

좌회전 궤적과 정지선 위치를 고려한 물방울 교통섬 설계 방법

Design of Drop Islands to Accommodate the Left Turn Trajectory and Stop Bar

김동녕* · 김병정**

Kim, Dong Nyong · Kim, Byung Jung

Abstract

The study on the left turning trajectory has not done many times in Korea. Because of this, there are a lot of intersections built without considering on turning trajectory of vehicles, in Korea, and we can see many conflicts, reduced capacity of turn, especially at small intersections. Even if left turn trajectory is designed well, it is not easy to mark exactly on the pavement according to the turn trajectory. This study suggests "drop Islands" which can be seen in Europe, and is introduced in Korea recently, to solve the problems of conflicts and reduced capacity of turning. It suggests a table of location of the stop line so that the engineers who design the intersection design appropriate left turn trajectory and marking of the stop line and turn trajectory is done more exactly. To evaluate the effect of "drop island", two intersections with and without drop island were compared on the turning radii and location of stop line. Construction of "drop island" can increase the capacity of intersection and safety without additional land and construction expenses.

Keywords : drop island, left turn trajectory, turning radius

요 지

차량의 좌회전반경 및 궤적에 관한 연구는 미비한 실정이다. 이러한 이유로 교차로의 설계시 좌회전반경은 중요하게 반영되지 않아 부적절하게 적용된 경우를 자주 찾아볼 수가 있으며 그에 따른 좌회전 유도선 또한 부적절하게 그려지고 있는 실정이며 이러한 교차로에서 상충에 의한 안전사고나 교차로용량의 감소가 자주 일어나고 있다. 본 연구는 유럽에서 교차로 설계 시 자주 사용되며 최근 국내에 소개된 바 있는 "물방울 교통섬(Drop Island)"을 교차로의 설계에 적용하여 위와 같은 문제점들을 해결하고자 한다. 기존의 물방울 교통섬 설계방법을 응용하여 실제 설계에 활용할 수 있도록 차종별, 교차각별로 설계방법을 제시하였으며 실제 설계를 통해 각각의 경우 교차점으로부터 정지선의 위치 및 회전 궤적의 시종점거리를 제시하여 설계자가 실무에서 참고하여 보다 쉽게 정확한 좌회전 궤적을 설계에 반영할 수 있도록 하였다.

핵심용어 : 물방울 교통섬, 좌회전 궤적, 회전반경

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

차량이 교차로에 진입해서 좌회전을 하게 되는 경우 교차로의 좌회전 궤적이 올바르게 맞지 않으면 교차로 좌회전의 용량이 감소할 뿐만 아니라 차량이 진입하려는 도로의 대향차로를 침범하여 사고의 위험성도 가져올 수 있다. 특히 좁은 교차로에서 대향차로가 좌회전할 경우 대향차로를 침범하여 대기하고 있던 차량과 충돌할 가능성이 높다.

하지만 현재 교차로의 설계 시 우회전의 설계에 있어서는 차량에 따라서 운행특성을 고려한 설계기준이 마련되어 있지만 좌회전의 설계의 경우에는 그렇지 못하다. 때문에 실제 설계도면에서도 좌회전 궤적이 부적절하게 적용된 경우를 자주 찾아볼 수가 있으며 그에 따른 좌회전 유도선 또한

부적절한 형태로 그려져 있는 경우를 볼 수가 있다. 이러한 설계도면은 차선도색시 하여금 좌회전 유도선을 임의로 설치하도록 방지하는 결과를 가져온다 할 수 있다.

물방울 교통섬은 교통섬의 진입부에 좌회전 궤적이 이어져서 설계됨으로써 차량이 적절한 좌회전 궤적을 따라갈 수 있도록 유도하며, 좌회전 시 대향차로를 분리함으로써 대형차로가 교차로 회전 시 대향차로를 침범하는 것을 방지해준다. 그 외에도 물방울 교통섬은 교통시설물의 설치공간 제공, 횡단보도 설치 시 보행자를 보호하는 기능을 가지고 있다.

이러한 물방울 교통섬의 설계를 통해 적절한 좌회전 궤적을 제시하여도 실제 노면표시를 할 때에 시공자가 현장에서 적용을 한다는 것은 매우 어렵기 때문에 현장에서 바로 적용할 수 있도록 정지선의 위치 및 궤적의 시작·끝점의 위치를 실제 설계를 통해 제시함으로써 현장에서의 적용이 용

*정회원 · 교신저자 · 단국대학교 토목환경공학과 교수 (E-mail : kdng@dankook.ac.kr)

**단국대학교 일반대학원 토목환경공학과 석사 (E-mail : 81kbj@dankook.ac.kr)



그림 1. 중앙선을 침범하는 좌회전 궤적

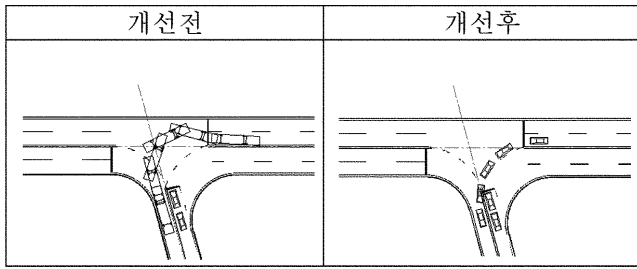


그림 2. 부적절한 좌회전 궤적으로 인한 문제점

이하도록 하였다.

본 연구를 통하여 교차로에 물방울 교통섬을 설치함으로써 부적절한 좌회전 궤적이 적용되는 것을 방지할 수 있으며, 시공 시 보다 정확한 노면표시를 함으로써 교차로에서의 좌회전 용량의 증대와 안전성의 증대, 운전자의 주행의 쾌적성의 증대의 효과를 가져다 줄 것으로 기대된다.

1.2 연구의 범위

본 연구의 범위는 교차로를 설계할 때 적절한 좌회전 궤적을 적용하여 설계함으로써 부적절한 좌회전 궤적을 적용할 경우 발생하는 용량 및 안전성, 쾌적성의 감소를 방지하는 방안을 제시하는 것이다.

그 방안으로 독일의 “도로시설규정(RAS)”와 국내의 “평면 교차로 설계지침”에 소개된 바 있는 물방울 교통섬을 제시하였다. 물방울 교통섬의 설치를 통해 부적절한 좌회전 궤적의 설계를 방지할 수 있으며 그로인해 용량 및 안전성, 쾌적성의 증대를 기대할 수가 있다.

하지만 적절한 좌회전 궤적의 설계에도 불구하고 실제 노면표시를 할 때에 시공시 현재의 설계도면 만으로는 정확한 좌회전 궤적을 그리기가 어렵다. 그 이유는 현장에서 좌회전 반경의 중심을 찾는 일도 어렵고 또한 중심을 알고있다 하더라도 정확한 원호를 그리기가 쉽지 않기 때문이다. 때문에 노면표시의 경우 시공자의 경험으로 처리하는 것이 대부분이다. 결국 제대로 설계를 하고도 좌회전 궤적이 정확하지 못하게 적용되는 경우가 발생하는데 이를 방지하고자 본 연구에서는 교차로도의 교차각, 좌회전 궤적별로 실제 설계를 하였으며 이를 통해 정지선의 위치, 회전 궤적의 시작·끝점의 위치를 실측하여 제시하였다. 이러한 위치들을 제공함으로써 현장에서 노면표시의 시공시에 보다 정확한 좌회전

궤적을 그릴 수 있도록 하였다.

본 연구의 범위로는 주도로 왕복 5차로(좌회전차로 포함), 부도로 왕복 2차로의 3지교차로를 대상으로 하였다.

또한 실제 사례분석은 교차각의 범위를 60°, 75°, 90°, 105°, 120°로 고려하였으며 각각의 경우 설계자동차의 회전 반경인 12m, 15m, 23m를 적용하여 분석하였다.

또한 물방울 교통섬의 적용대상은 신설교차로를 주된 대상으로 하며 기존의 교차로의 경우에는 물방울 교통섬의 설치로 인한 교차로 면적증가를 수용할 수 있는 주변지역의 개발이 이루어지지 않은 곳 등 미개발 지역이 주된 대상이 될 수 있다. 신설교차로의 경우에도 주도로와 부도로의 도로 폭의 차이가 커서 회전 궤적을 적절히 설치하기 어려운 곳이나 시야가 불량해서 부도로에서의 중앙선 침범이 예상되는 곳이 물방울 교통섬 설치의 주된 대상이 된다.

마지막으로 물방울 교통섬이 설치되지 않은 교차로의 설계도면에 물방울 교통섬을 설치하여 전후를 비교하였다. 이를 통해 물방울 교통섬 설치 전후의 교차로 면적 및 정지선의 위치 변화를 알아보았다.

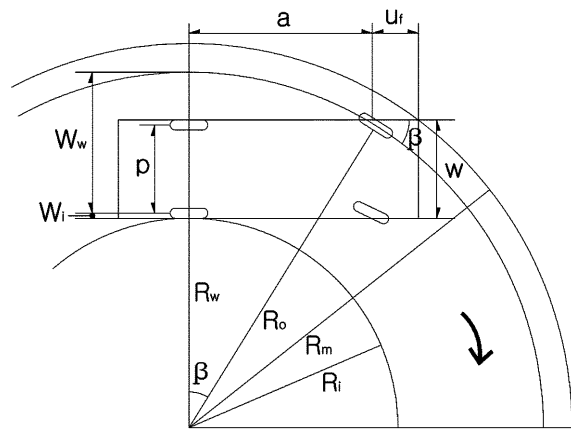
2. 좌회전 궤적에 관한 고찰

일반적으로 자동차의 후차륜은 후차축에 직각으로 장치되어 있으므로 자동차 주행중에 방향전환은 전차륜으로 이루어진다. 이 경우 자동차 전륜의 각축 중심선의 연장과 자동차가 회전하려는 반경의 중심점과 만나도록 되어 있다. 즉, 전륜의 각축이 각각 상이한 각도 α , β 로 전향하는 것으로 되어 있다. 그 결과 앞차축과 연결봉 및 연결봉의 암이 이루는 사각형은 평행사변형이 아니라 사다리꼴이 되므로 핸들을 조작하면 내측 차륜쪽이 많이 전향되어 회전이 원활하게 이루어진다.

이를 이용하여 설계기준자동차의 궤적을 구하면 다음과 같다.

2.1 소형 및 중·대형 자동차

소형차 및 중·대형자동차에 대한 내외측 최소 회전반경



- R_i : 내측반경
- R_o : 외측전륜의 회전반경
- a : 축간거리
- u_f : 앞내민 길이
- β : 외측전륜의 전향각도
- R_m : 외측반경
- R_w : 내측후륜의 회전반경
- w : 차량폭
- p : 후륜전향 중심간의 거리

그림 3. 소형차 및 중·대형자동차의 주행궤적

을 구하기 위하여 그림 3을 중심으로 관련식을 구하면 다음과 같다.

그림 3을 통해서 R_o 와 W_w 를 구하면 다음과 같다.

$$R_o = \frac{a}{\sin(\beta)} \quad (1)$$

$$W_w = R_o - \sqrt{(R_o)^2 - a^2} + p \quad (2)$$

차체와 내측바퀴사이의 거리(W_i)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_i = \frac{W-p}{2} \quad (3)$$

내측후륜의 회전반경(R_w)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_w = R_o - W_w \quad (4)$$

따라서, 내측반경과 외측반경을 구하면 다음과 같이 된다.

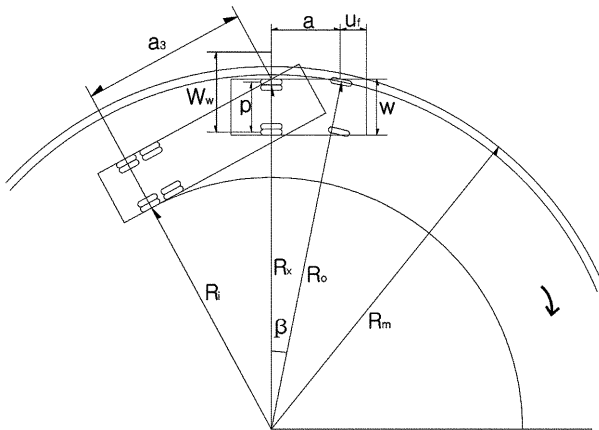
$$R_i = R_w - W_i = R_o - W_i - W_w \quad (5)$$

$(R_i + W)^2 + (a + u_f)^2 = (R_m)^2$ 로부터 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_m = \sqrt{(R_i + W)^2 + (a + u_f)^2} \quad (6)$$

2.2 세미트레일러 연결차

세미트레일러에 대한 내외측 최소 회전반경을 구하기 위하여 그림 4를 중심으로 관련식을 구하면 다음과 같다.



- R_i : 내측반경
- R_o : 외측전륜의 회전반경
- a : 축간거리(전축거)
- u_i : 앞내민 길이
- w : 차량폭
- β : 외측전륜의 전향각도
- R_m : 외측반경
- R_x : 내측후륜의 회전반경
- a_3 : 축간거리(후축거)
- p : 후륜전향 중심간의 거리
- W_w : 차량바퀴의 진행대폭
- α : 내측전륜의 전향각도

그림 4. 세미트레일러 연결차의 주행궤적

그림 4를 통해서 R_o 와 W_w 및 R_x 의 값을 구하면 다음과 같다.

$$R_o = \frac{\alpha}{\sin(\beta)} \quad (7)$$

$$W_w = R_o - \sqrt{(R_o)^2 - a^2} + p \quad (8)$$

$$(R_o)^2 = a^2 + (R_x + W_w - p)^2 \quad (9)$$

$$R_x = \sqrt{R_o^2 - a^2} - (W_w - p) \quad (10)$$

따라서, 내측반경(R_i)와 외측반경(R_m)은 다음과 같이 표현된다.

$$R_i = \sqrt{(R_x + (W_w - p))^2 - (a_3)^2} - W$$

$$R_m = \sqrt{(R_x)^2 + (a + u_f)^2} = \sqrt{(R_i + W)^2 + (a_3)^2 + (a + u_f)^2} - (W_w - p) \quad (11)$$

앞에서 구한 식을 이용하고 소형차, 중형차 및 세미트레일러의 제원을 표 1과 같이 적용하여 최소 회전반경을 구하면 다음과 같다. 이 때 적용된 각 파라메타 값은 다음과 같다. 승용차의 경우는 $a=2.7m$, $\alpha=38^\circ$, $W=1.7m$, $p=1.44m$ 이고, 중·대형자동차의 경우는 $\beta=34^\circ$, $a=6.5m$, $W=2.5m$, $p=1.75m$ 이고, 세미트레일러의 경우는 $a=4.2m$, $W=2.5m$, $p=1.86m$, $a_3=9.0m$, $\beta=20^\circ$ 를 적용하였다.

표 1. 차량특성

	최소 회전반경		진행대폭	확폭량
	내 측	외 측		
소형차	3.33	6.13	2.80	0.5
중·대형차량	7.50	13.45	5.95	2.7
세미트레일러	5.85	13.46	7.61	4.57

위에서 구한 최소 회전반경으로 좌회전할 경우 진행대폭이 넓기 때문에 평균차로폭 3.0m에서 3.5m정도로는 충분하지 않게 된다. 따라서 설계반경으로 승용차, 중·대형자동차 및 세미트레일러의 12m, 15m 및 23m를 사용하면 확폭량이 각각 0.5m, 2.7m, 4.57m에 불과하기 때문에 인접차로간의 상충을 최소화 할 수 있다.

3. 물방울 교통섬 설계에 관한 고찰

3.1 물방울 교통섬의 설계방법

물방울 교통섬의 설계방법은 교차각에 따라 3종류로 나누어진다. 교차각 α 가 $75^\circ \sim 105^\circ$ 일 경우, 75° 이하일 경우, 105° 이상일 경우로 나누어지며 본 논문에서는 대표적으로 교차각 α 가 $75^\circ \sim 105^\circ$ 일 경우 대하여 수록하였다.

3.1.1 교차각 $\alpha=75^\circ \sim 105^\circ$

- ① 하위도로가 상위도로와 교차하는 각이 $\alpha=75^\circ \sim 105^\circ$ 인 직각교차로의 설계요령은 다음과 같다.
- ② α 에 따라 하위도로의 중심선을 기준으로 하여 우측에 필요한 교통섬의 폭을 그림 5의 기준에 의하여 R_i 를 결정하고, 하위도로측에 평행하게 임시 선을 그린다.
- ③ R_i 는 상위도로 폭을 기준으로 그림 6에 의하여 곡선을 그리며 $R_i+2.0$ 인 임시선을 그린다.
- ④ 위에서 그린 임시선이 상위도로 축대선과 만나는 점을 확인하고 이 점과 ③항에서 결정한 원의 중심점을 연결하는 선을 그려서 교차하는 점을 형성한다.
- ⑤ 제④항에서 결정된 교점과 상위도로 중앙분리대와 접하는

원호(R_i +대기차로폭+분리대 폭) 그린다. 정지선은 접점에서 1.5~5.0m 앞쪽에 설치한다.

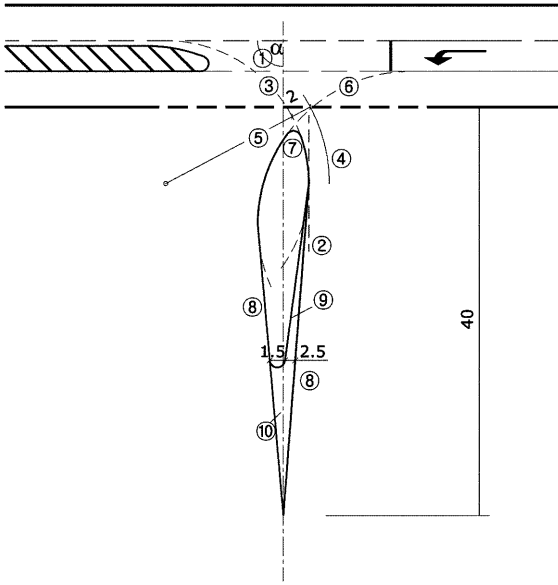


그림 5. 큰 물방울 교통섬 설계방법($\alpha=75^\circ\sim 105^\circ$)

- ⑥ 물방울 교통섬의 위아래 모서리는 $R \geq 0.75$ 모서리 둥글림(Rounding)을 한다. 이 때 위 모서리가 상위도로의 측대에서 2.0~4.0m 떨어지도록 R을 결정하여야 한다.
- ⑦ 상위도로 측대에서 40m 떨어진 하위도로상 점을 결정하고 이 점과 제 ③, ⑤항에서 그린 곡선에 접선을 그린다.
- ⑧ 물방울 폭이 약 2.5m 되는 점을 중심선상에서 결정하여 $R \geq 0.75$ 둥글림을 하며 제③항서 그린 곡선에 접선을 그어 물방울 형태를 완성한다.
- ⑨ 제⑦, ⑧항에서 선을 그리고 남는 부분은 안전지대로, 사선으로 표시한다.

위의 방법으로 하면 교차로의 좌회전 곡선반경설계에서 설계기준차량의 주행궤적을 고려하지 않고 상위도로의 폭에 의해 곡선반경이 설계된다. 때문에 상위도로의 폭이 좁은 왕복 2차로 도로의 경우 세미트레일러 같은 대형차량이 지나갈 경우 그 반경을 적절히 수용 할 수 없는 경우가 발생한다. 이는 세미트레일러로 하여금 좌회전 시 대향차로의 침범을 일으킬 가능성을 높이며 이러한 설계는 교차로의 용량과 안전성 측면에 나쁜 영향을 줄 수 있다.

또한 예각(75° 이하)이나 둔각(105° 이상)으로 접하는 교차로의 설계방법을 보면 하위도로의 축선을 상위도로에 직각으로 만나도록 반경 50m 이상으로 구부려 준 뒤 설계를 하도록 하였는데 건물, 주택, 문화재, 교량구조물 등등의 장애물 때문에 시공이 불가능한 경우가 발생할 수 있다. 즉, 예·둔각의 교차각을 90° 정도로 만들어 줄 수 없을 경우가 발생하게 되는데 이러한 교차로에서의 물방울 교통섬의 설계는 위의 방법으로는 어렵게 된다. 때문에 본 연구에서는 기존의 설계방법을 변형하여 새로운 방법을 제시하여 위와 같은 문제점을 해결하고자 한다.

3.2 부득이한 경우 물방울 교통섬의 설계

앞서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 교차로의 설계 시

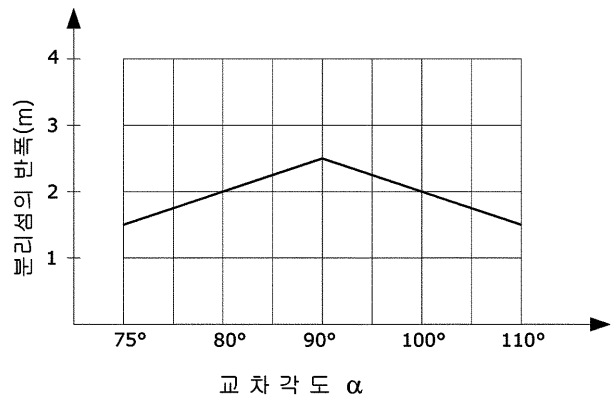


그림 6. 물방울 교통섬의 반폭

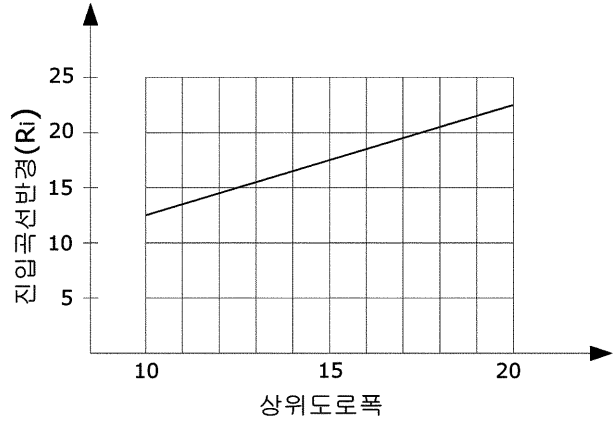


그림 7. 진입곡선반경

물방울 교통섬을 설치하는데 있어 “평면교차로 설계지침”이 제시한 방법에서 발생한 문제점을 해결하기 위해 변형된 물방울 교통섬의 설계방법을 제시하고자 한다. 본 설계방법은 기존의 방법이 가진 문제점인 설계기준차량의 좌회전 반경이 반영되지 못한다는 점과 실제 시공 상 발생하는 부득이한 경우(교량구조물, 문화재 등등)를 해결하는 방법이다.

본 설계방법은 독일 도로시설규정(RAS)의 물방울 교통섬 설계방법 중 작은 물방울 교통섬의 설계방법을 응용하였다. RAS⁷⁾에 제시된 설계방법은 교차로의 교차각이 직각인 경우에 대해서만 그 설계방법을 제시하였지만 본 연구에서는 교차로가 예각 및 둔각으로 교차할 경우에 대하여 각각의 경우 그 방법을 제시하였다.

좌회전 진입 및 진출시 곡선반경은 3장에서 결정된 바와 같이 12m, 15m, 23m를 적용하였으며 예각으로 교차하는 경우에는 부도로에서 주도로로의 좌회전 진입의 경우, 둔각의 경우에는 주도로에서 부도로로의 좌회전 진출의 경우에 각각 설계기준차량의 좌회전반경을 적용하였다. 그 이유는 예각의 경우 좌회전 진입시, 둔각의 경우 좌회전 진출시 불리한 곡선반경을 가지기 때문이다.

또한 주도로와 부도로의 우회전 선형에 대해서는 특별히 고려를 하지 않고 $R=12m$ 로 설계하였다. 그 이유는 본 연구의 목적인 물방울 교통섬 설계시 정지선의 위치, 회전 궤적의 위치를 산정하는데 우회전 반경은 아무런 영향을 끼치지 않기 때문이다.

본 연구가 제시하는 교차로의 설계방법은 다음과 같다.

이 때 기준이 되는 도로는 주도로 4차로, 부도로 2차로의

좌회전차로가 따로 있는 도로를 기준으로 하였으며 그 외의 경우의 물방울 교통섬의 설계도 다음의 경우와 차이가 없다.

3.2.1 예각의 경우 물방울 교통섬의 설계

- ① 하위도로의 축 확정
- ② 하위도로의 축의 오른쪽과 왼쪽으로 그림 6에서 명명된 물방울 교통섬의 반폭 만큼 두 개의 보조선을 그린다.
- ③ 반경 R_d 인 좌회전 진입의 차로안쪽 가장자리의 구조를 그린다. 이 곡선은 하위도로 축의 오른쪽 보조선에 접하며, 한 편으로 꺾어져 들어가야 하는 차로의 안쪽 모서리에 접한다(여기서 R_d 는 설계기준차량별 좌회전반경).
- ④ 상위도로로 부터의 좌회전 진출의 차로안쪽 가장자리의 구조를 그린다. 이 곡선은 하위도로 축의 왼쪽 보조선에 접하며, 한 편으로 상위도로 좌회전 차로의 안쪽 모서리에 접한다(이 때의 반경은 물방울 교통섬의 형상을 고려하여 설치).
- ⑤ 제 ③, ④항에 의해 결정된 곡선은 물방울 교통섬의 머리부분을 이룬다. 이 때 모서리를 $R \geq 0.75m$ 의 반경으로 둥글림 한다(이때 상위도로의 측대에서 2.0~4.0m 떨어지도록 반경을 결정하여야 한다).
- ⑥ 상위도로의 측대에서 40m 떨어진 하위도로의 축 상의 점을 결정, 이점에서 제 ③, ④항에 의해 결정된 곡선에 접선을 그린다.
- ⑦ 물방울 폭이 약 2.5m 되는 점을 중심선상에서 결정하여 $R \geq 0.75$ 둥글림을 하며 제 ③항에서 그린 곡선에 접선을 그려 물방울 형태를 완성한다.
- ⑧ 제 ⑥, ⑦항에서 선을 그리고 남는 부분은 안전지대로, 사선으로 표시한다.

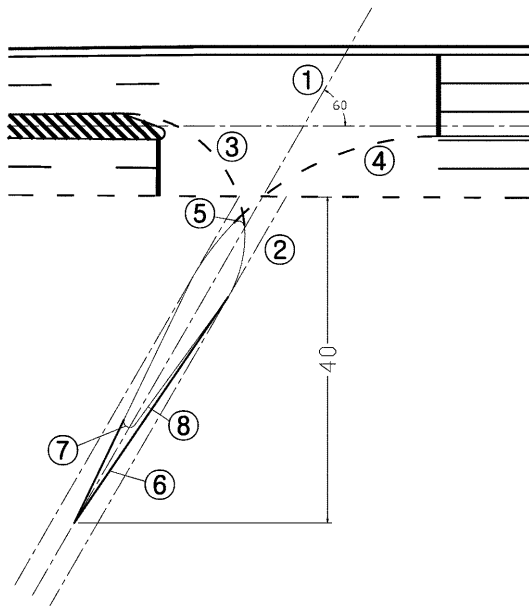


그림 8. 예각의 경우 물방울 교통섬의 설계

3.2.2 둔각의 경우 물방울 교통섬의 설계

- ① 하위도로의 축 확정
- ② 하위도로의 축의 오른쪽과 왼쪽으로 그림 6에서 명명된 물방울 교통섬의 반폭 만큼 두 개의 보조선을 그린다.
- ③ 반경 R_d 인 좌회전 진출의 차로안쪽 가장자리의 구조를 그

린다. 이 곡선은 하위도로 축의 왼쪽 보조선에 접하며, 한 편으로 좌회전 차로의 안쪽 모서리에 접한다(여기서는 설계기준차량별 좌회전반경).

- ④ 하위도로로 부터의 좌회전 진입의 차로안쪽 가장자리의 구조를 그린다. 이 곡선은 하위도로 축의 오른쪽 보조선에 접하며, 한 편으로 꺾어져 들어가야 하는 차로의 안쪽 모서리에 접한다(이 때의 반경은 물방울 교통섬의 형상을 고려하여 설치).
- ⑤ 제 ③, ④항에 의해 결정된 곡선은 물방울 교통섬의 머리부분을 이룬다. 이 때 모서리를 $R \geq 0.75m$ 의 반경으로 둥글림 한다(이때 상위도로의 측대에서 2.0~4.0m 떨어지도록 반경을 결정하여야 한다).
- ⑥ 상위도로의 측대에서 40m 떨어진 하위도로의 축 상의 점을 결정, 이점에서 제 ③, ④항에 의해 결정된 곡선에 접선을 그린다.

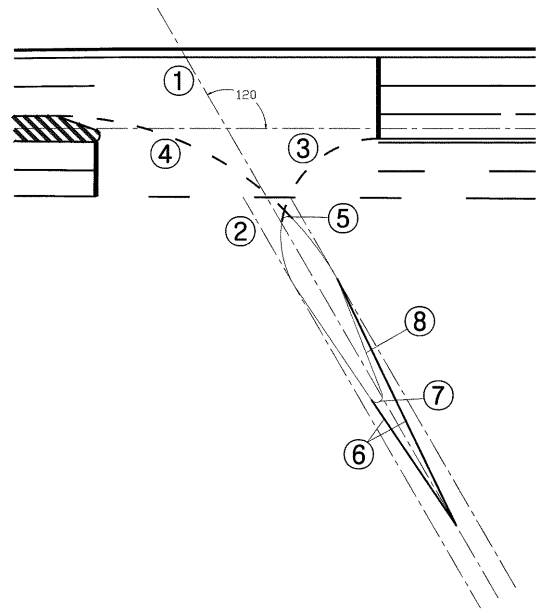


그림 9. 둔각의 경우 물방울 교통섬의 설계

- ⑦ 물방울 폭이 약 2.5m 되는 점을 중심선상에서 결정하여 $R \geq 0.75$ 둥글림을 하며 제 ③항에서 그린 곡선에 접선을 그려 물방울 형태를 완성한다.
- ⑧ 제 ⑥, ⑦항에서 선을 그리고 남는 부분은 안전지대로, 사선으로 표시한다.

4. 물방울 교통섬 설계시 정지선의 위치산정

본 장에서 논하고자 하는 정지선의 위치산정은 서론에서 언급한 바와 같이 제대로 된 회전 궤적을 가지는 설계를 하였다 하여도 노면표시 시공시에 정확하게 표시한다는 것이 어렵다는 점을 감안하여 보다 쉽고 정확한 주행궤적을 그리고 정지선의 위치를 나타낼 수 있도록 정지선 및 궤적의 위치를 나타내었다.

4.1 설계기준도

본 연구에서는 물방울 교통섬이 설치된 교차로의 설계에서 정지선의 위치 및 회전 궤적의 시·종점의 위치를 그림 10과

같이 설계기준도를 통하여 제시하였다.

그림 10의 거리는 각각 다음과 같이 정의된다.

- SL(Stoptline Left) : 교차로 좌측의 정지선의 위치. 교차로의 교차점으로부터 좌측 정지선까지의 거리이다. 좌측 정지선은 주도로의 중앙분리대의 등글림이 시작되는 지점으로 정하지만 주도로에서의 좌회전 진출 궤적에서부터 1m 이상 이격시킨다.
 - SR(Stoptline Right) : 교차로 우측의 정지선의 위치. 교차로의 교차점으로부터 우측 정지선까지의 거리이다. 우측 정지선은 주도로에서의 좌회전 진출 궤적이 시작되는 부분으로 정한다.
 - SS(Stoptline South) : 교차로 하부의 정지선의 위치. 교차로의 교차점으로부터 하부 정지선까지의 거리이다. 하부 정지선은 물방울 교통섬의 머리부분 등글림이 시작되는 위치로 정하며, 이 때 상부도로의 측대와 1~2m정도 이격시킨다.
 - TL(Tangent Left) : 회전 궤적의 좌측 끝지점의 위치. 교차로의 교차점으로부터 좌측에 회전 궤적이 끝나는 지점까지의 거리이다.
 - TS(Tangent South) : 회전 궤적의 남쪽 끝지점의 위치. 교차로의 교차점으로부터 남쪽에 회전 궤적이 끝나는 지점까지의 거리이다.
- 우측 회전 궤적은 우측 정지선의 위치와 동일하므로 생략하였다.

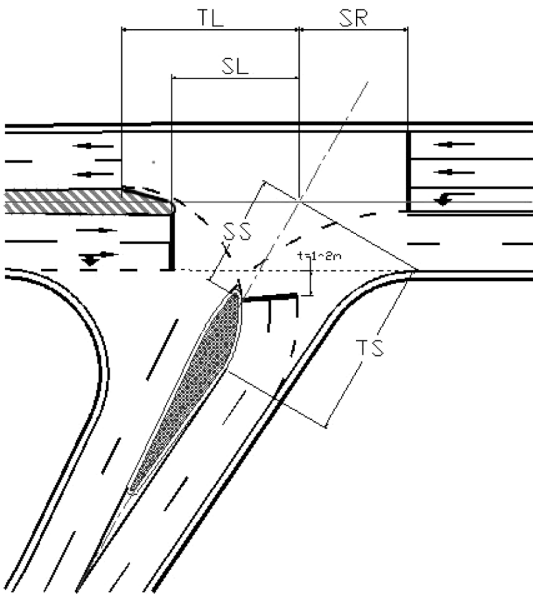


그림 10. 물방울 교통섬 설계기준도

4.2 실제 설계 예시도

설계기준도에서 제시한 5가지의 위치를 산정하기 위해 본 연구에서는 AutoCad 프로그램을 이용하였다. AutoCad 프로그램을 통해 실제 물방울 교통섬이 설치된 교차로를 설계하였으며 그 때의 정지선 및 궤적의 위치를 측정하였다. 교차로의 설계는 교차각별로 5개(60°, 75°, 90°, 105°, 120°)로 나누었으며 설계기준자동차에 따른 회전 궤적(12m, 15m, 23m)을 적용하였다. 실제 설계에 대한 자세한 사항은 3장에서 이미 언급한 바 있다.

본 논문에서는 대표적인 경우 3가지에 대하여 수록하도록 한다.

60-15-35

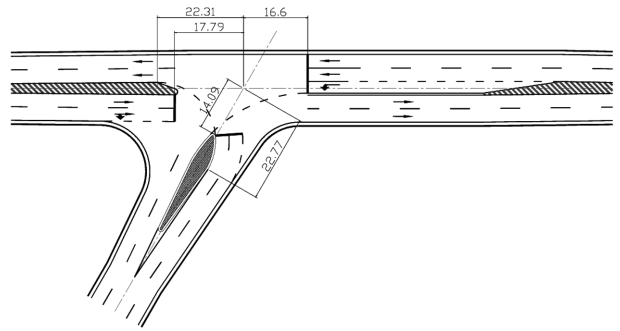


그림 11. 교차로 설계도(60-15-35)

그림 11은 교차각이 60°일 때 주도로로의 좌회전 진입반경이 15m이고 주도로에서의 좌회전 진출반경이 35m인 경우를 설계한 것이다. 설계기준차량은 트럭을 기준으로 하였으며 이 경우 SL, SR, SS, TL, TS는 각각 17.79m, 16.60m, 14.09m, 17.79m, 22.77m로 나타났다.

좌회전 진출반경의 경우 30m~45m까지 고려하였으며 설계시 황색시간, 물방울 교통섬의 형상 등을 고려하여 적절하게 설치할 수 있다.

75-23-30

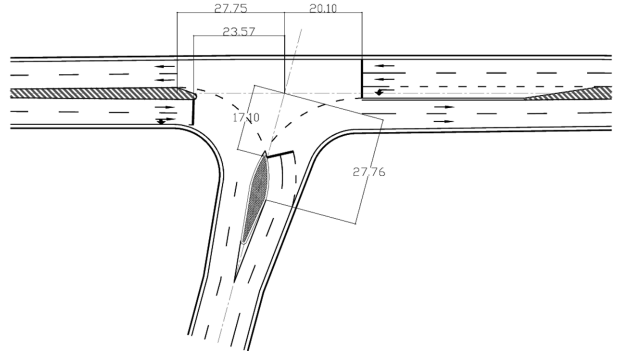


그림 12. 교차로 설계도(75-23-30)

그림 12는 교차각이 75°일 때 주도로로의 좌회전 진입반경이 23m이고 주도로에서의 좌회전 진출반경이 30m인 경우를 설계한 것이다. 설계기준차량은 세미트레일러이며 이 경우 SL, SR, SS, TL, TS는 각각 23.57m, 20.10m, 17.10m, 27.75m, 27.76m로 나타났다.

120-35-12

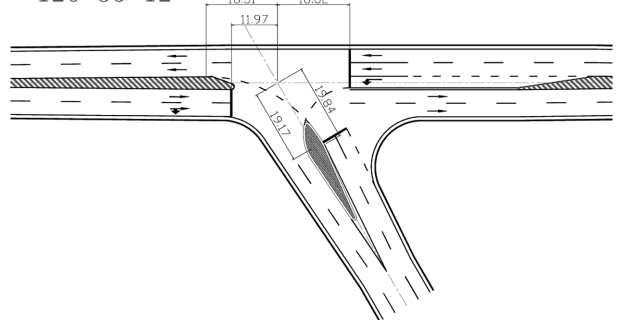


그림 13. 교차로 설계도(120-35-12)

그림 13은 교차각이 120°일 때 주도로로의 좌회전 진입반경이 35m이고 주도로에서의 좌회전 진출반경이 12m인 경우를 설계한 것이다. 설계기준차량은 승용차이며 이 경우 SL, SR, SS, TL, TS는 각각 11.97m, 18.62m, 19.17m, 18.51m, 19.84m로 나타났다.

위의 3가지 경우는 설계기준자동차가 승용차, 트럭, 세미트레일러일 경우를 고려한 설계이다.

교차각이 예각인 경우 주도로로의 좌회전 진입시에 불리한 궤적을 가지게 되므로 좌회전 진입반경을 설계기준자동차의 궤적으로 설치하였다. 이 때 좌회전 진출반경은 황색시간 물

방울 교통섬의 형상, 시공비 등을 고려하여 적절한 값을 사용한다.

4.3 교차각 · 회전반경에 따른 정지선 위치의 산정

위의 실제 설계를 통하여 접속각 · 회전반경 별로 SL, SR, SS, TL, TS의 값을 산정하였다. 각 접속각 · 회전반경 별로 36가지의 경우에 대하여 설계하였으며 그 때의 SL, SR, SS, TL, TS값은 다음의 표와 같다.

교차각이 60°, 75°인 경우 부도로에서 주도로로의 좌회전 진입 즉 예각으로 회전하는 경우가 상대적으로 불리한 반경

표 2. 정지선 · 회전 궤적의 위치(60°)

(단위 : m)

R2 \ R1	12					15					23				
	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS
30						22.4	22.8	16.1	13.7	14.2					
35	16.9	17.5	14.4	16.6	12.3	22.3	22.8	17.8	16.6	14.1					
40	16.9	17.5	13.6	19.5	12.7	22.3	22.8	17.8	19.5	15.3					
45						22.4	22.8	17.8	23.4	15.8					
50											36.3	36.8	31.0	25.3	25.1

표 3. 정지선 · 회전 궤적의 위치(75°)

(단위 : m)

R2 \ R1	12					15					23				
	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS
25						16.7	17.2	12.1	16.3	12.3					
30	12.7	13.3	8.5	20.1	11.5	16.7	17.2	12.1	20.1	12.7	27.8	27.8	23.6	20.1	17.1
35						16.7	17.2	12.1	23.9	17.1	27.8	27.8	23.5	23.9	18.3

표 4. 정지선 · 회전 궤적의 위치(90°)

(단위 : m)

R2 \ R1	12					15					23				
	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS
20	17.7	18.4	13.4	9.5	13.5	17.7	18.4	12.0	12.5	13.5	17.7	18.4	13.4	20.5	13.5
25						22.7	23.5	17.6	12.5	14.3	22.7	23.5	17.7	20.5	14.8
30											27.8	28.5	23.4	20.5	16.8

표 5. 정지선 · 회전 궤적의 위치(105°)

(단위 : m)

R2 \ R1	12					15					23				
	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS
20						13.3	14.4	7.3	17.3	13.9					
25						18.2	18.2	13.5	17.3	14.9					
30	19.6	20.1	15.0	13.4	14.8	21.1	22.1	16.4	17.3	15.1	24.8	26.0	20.7	27.7	19.5
35	25.1	26.0	20.7	13.4	16.2	25.0	16.2	20.7	17.3	16.2	25.0	26.0	20.7	27.7	19.5
40											28.8	29.8	25.0	27.7	20.4

표 6. 정지선 · 회전 궤적의 위치(120°)

(단위 : m)

R2 \ R1	12					15					23				
	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS	TL	TS	SL	SR	SS
35	18.5	19.8	12.0	18.6	19.2										
40	21.4	22.8	16.4	18.6	19.5										
50						27.3	28.6	20.7	23.8	19.8					
55						30.2	31.5	25.0	23.8	19.7					
60						33.1	34.4	27.8	23.8	19.6					
70											38.9	40.2	32.1	37.7	29.2

을 갖는다. 때문에 교차각이 예각일 때 좌회전 진입반경을 설계기준차량의 회전반경으로 적용시켰다.

이 때 주도로에서의 좌회전 진출은 본 연구에서는 여러 가지 경우를 적용시켜 설계해 보았지만 반경이 커질수록 교차로의 면적이 커지는 것을 고려하여 실제 설계시에는 시공비, 황색시간 등을 고려하여 적절한 회전반경을 설치하도록 한다.

교차각이 90°인 경우에는 예각도 둔각도 아니지만, 주도로의 중앙분리대의 영향으로 주도로에서 부도로로의 좌회전 진출반경이 불리한 반경을 갖게 된다. 때문에 부도로로의 좌회전 진출시에 회전반경을 설계기준차량의 회전반경으로 적용시켜 설계하였다.

60°인 경우와 마찬가지로 주도로로의 좌회전 진입반경에 대하여 설계기준차량의 회전반경을 적용하였다. 또한 주도로에서의 좌회전 진출은 물방울 교통섬의 형상을 고려하여 25m~35m로 적용하였다.

교차각이 105°, 120°인 경우 즉 둔각일 때 주도로에서 부도로로 좌회전 진출하는 경우가 상대적으로 불리한 반경을 갖는다. 때문에 교차각이 둔각일 때 좌회전 진출반경을 설계기준차량의 회전반경으로 적용시켰다.

이 때 주도로로의 좌회전 진입은 앞선 경우와 마찬가지로 반경이 커질수록 교차로의 면적이 커지는 것을 고려하여 실제 설계시에는 시공비, 황색시간 등을 고려하여 적절한 회전반경을 설치하도록 한다.

그림 14와 그림 15는 위의 표를 그래프로 나타낸 것이며 이를 통해 우측정지선(SR)은 좌회전 진출반경의 영향을 받으며, 좌회전 진출반경에 비례하여 증가하고 좌측 궤적 점점(TL), 하부 궤적 점점(TS), 좌측 정지선(SL), 하부 정지선(SS)의 위치는 좌회전 진입반경에 비례하여 증가한다는 것을 알 수 있다.

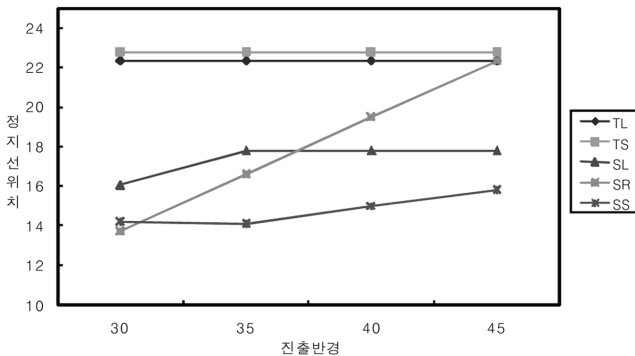


그림 14. 진출반경에 따른 정지선의 위치 그래프

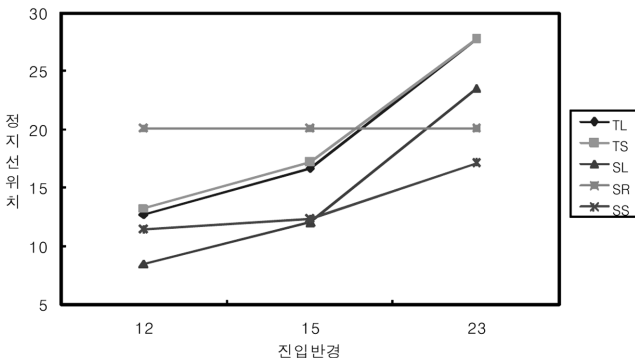


그림 15. 진입반경에 따른 정지선의 위치 그래프

설계자는 본 연구를 통해 제시된 위의 표들을 이용하여 물방울 교통섬의 설계시 보다 정확한 반경을 설치할 수 있으며 현장에서의 노면표시 작업 시 쉽고 정확한 회전반경의 표시가 가능하다.

다음 두 그림은 실제 도로 설계에서 물방울 교통섬 적용하기 전과 후의 설계 도면이다. 개선후 교차로의 면적이 소폭 증가함을 알 수 있고 그로인해 포장면적이 증가하지만 회전반경이 길어져 대형차량들도 안전하게 회전할 수 있는 교차로가 되었다.

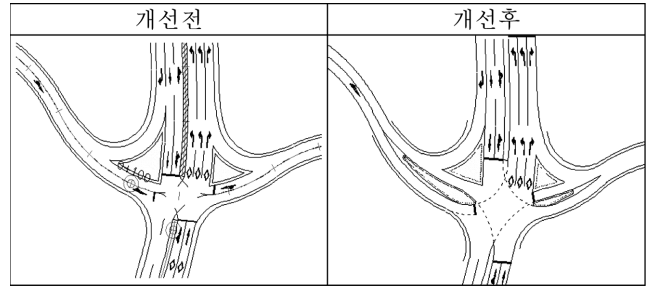


그림 16. 물방울 교통섬 설치의 전후비교(사례1)

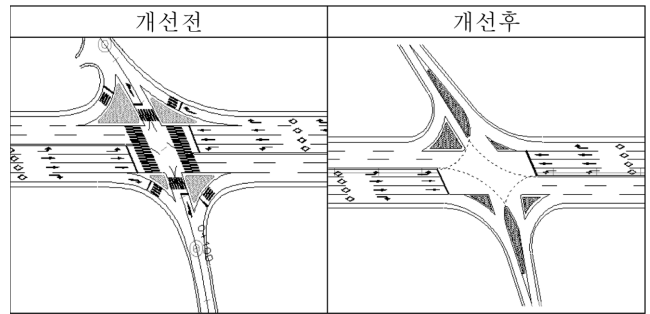


그림 17. 물방울 교통섬 설치의 전후비교(사례2)

그림 16과 그림 17에서 보는바와 같이 차량의 궤적을 고려한 설계를 할 경우 정지선간의 거리가 늘어남으로써 황색 신호시간이 길어지고 도로의 상층면적이 커지고 포장면적이 증가할 수도 있다. 이러한 부의 영향은 용량증대, 차량의 접촉사고 감소, 운전의 쾌적성 증대와 같은 긍정적 효과보다 크지는 않을 것이다. 개선후에는 회전 곡선반경은 증가하게 되어 차량의 흐름을 부드럽게 하게 된다.

5. 결 론

교차로의 용량 및 안전성 측면에서 좌회전 궤적은 매우 중요한 설계요소이다. 적절한 좌회전 궤적은 교차로의 용량을 증대시킬 뿐만 아니라 안전성을 향상시켜 운전자로 하여금 쾌적한 주행을 할 수 있도록 해준다. 하지만 현재 국내 기준상 교차로의 설계 시 우회전 궤적이나 그 설계에 관해서는 자세히 기술되어있는 반면 좌회전 궤적은 그렇지 못하다. 때문에 실제 설계에서도 적절치 못한 불충분한 궤적이 설치되어 있는 경우를 발견할 수가 있다. 이러한 설계는 교차로의 용량을 저하시킬 뿐만 아니라 자칫 추돌사고를 불러올 수도 있다.

국내의 좌회전 궤적의 설계에 관한 연구는 미진한 상태이며, 이러한 이유로 위와 같은 문제점이 나타난다고 할 수 있다.

본 연구는 부적절한 좌회전 궤적이 설치되는 것을 방지하고자 물방울 교통섬을 제시하였으며, 실제 물방울 교통섬이 설치된 교차로의 설계를 통해 그 설계방법 및 교차각, 차량 회전 궤적에 따른 정지선 및 궤적의 위치를 제시하였다.

물방울 교통섬은 이미 국내 도로설계지침인 '평면교차로 설계 지침'에 소개된 바 있으나, 본 연구에서는 기존의 방법으로는 설계할 수 없는 경우 즉, 교각, 건축물, 문화재 등의 장애물이 있어서 직각으로 꺾어서 설계할 수 없는 경우의 물방울 교통섬의 설계에 대하여 연구하였으며, 그 결과 회전 궤적에 따라 물방울 교통섬을 설계하는 방법을 제시하였다. 본 연구가 제시하는 정지선 및 궤적의 위치 또한 위의 설계를 통해 산정된 값을 제시한 것이다.

본 연구에서는 위와 같은 과정을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 물방울 교통섬을 통해 차량의 좌회전 궤적을 적절히 설치하고, 교차로의 용량 및 안전성을 높일 수가 있다.
2. 실제 설계를 통해 교차로의 교점으로 부터 정지선 및 궤적의 위치를 나타내 줌으로써 좌회전 궤적의 시공이 용이하도록 하였다.
3. 60°로 교차하는 교차로에 물방울 교통섬을 설치하였을 때 좌회전 진입반경이 15m, 좌회전 진출반경이 30m인 경우, 좌측 궤적 접점(TL)은 22.4m, 하부 궤적 접점(TS)은 22.8m, 좌측 정지선(SL)은 16.1m, 우측 정지선(SR)은 13.7m, 하부 정지선(SS)은 14.2m의 위치를 나타냈으며, 교차각, 회전반경에 따라 다양한 값을 얻었다.
4. 좌측 궤적 접점(TL), 하부 궤적 접점(TS), 좌측 정지선(SL), 하부 정지선(SS)의 위치는 좌회전 진입반경의 영향을 받으며, 좌회전 진입반경에 비례하여 증가한다.(단, 정지선이 측대선의 연장선이나 회전 궤적 등에 상충하는 경

우는 예외)

5. 우측정지선(SR)은 좌회전 진출반경의 영향을 받으며, 좌회전 진출반경에 비례하여 증가한다.
6. 물방울 교통섬의 설치 전후를 비교해본 결과, 교차로의 포장면적의 변화가 거의 없었으며, 정지선의 길이는 10m가량 후퇴한다. 즉 포장면적에 따른 공사비의 추가 없이 약간의 황색시간의 증가를 통해 물방울 교통섬을 설치할 수가 있다.

감사의 글

본 논문은 2008년도 단국대학교 교내연구비의 지원으로 연구되었음.

참고문헌

- 건설교통부(2004) 평면교차로 설계지침.
건설교통부(2000) 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침.
김기용(1999) 교차로 좌회전 궤적에 따른 정지선 위치에 관한 연구, 석사학위논문, 단국대학교 대학원.
이석기(2005) 세미트레이러의 회전 궤적을 고려한 물방울 교통섬의 설치 방안 연구, 대한교통학회지, 대한교통학회, 제23권 제5호, pp. 73~81.
AASHTO (2001) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.
Vuchic, V.R. (1981) *Urban Public Transportation(Systems and Technology)*.
Germany (1998) RAS-K-1.

(접수일: 2008.12.24/심사일: 2009.1.21/심사완료일: 2009.1.21)