 하였으며, 디지털 카메라로 교차로 주변 기하구조 및 시설, 운영체계를 촬영하였고, 비디오 카메라로 로터리의 교통량을 측정하였으며 테이프로 중앙교통섬의 크기와 내접원 직경을 측정하였다. 조사지점은 다음<표 4>과 같이 5개 지점을 현장조사 하였다.

<표 4> 국내 재래식 회전교차로(로터리) 현장조사지점

NO	지역	위치	교차로 명칭	유형	갈래 수
1	서울	강북구 우이동	-	도시지역 2차로 회전교차로	5지
2		성북구 종암동	-	도시지역 소형 회전교차로	5지
3	경기도	성남시 분당구 백현동	백현 로터리	도시지역 3차로 회전교차로	4지
4		파주시 금촌동	금촌 로터리	도시지역 2차로 회전교차로	5지
5	충청도	서산시 활성동	서산광장 로터리	도시지역 2차로 회전교차로	7지

V. 국내 로터리 문제점 및 개선방안

1. 국내 로터리 현장조사 결과종합

현장조사 결과 기존 회전교차로(로터리)는 문제점도 많지만 대체적으로 소통이 원활한 것으로 보아 교통소통측면에서 운영이 잘되고 있었다. 다음<표 5>에서 제시한 재래식 회전교차로(로터리)의 문제점들을 개선한다면 보다 안전하고 운영효과가 높은 현대식 회전교차로가 될 것으로 판단된다. 다음<표 5>에서는 교통시설과 기하구조에 대하여 체크리스트를 12개 항목에 대해서 조사결과를 나타내었다. 항목으로는 중앙섬의 최소직경, 내접원직경, 회전차로폭, 분리교통섬, 양보표지판, 안내표지판 설치여부 등을 체크하였다.

<표 5> 현장조사 결과 체크리스트

구분	기하구조 설계기준	서울		경기		충남 서산
		우이동	중암동	백현동	금촌동	
1	중앙섬의 최소직경은 기준을 만족하는가?	×	○	○	○	○
2	회전차선마킹은 선명한가?	×	×	×	×	○
3	가이드라인 마킹은 선명한가?	×	×	×	×	○
4	내접원 직경은 기준을 만족하는가?	×	×	○	×	○
5	안내표지판은 있는가?	○	○	×	○	○
6	회전차로폭은 기준을 만족하는가?	○	○	○	×	○
7	회전교차로 소통은 원활한가?	○	○	○	○	○
8	회전차로수는 적절한가?	○	○	○	×	○
9	연석형 분리교통섬은 설치되었는가?	×	×	○	×	×
10	조명시설은 설치되었는가?	○	×	×	○	○
11	교차로 진입부에 양보를 위한 정지선 마킹이 있는가?	○	×	○	×	○
12	대향차량의 시거확보가 가능한가?	×	×	×	○	×

2. 국내 로터리 문제점 및 개선방안 도출

1) 서울 우이동 회전교차로

서울 우이동에 위치한 회전교차로의 경우 중앙섬 직경이 21.25m로 도시지역 2차로 회전교차로 기준(25~37m)에 약간 못 미치는 직경으로 설치되었다. <그림 3>에서와 같이 회전교차로 안내표지판의 설치가 진입로에 설치되어 있고, 회전교차로 소통이 원활하다. 그러나 회전차선이 불명확하며, 분리교통섬이 불필요하게 크고, 연석으로 분리 되지 못하였다. 중앙교통섬의 조경이 무성하여 대향차량의 시거확보가 불량하며, 중앙교통섬을 인식할 수 있도록 밝혀주는 조명 및 진입차량에 대한 양보표지가 없는 문제점이 있다. 또한, 회전교차로내에 정지선이 있는 것을 알 수 있는데, 이는 회전교차로의 기본원칙에서 위배되는 것이다.

<표 6> 서울 우이동 회전교차로 조사결과

No	조사항목	조사내용	기준	비고
1	유형	도시지역 2차로 회전교차로	도시지역 2차로 회전교차로	
2	갈래수	5지	-	
3	중앙섬 직경(m)	21.25m	25~37m	미흡
4	내접원 직경(m)	40.40m	45~55m	미흡
5	교통량(비첨두시간)	2076대/시, 약20,000대/일 ²⁾	최대40,000대/일	여유 많음



<그림 3> 서울 우이동 로터리

2) 서울 중암동 회전교차로

서울 성북구 중암동에 설치되어 있는 회전교

2) 설계시간교통량(DHV)=년평균일교통량(AADT)×설계시간계수(K) : 일반적으로 30번째 시간 교통량의 연평균 일교통량에 대한 비율(K)을 도시지역 도로에서는 8~12%를 나타냄. 본 연구에서는 10%를 적용하여 일교통량을 환산함. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000)

차로는 도시지역 소형회전교차로라고 볼 수 있다. <그림 4>와 같이 회전교차로 안내표지판이 진입로에 잘 표시되어 있으며, 중앙교통섬 직경이 13.10m로 기준(13~22m)에 적합하며, 회전교차로를 통과하는 차량의 속도를 감소시키는 역할을 충분히 하고 있다. 그러나 진입차로에서의 양보를 알리는 노면 정지표시가 없으며, 회전교차로내 노면 회전표시가 지워져 있어 운전자들에게 혼동을 줄 수 있다. 현장에서 조사하는 동안 좌회전하려는 차량이 중앙섬을 회전하여 통과하지 않고 착각하여 중앙섬 왼쪽으로 좌회전을 하여 대향방향에서 오는 차량과 부딪히는 사고를 목격할 수 있었다. 또한, 중앙교통섬 내부에 조경이 무성하여 대향차량에 대한 시야가 확보가 되지 못하여 위험성을 가지고 있으며, 양보표지판과 조명시설이 없는 것도 문제점으로 분석되었다.

<표 7> 서울 중암동 회전교차로 조사결과

No	조사항목	조사내용	기준	비고
1	유형	도시지역 소형회전교차로	도시지역 소형회전교차로	
2	갈래수	5지	-	
3	중앙섬 직경(m)	13.10m	13~22m	적정
4	내접원 직경(m)	20.35m	25~30m	미흡
5	교통량(비첨두시간)	504대/시, 약 5,000대/일	최대 15,000대/일	여유 있음



<그림 4> 서울 중암동 회전교차로

3) 성남시 백현로터리

백현로터리의 경우 비디오 촬영을 할만한 높은 빌딩이 없었으며, 중앙교통섬부근은 조사당시에 공사중에 있었고, <그림 5>에서와 같이 조경이 무성하여 비디오 카메라를 촬영하는데 어려움이 많아 교통량에 대해서는 분석할 수 없었다. 그러나 비첨두시임에도 불구하고 많은 교통량이 분당방면으로 진출입을 하고 있었으나 큰

지체없이 로터리를 통과하는 것으로 나타났다. 이는 로터리내 회전차로수가 3차로여서 많은 교통량을 처리 할 수 있는 것으로 판단된다. 문제점으로는 회전차량이 진입차량을 위해 양보를 해야 한다고 알려주는 노면 정지표시가 있다는 것이었다. 현대식 회전교차로의 경우 진입하는 차량이 정지하여 회전차로내를 통과하는 차량에 우선권을 주게 되어 있는데, 성남의 로터리의 경우 반대로 시행되고 있는 것이었다. 또한, 조명, 양보표지, 회전교차로표지가 없는 것이 문제점이었으나, 조사를 수행한 5지점 중 유일하게 분리 교통섬이 연속으로 분리되어있는 곳이었으며, 중앙교통섬 직경이 51.12m로 큰 편이었으나 회전차량의 원활한 소통을 위해서는 적절한 크기인 것으로 판단된다.

<표 8> 성남시 백현로터리 조사결과

No	조사항목	조사내용	기준	비고
1	유형	도시지역 3차로 회전교차로	도시지역 2차로 회전교차로	
2	갈래수	4지	-	
3	중앙섬 직경(m)	51.12m	25~37m	충분
4	내접원 직경(m)	70.82m	45~55m	충분
5	교통량	30,000대/일 (예측)	최대40,000대/일	여유 있음



<그림 5> 성남 백현로터리

4) 파주시 금촌로터리

파주시 금촌로터리는 첨두시 교통량 2,248대/시를 충분히 처리 할 수 있는 로터리로 분석되었으며, 중앙교통섬의 조경은 다음<그림 6>과 같이 잔디와 낮은 나무로만 구성되어 있어 현장조사 5지점 중 유일하게 대향차량에 대한 시야확보를 할 수 있도록 설치되었다. 또한 진입차량에 대한 회전표지를 설치하여 회전교차로에 대한 인식을 할 수 있도록 하였다. 문제점으

로는 먼저, 큰 내접원직경에 있다고 할 수 있다. 중앙섬의 직경은 30m로 적정하나, 내접원 직경이 78.00m로 인해 여유공간이 필요이상 남게 되어 <그림 6>에서 보여지는바와 같이 택시 차량이 줄지어 대기하고 있었다. 평면교차로 설계지침(2004)에 의하면 회전차로나 진입로의 횡단보도를 지난 지점에서 주·정차는 허용하지 않도록 하고 있다. 결국 회전교차로로 이용되고 있는 면적 외에 여유면적은 주차 및 택시승강장으로 이용되어 지고 있으며, 회전차로폭은 9.8m로 2차로로 구분이 되어야 하는데 차로를 구별해 주는 차선마킹이 없어 측면접촉사고가 일어날 가능성이 있다. 또한, 진입부의 조명시설은 되어있으나, 중앙교통섬에는 조명이 없으며, 양보표지가 없는 것이 문제점으로 분석되었다. 개선방향으로는 회전차로에 대한 선명한 마킹이 필요하고, 여유부지를 이용하여 우회전 별도차로를 만들어 주변 용량증대 방안으로 바람직 할 것이며, 여유부지를 활용하기 위한 방안 수립이 필요할 것이다.

<표 9> 파주시 금촌로터리 조사결과

No	조사항목	조사내용	기준	비고
1	유형	도시지역 2차로 회전교차로	도시지역 2차로 회전교차로	
2	갈래수	5지	-	
3	중앙섬 직경(m)	30.00m	25~37m	적정
4	내접원 직경(m)	78.00m	45~55m	충분
5	교통량(첨두시)	2,248대/시, 약 20,000대/일	최대40,000대/일	여유 있음



<그림 6> 파주 금촌로터리 1

5) 서산시 서산광장로터리

서산광장로터리의 경우, 본 연구를 위한 현장 조사 5개 지점 중 가장 복잡한 교차로라고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 교통량이 많은 상황을 보이는 가운데 지체 없이 소통이 원활하

게 이루어지고 있었으며, 7개 진입로에서 진입하는 교통량을 측정하여 본 결과 비첨두시에 3,024대/시로 나타났다. 서산광장로터리 조사시간에는 거의 지체현상을 찾아 볼 수 없었는데, 이는 예수영(2003)의 제주대학교앞 회전교차로 사례를 통해 분석한 결과에서 신호교차로로 운영하는 경우보다 시간당 차량 지체가 79.93% 감소한다는 연구결과를 뒷받침해 줄 수 있는 현상이었다.

문제점을 살펴보면, 평면교차로 설계지침(2004)에서 회전교차로 안전 및 부대설계기준에 의하면 버스정류장은 회전차로나 횡단보도를 지난 지점에는 절대 설치하지 않으며 진출입부에서도 최대한 멀리 설치하도록 되어 있다. 그러나 <그림 7>에서와 같이 7지 로터리내에 버스정류장이 설치되어 교통혼잡 및 상충발생을 가중시킬 잠재요인으로 도사리고 있었다. 또한, 중앙교통섬에 큰 나무가 식재되어 시야가 불량하고, 회전교차로 표지판이 없어 간혹 차량운전자 혼란을 일으키고 있었으며, 양보표지판이 설치되지 않아 진입하는 차량은 회전교차로내 차량이 있더라도 진입하는데 익숙해져 있었으며, 오히려 회전교차로내 있는 차량이 자연스럽게 양보하는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 현상으로 인하여 잠김현상(Locking)³⁾이 발생하는 것을 관찰할 수 있었다.

<표 10> 서산시 서산광장로터리 조사결과

No	조사항목	조사내용	기준	비고
1	유형	도시지역 2차로 회전교차로	도시지역 2차로 회전교차로	
2	갈래수	7지	-	
3	중앙섬 직경(m)	30.00m	25~37m	적정
4	내접원 직경(m)	55.90m	45~55m	적정
5	교통량(비첨두시간)	3,024대/시, 약30,000대/일	최대 40,000대/일	여유 있음

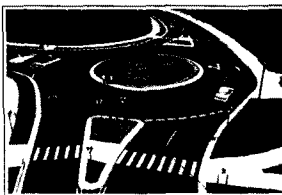
3) 잠김현상(Locking): 차량의 흐름이 엉키어 버리는 현상



<그림 7> 충남 서산광장로터리

6) 현대식 회전교차로 해외사례

현대식 회전교차로의 해외사례를 살펴보면 <그림 8>은 미국의 Okemos Roundabout으로 대표적인 현대식 회전교차로를 잘 나타내고 있는 곳이라고 할 수 있다. 먼저, 중앙교통섬의 조경이 잔디로만 이루어져 시야가 확보되며, 분리교통섬에 조명이 설치되어 있으며, 노면표시가 명확하고 양보표지가 좌우측에 각각 하나씩 있으며 우측방향 통행 표지도 설치되어 있다. 또한, 교차로의 내접원 및 중앙교통섬 직경이 적절하다. <그림 9>는 독일의 회전교차로로서 우회전 전용차로가 있는 현대식 회전교차로이다. 도시부의 경우에는 우회전전용차로(Bypass)설치가 힘들 수 있으나, 지방부의 경우에는 가능할 것으로 보인다. 교차로 안내표지에도 우회전차로에 대한 방향을 제시하여 주고 있으며, 진입차량에 대한 양보 및 회전교차로 표지가 세워져 있는 것을 확인 할 수 있다.



<그림 8> 미국
미시간(Michigan):
Okemos Roundabout



<그림 9> 독일 Modern
Roundabout

VI. 결론 및 향후 연구과제

독일의 사례에서는 회전교차로의 비용비율은 비신호교차로의 사고비용비율에 비하여 1/5이한 것으로 나타났다. 이러한 장점은 교차로의 교통사고가 많은 우리나라에서 적극 도입이 필요한 교차로의 유형이라고 사료된다. 교통사고 사망자수를 줄이기 위한 노력의 일환으로 필요성이 더욱 부각되는 교차로 형식이다.

독일지침에서 제시하고 있는 회전교차로의 용량은 유형에 따라서 다르지만 미니 회전교차로 800대/일에서 2차로 회전교차로까지 32,000대/일 까지 적용할 수 있다고 도표에서 제시되고 있다. 한편, 우리나라의 지침에서 제시되고 있는 회전교차로의 용량은 12,000~40,000대/일 까지이며, 이러한 수치는 우리나라의 지침이 독일의 지침에 비해서 큰 값을 용량으로 채택하고 있음을 시사한다.

우리나라에 설치되어 운영 중에 있는 재래식 회전교차(로터리)로 5지점을 현장조사 한 결과, 대체적으로 회전교차로로서 기하구조측면이나 시설측면에서 부족한 부분이 있지만 소통상태 측면에서는 비교적 운영이 잘 되고 있는 것으로 나타났다. 도시지역 2차로 회전교차로의 용량은 평면교차로 설계 지침(2004)에서 40,000대/일로 제시되고 있는데, 서산광장로터리의 경우를 보면 진입교통량이 3,024대/시, (대/일로 환산하면 약 30,000대/일)로서 많은 교통량을 지체 없이 소화시키고 운영되는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 설계지침에서 제시된 최대40,000대/일보다 작은 값으로서 여유가 있음을 확인할 수 있었다.

현장조사결과와 비교했을 때, 조사지점 모두가 지침에서 제시하고 있는 용량의 범위안에서 지체없이 교통운영이 되고 있었기 때문에 용량 측면에서는 지침에서 벗어나는 상황을 발견할 수는 없었다. 그러나 앞에서 살펴본 바와 같이 교통시설이나 기하구조적인면에서는 회전교차로로서는 적지 않은 문제점이 발견되었다.

교통시설측면에서는 회전교차로 안내표지판이 설치된 곳이 5지점 중 4지점에 설치되었으나, 양보표지가 있는 곳은 한 지점도 없었다. 현대식 회전교차로의 경우 진입차량은 회전하고 있는 차량에 양보를 해야 하지만 회전차량이 있음에도 불구하고 진입을 시도하려는 현상이 아직은 지배적이다. 이는 양보표지판을 설치하고, 병행하여 노면마킹으로 양보표시를 하여서 진입차량의 운전자가 회전차량에게 양보를 해야 한다는 메시지를 분명하게 인식시킬 필요성이 있다. 또한, 중앙교통섬의 높은 나무들은 제거하고 낮은 꽃 나무 등을 심어 미적경관이 좋으면서 시거확보도 될 수 있도록 설치해야 한다. 중앙교통섬이 작거나 좌회전 방향이 혼선

이 일어날 가능성이 있는 경우에는 가이드라인(유도차선) 마킹을 표시하여 역방향 주행을 감소시켜야 한다. 분리교통섬은 연석을 돌출시켜 차량의 주행경로를 자연스럽게 우측방향으로 유도할 수 있도록 하고, 조명시설은 진입부 및 중앙교통섬에 반드시 설치하여 야간에도 회전교차로에 진입하였다는 것을 인식할 수 있도록 해야 한다.

기하구조적인 측면에서는 계획교통량을 고려하여 회전교차로의 유형을 결정하고, 설계지침에 제시되어 있는 규정값을 기준으로 중앙교통섬과 내접원 직경, 회전차로폭의 크기를 결정해야 할 것이다. 우회전 별도 차로는 회전교통과 분리시킬 수 있으므로 용량을 증대시키는 효과가 있으므로 적극적인 도입이 필요하다.

향후 연구과제로는 다음과 같다.

첫째, 평면교차로 설계지침(2004)에는 도시지역 2차로, 지방지역 2차로인 경우까지만 제시되었으나, 현재 회전차로가 3차로로 운영되고 있는 백현로터리의 사례를 보거나, 5지~7지의 갈래수가 많은 경우는 3차로 운영방식도 적지 않게 이용이 될 것으로 판단된다. 따라서 회전차로가 3차로 일 때의 유형구분이 추가되어야 할 것이다.

둘째, 현재 우리나라의 도로용량편람(2001)에서는 회전교차로 운영효율을 평가하기 위한 MOE(Measure of effectiveness)가 없는 실정이다. 현대식 회전교차로의 운영효율 평가를 위한 적절한 MOE선정에 관한 연구가 필요하며, 선정된 MOE를 이용하여 서비스수준에 대한 기준을 제시하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 건설교통부(2004), "평면교차로 설계 지침"
2. 건설교통부(2001), "도로용량편람"
3. 도로교통안전관리공단(2006), "양방향 2차로 도로의 교통운영 및 안전성 개선 연구(II) - 회전교통류 중심 -"
4. 박병호, 송대섭(2003), "교차로계획에서 현대식 회전교차로(Modern Roundabout)의 도입 타당성", 충북대학교 건설기술연구소 논문집, 제22권 제2호, pp.134-146
5. 신부용, 김기준(2003), "서구식 회전교차로 도입의 장애요소와 해결책", 2003 토목학회 정기 학술대회, pp.214-219
6. 신부용(1995), "서구식 로터리 도입할만한가?", 교통환경연구원 제3회 교통정책 발표회
7. 예수영(2003), "라운드어바웃(Roundabout) 설치 방안 연구", 명지대학교, 석사졸업논문
8. 이용재, 김석근(2002), "현대식 회전교차로의 용량보정계수에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, 제22권 제2-D호, pp.185-195
9. 전우훈, 도철웅(2003), "Roundabout의 용량분석", 대한교통학회지, 제21권 제3호, pp.59-69.
10. 정용일, 류승기, 변상철(2005), "도심지역 회전교차로 도입효과에 관한 연구 -균등한 진입 교통류를 가정으로-", 대한토목학회 정기 학술대회, pp.4061-4066.
11. 독일도로교통연구소(2006), "독일회전교차로 설계지침"
12. 교통안전공단(2007), "독일의 도로교통안전 진단제도 교육자료"
13. AASHTO(2001), "A Policy on Geometric Design of Highways Streets"
14. Transportation Research Board.(2000), "Highway Capacity Manual. Transportation Research Board", National Research Council, Washington, D.C.
15. US Department of Transportation.(2000), "Roundabouts: An Informational Guide", Federal Highway Administration, Publication No. FHWA-RD-00-067