

도시 화물차량 TSM 기법에 관한 연구

A Study on the Urban Freight TSM Techniques

김 건 영

(한양대학교 교통공학과 석사과정)

강 경 우

(한양대학교 교통공학과 교수)

목 차

- | | |
|-------------------|-----------------|
| I. 서 론 | V. 도시내 화물TSM 기법 |
| II. 도시 화물TSM | VI. 결론 및 향후연구 |
| III. 외국의 사례검토 | · 참고문헌 |
| IV. 도시외곽 화물TSM 기법 | |
-

요 약

대도시지역은 인구와 경제활동의 밀집도가 매우 높은 지역이나 계속되는 교통혼잡의 가중에 의한 신속한 물자이동의 제약과 화물작업을 위한 공간의 부족 등으로 인하여 원활한 수송활동과 물류활동을 제한하는 장애요인들이 화물의 이동에 비하여 많은 실정이다.

도시가 존속하고 생산활동, 소비활동을 하기 위해서는 원자재, 에너지, 제품 등이 도시내·외를 통해 생산부문간과 개인·집단간에 원활한 수송이 이루어져야 한다.

하지만, 서울과 같은 대도시의 우리 나라 전체 경제에 미치는 영향이 매우 큼에도 불구하고 급속하게 증가하는 승용차 위주로 교통소통, 교통체계개선(TSM), 도로망 구축 등의 정책이 시행되어 왔다.

대규모 물류이동이 필수적인 서울의 남대문시장, 동대문시장, 용산전자상가 등 오래전부터 형성되어 온 도심상가지역은 굳이 언급하지 않더라도 서울 근교 신도시에 점차 확산되고 있는 대형 할인매장 등의 유통업무지구, 대형 사무용 건물 등에 원활하고 적시(適時)의 수송지원을 위해서는 체계적이고 합리적인 물류체계와 화물시스템 못지 않게 그에 따른 도로의 기하학적 구조나 화물차량을 고려한 신호체계 등이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 일반적인 도시 TSM기법 중에서도 화물차량 위주의 TSM기법에 중점을 두고 대도시에 적용 가능한 도로상의 화물차량 소통기법을 연구하여 그 적용성과 기대효과를 살펴보는 데 그 목적이 있다.

본 연구는 크게 도시외곽을 경유하는 화물차량에 관한 도시외곽 화물TSM 기법과 도시내 통과차량 소통기법, 주·정차 및 조업차량관리기법의 도시내 화물TSM 기법으로 구성되어 있다. 도시외곽 화물TSM 기법의 주내용은 신호체계 개선과 도로의 기하구조 개선 등이며, 도시내 화물TSM 기법은 화물차량의 도시내 교통소통 기법과 화물차량의 주·정차 관리 및 조업차량 관리에 대한 연구를 수행한다.

대부분의 TSM 개선방안의 시행주체가 경찰청과 시(市)이므로 본 연구의 결과는 도시의 원활한 화물교통소통을 위하여 적용가능할 것으로 예상된다.

1. 서론

1. 연구의 목적

서울을 비롯한 대도시지역은 인구와 경제활동의 밀집도가 매우 높은 지역으로 우리 나라의 경제 전반에 미치는 영향이 매우 크다. 그러나 계속되는 교통혼잡의 가중에 의한 신속한 물자이동의 제약과 화물작업을 위한 공간의 부족 등으로 인하여 원활한 수송활동과 물류활동을 제한하는 장애요인들이 화물의 이동에 비하여 많은 실정이다.

도시가 존속하고 생산활동, 소비활동을 하기 위해서는 원자재, 에너지, 제품 등이 도시내·외를 통해 생산부문간과 개인·집단간에 원활한 수송이 이루어져야 한다.

하지만, 서울과 같은 대도시의 교통정책은 우리 나라 전체 경제에 미치는 영향이 매우 큼에도 불구하고 급속하게 증가하는 승용차 위주의 교통소통, 교통체계개선(TSM), 도로망 구축 등의 정책이 시행되어 왔다.

대규모 물류이동이 필수적인 서울의 남대문시장, 동대문시장, 용산전자상가 등 오래전부터 형성되어 온 도심상가지역은 굳이 언급하지 않더라도 서울 근교 신도시에 점차 확산되고 있는 대형 할인매장 등의 유통업무지구, 높은 토지비용 때문에 고층화 되어가는 대형 사무용 건물 등에 원활한 수송지원을 위해서는 체계적이고 합리적인 물류체계와 화물시스템 못지 않게 그에 따른 도로의 기하학적 구조나 화물차량을 고려한 신호체계, 조업차량관리 등이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 일반적인 도시 TSM기법 중에서도 화물차량 위주의 TSM기법에 중점을 두고 대도시에 적용 가능한 도로상의 화물차량 소통기법을 연구하여 그 적용성과 기대효과를 살펴보는 데 그 목적이 있다.

2. 연구의 범위

도시부에서 화물차량을 고려한 TSM기법은 상당히 다양한데 본 연구는 크게 도시외곽을 경유하는 화물차량에 관한 도시외곽 화물TSM 기법과 도시내 통과차량 소통기법, 주·정차 및 조업차량관리기법의 도시내 화물TSM 기법으로 구성되어 있다. 도시외곽 화물TSM 기법의 주내용은 신호체계 개선과 도로의 기하구조 개선 등이며, 도시내 화물TSM 기법으로는 화물차량의 일방통행제, 가변차로제 등의 도시내 교통소통 기법과 화물차량의 주·정차 관리 및 조업차량 관리에 대한 연구를 수행한다.

대부분의 TSM 개선방안의 시행주체가 경찰청과 시(市)이므로 본 연구의 결과는 도시내 원활한 화물교통소통을 위하여 적용가능할 것으로 예상된다.

II. 도시 화물TSM

1. 도시 화물TSM의 정의

도시의 물류 및 화물의 생산성과 효율은 도로혼잡에 크게 의존한다. 화물수요의 증가에 비해 단기적으로 대폭적인 도로교통용량의 증가는 곤란한 상태에 있다. 따라서 도시 화물TSM은 우선 단기적으로 실행가능한 교통관리를 통한 도시의 물류 및 화물의 원활한 수송을 위한 기법으로 정의될 수 있으며, 그간의 승용차 위주의 TSM과 성격상에서 큰 차이는 없으나 화물차량을 충분히 고려하여 화물차량 위주의 교통공학적 기법을 적용하는 것이 차이점이다.

2. 도시 화물TSM의 기법

일본은 도시의 물류 및 화물의 주역인 화물차량에 관련되는 교통관리 기법을 용량관리, 우선 순위관리, 수요관리로 대별하고 있다. 용량관리는 시(市)규제의 중량과 높이제한, 노측장애물의 제거, 신호제어, 도로의 기하구조 개선 등이 있으며, 우선순위관리는 화물차량 전용도로, 우선도로, 경로지정, 경로유도, 시간상 분리, 공간상 분리 등의 기법이 있다. 수요관리는 공동집배송, 상물(商物)분리, 노상주차 등의 기법으로 분류하고 있다.¹⁾

화물차량을 고려한 도시교통개선기법 중 화물차량 위주의 개선기법으로는 화물차량 전용차로, 신호체계 개선, 신호연동화, 교차로 구조 및 운영체계 개선, 일방통행제, 가변차로제, 승용차제한, 주·정차관리, 조업차량관리 등이 있으며, 화물교통지향 개선기법으로는 연석처리, Cart Lane 설치, 가로변차로 시간제 조업주차 제공, 조업주차 Bay확보, 야간시간 노상주차장 제공 등이 있다. 관련제도 개선기법으로는 조업차량 주차요금할인, 부설주차장 공동이용 방안 등이 있다.²⁾

3. 도시 화물TSM의 기대효과

도시 화물TSM은 합리적이고 실행가능한 개선기법을 적용했을때만 효과가 높다. 오히려 잘못 설치, 운영되는 경우, 주변의 교통상황을 어렵게 하고 지·정체를 더욱 유발할 가능성이 크다. 따라서, 도시 화물TSM은 개선대상지구의 토지이용형태와 화물차량운행특성, 시간대별 이용상태 등을 충분히 고려하여 적용하여야 효과가 있다.

III. 외국의 사례검토³⁾

1. New York : The Garment Centre의 화물활동

New York의 The Garment Centre는 오전 10시~오후 3시 사이에 승용차량 및 상업적 허가증을 제외한 모든 차량의 통행제한을 실시하였다. 이는 승용차 교통량 비중 66%의 58%는 통과차량이라는 조사에 기초한 것으로 승용차교통의 30%감소로 화물차량 활동을 개선하였다. 연석 공간의 유용성 증진과 주차 회전율을 증가하기 위해 최대 주차시간을 4시간에서 3시간으로 감소하였다. 또 Handcart의 이동을 손쉽게 하기 위해 22개소에서 각각의 연석처리를 하였다.

2. Dallas, Texas : 도심지 노외적하공간의 설치

Dallas는 1980년 노외하역 존과 관계된 법령을 개정했는데, 건물개발사업자는 첨두시 조업차량을 완전 수용할 수 있는 범위로 46,500m²당 1면에서 9,300m²당 1면으로 강화하였다. 또 지하화물터미널을 2개소에 설치하였다.

3. New Orleans, Louisiana : 도심지의 화물 진·출입

New Orleans는 화물차량과 상품의 발생 및 이동에 관한 Data Base를 구축하였으며, 지역별 화물이동의 수요를 파악하였다. 가로변 주·정차 차량의 10~25%는 조업을 하지 않는 것으로 나

1) 일본 (사)토목학회, 사회기반으로서의 도시내 물류시스템

2) 교통개발연구원(1998, 7), 물류조사 및 물류종합계획수립 구상 중간보고서(3차)

3) K.W. Ogden(1992), Urban Goods Movement. Ashgate Publishing Company

타나 가로변 공간을 조업차량만 이용할 수 있도록 '영업용차량표시(Commercial Sign)'의 부착을 의무화하였으며, 특정공간은 시(市)당국이 주차장에서 조업공간으로 전환, 제공하였다.

4. 기타

호주의 Perth시는 Combination Vehicle을 위한 노선을 지정하였고, Texas의 Dallas, Fort Worth는 위험물질 화물노선을 개발하였으며, 영국의 London은 화물차량의 환경적 제어를 시도하였다. 일본의 Tokyo는 도시내 화물배분 시설을 추진하였다.

IV. 도시외곽 화물TSM 기법

1. 신호체계 개선

1) 황색신호시간의 조정

녹색신호 다음에 오는 황색신호 지시의 목적은 신호를 보고 오는 차량에게 곧 정지신호가 온다는 것을 예고하고 미리 대비하기 위함이다. 이 시간은 교차도로의 차량이 움직이기 이전에 이미 진행하고 있는 차량들이 교차로를 완전히 빠져나가는 데 필요한 시간이어야 한다. 일반적인 도시도로의 황색신호시간 길이를 계산하는 공식은 일반적으로 다음과 같다.⁴⁾

$$Y = t + \frac{v}{2a} + \frac{(w+l)}{v}$$

- 여기서, Y = 황색시간(초)
 t = 지각-반응시간(보통 1초)
 v = 교차로 진입차량의 접근속도(m/sec)
 a = 진입차량의 임계감속도(보통 5m/sec²)
 w = 교차로 횡단길이(m)
 l = 차량의 길이(보통 5m)

위 공식은 승용차를 위주로 한 황색신호시간 길이를 구하는 공식으로 화물차량의 경우, 승용차보다 감속하는 정도가 느리며 차량의 길이는 중대형 화물차량은 13.0m, 세미-트레일러는 16.7m이다. 그러나 대형 화물차량의 점유율 증가와 물류운송의 증가로 인한 대형차량의 도시외곽도로 이용의 증가는 황색신호시간의 길이를 결정하는 데 고려되어야 할 것이다. 동일한 조건에서 차량의 길이와 교차로 횡단길이만 고려하더라도 중대형 화물차량은 약 0.48~0.73초, 세미-트레일러는 약 0.67~1.02초가 더 소요된다.⁵⁾

2) 화물차량 신호연동화

신호의 연동화는 차량이 물이 흐르듯이 원활하게 교차로를 통과할 수 있도록 제공해주는 기법이다. 하지만 연동신호가 제공되는 곳의 대부분이 첨두시간대의 승용차량을 그 대상으로 하고

4) 도철웅(1995), 교통공학원론(상), 청문각

5) $t=1$ 초, $v=40$ k/h(11.1m/s), $a=5$ m/sec², $w=30$ m일때 승용차($l=5$ m)에 대한 황색시간은 5.26초, 중대형차량($l=13$ m)은 5.98초, 세미-트레일러($l=16.3$ m)는 6.28초가 소요된다. 기타 조건은 동일하고 $w=50$ m일때는 승용차는 7.06초, 중대형차는 7.79초, 세미-트레일러는 8.08초가 소요된다. 또, $v=60$ k/h(16.67m/s), $w=30$ m인 경우, 승용차는 4.77초, 중대형차는 5.25초, 세미-트레일러는 5.44초가 소요되며, $w=50$ m인 경우, 승용차는 5.97초, 중대형차량은 6.45초, 세미-트레일러는 6.64초가 소요된다.

있어 화물차량을 위한 신호연동화는 제공되지 않고 있다. 따라서 도시외곽의 화물차량 전용도로나 전용차로는 화물차량의 주행속도에 기초를 한 화물차량 신호연동화가 필요하다. 신호연동화가 화물차량에게 제공되면 교차로에서의 지체를 감소시키고 신속한 운송이 될 수 있도록 해 준다.

또한 도시내에서도 화물차량 전용도로, 화물차량 전용차로, 화물차량 우선신호 등이 도입, 시행되었을 경우의 신호연동화는 반드시 화물차량의 특성을 충분히 고려한 화물차량감응식 연동체계가 요구된다. 또 화물차량은 승용차량보다 가속, 감속하는 능력이 떨어지므로 최소녹색시간의 설정 등에 있어서도 고려해야 할 사항이다.

일반적으로 신호연동화는 직진을 기준으로 하는데 어떤 곳은 직진보다는 회전 연동이 되는 곳도 있다. 즉, 회전으로 연결되는 도로가 주도로인 것이다. 따라서 화물차량의 회전교통량과 회전반경, 시간 등을 고려하여 회전연동을 제공하여야 한다.

2. 도로의 기하구조 개선

차량의 치수, 성능 등은 도로의 폭원, 곡선부의 확폭, 교차로의 설계, 종단구배, 시거 등에 큰 영향을 미친다. 소형자동차는 폭원, 시거 등의 기준으로 정하기 위하여 필요하며, 중대형 자동차, 세미-트레일러는 폭원, 곡선부의 확폭, 교차로의 설계, 종단구배 등을 결정하기 위하여 필요하다.⁶⁾

도시화물운송의 특징은 소형, 대형차량을 중심으로 양극화되어 가는 추세인데 수송효율을 향상시키기 위하여 대형자동차 점유율이 계속 증가할 것으로 예상된다. 따라서 대형화물차량의 이동이 많은 도시외곽도로의 도로의 기하구조 개선은 이러한 대형차량의 원활한 소통을 지원해 줄 수 있는 방안이 필요하다.

1) 회전반경 및 회전차로폭

우리 나라의 '도로의 구조·시설기준에 관한 규정 해설 및 지침'에는 소형자동차의 최소회전반경을 6m, 중대형 및 세미-트레일러의 최소회전반경은 12m로 규정하고 있다. 또 대형차의 혼합률이 높을수록 차로폭도 크게 요구되고 있는데, 우리 나라의 최소 회전차로폭은 2.75m로 규정하고 있다.⁷⁾ 소형자동차의 폭은 1.7m, 중대형자동차 및 세미트레일러는 2.5m의 폭이 일반적인데 회전차로폭이 2.75m인 경우는 접촉사고의 위험 등 교통안전 측면에서 문제가 발생한다. 그러므로 도시외곽도로의 TSM기법 적용에서 화물차량의 회전반경 및 회전차로폭을 충분히 고려하여 제공하여야 한다.

V. 도시내 화물TSM 기법

1. 일방통행제

일방통행제의 시행효과는 보행자와 차량의 상충해소 및 안전성 증대 등이 있다. 화물차량 일방통행제를 실시하면 여유폭을 조업주차공간으로 활용할 수 있으며, 왕복통행이 어려운 이면도로의 용량을 제고할 수 있다.

2. 가변차로제

남대문시장이나 동대문시장의 경우, 심야 도매시장이 시작되면 주변 도로는 화물차량 및 상인

6) 건설교통부(1990), 도로의 구조·시설기준에 관한 규정 해설 및 지침서

7) 건설교통부(1990), 도로의 구조·시설기준에 관한 규정 해설 및 지침서

차량으로 극심한 정체와 혼잡이 발생되는데 방향별 교통류 불균형 현상을 완화하기 위해 가변차로제를 시행할 수 있다. 또 불법조업주차를 감소시키고 가로변 1차로를 조업주차공간으로 확보하여 부족한 주차난을 완화할 수 있다.

3. 주·정차 및 조업차량 관리

서울 도심의 상가밀집지역은 다른 나라 대도시와 마찬가지로 자동차시대가 도래하기 훨씬 이전에 형성되어 조업을 위한 별도공간이 확보되어 있지 않으며, 대부분 기존도로의 일부를 점유하고 있어서 도로교통혼잡을 악화시키고 있는 실정이다.

화물차량의 주·정차는 화물의 상·하역이 주(主)목적인 만큼 화물을 상·하역하는데 필요한 시간과 밀접한 관련이 있다. 화물차량을 위한 주차장소의 부족, 조업공간의 부족 등의 이유로 가로변에서 작업이 이루어져 주변 간선도로의 소통을 방해하거나 화재 등의 비상시 접근성 불량의원인이 되기도 한다. 또 조업차량과 주·정차 차량의 혼재로 기능의 정립이 필요하다.

화물의 상·하역시 주·정차공간이 없어 불법 주·정차를 할 수 밖에 없는 형편이다. 서울 도심의 주·정차 공간은 거의 없는 실정이며, 특히, 버스전용차로가 계속되는 구간에서는 불법조업이 불가피하다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 건축법, 도시계획법상 화물통행로를 확보하여 화물통행을 원활하게 하는 것이 필요하다. 일부 상가 밀집지역과 같이 화물 집·배송이 이루어지는 지역에서는 주·정차를 통하여 조업을 할 수 있는 공간이 따로 마련되어야 하며 상가주변 도로의 경우도 교통소통에 제한을 주지 않는 범위내에서 특정시간대에 소화물수송차량(택배차량)의 합법적인 주·정차 공간을 마련해 주어야 한다. 조업공간의 크기는 차량의 규모 및 주변의 토지이용에 따라 차별화해야 하며 접근로에 대한 기하학적 구조의 고려가 필요하다.

조업주차공간의 효율성을 제고하기 위한 방안으로는 노상조업주차공간과 노외조업주차공간의 제공이 있다. 노상조업주차공간 제공은 특정시간동안 가로변에 조업차량의 조업공간을 제공하는 것으로 일반차량은 주·정차를 절대 금지하여야 한다. 노외조업주차공간의 제공은 도로의 혼잡을 방지하고 소통을 원활히 할 수 있으며 주변환경을 제고할 수 있다. 그러나 비용이 많이 들어가고 목적지까지의 이격거리가 30m이상 떨어지면 이용을 꺼리는 경향이 있다.⁸⁾

4. 노상조업공간의 제공⁹⁾

노상조업공간의 제공은 화물차량의 조업활동을 보장하기 위해 일정공간을 노상조업주차공간으로 개발하는 방안으로 노상공간의 여부와 주변환경에 따라 달라진다. 대부분의 간선도로에는 소통을 위해 주차행위가 원칙적으로 금지되지만 일부지역에서는 교통소통보다는 토지이용에 대한 접근이 보다 중요시 되는 곳이 있다. 이러한 지역에서는 노상조업공간의 설치로 화물차량의 조업을 원활하게 하여 공공의 편익을 증진시킬 필요가 있다. 그러나 화물차량 이외의 차량이 불법점유할 경우는 설치효과가 삭감되므로 철저한 단속이 요구된다.

노상조업공간은 토지형태와 주변환경에 따라 다음과 같이 세가지로 구분된다.

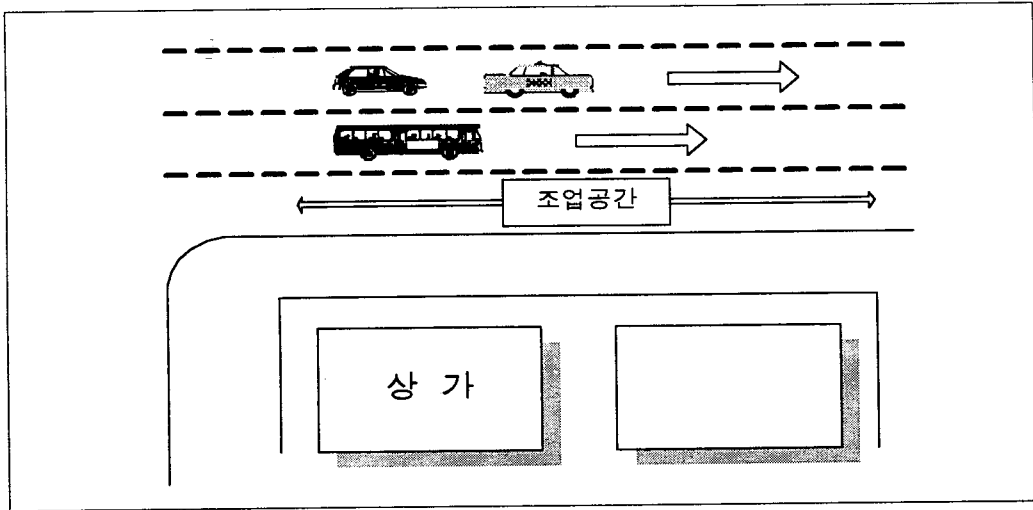
1) 보도변 우측차로를 조업공간으로 제공

<그림 5-1>은 맨 우측차로를 상·하역 공간으로 이용하는 경우이다. 즉, 교통량이 많지 않고 교통소통에 지장을 주지 않는 대상지역에 쉽게 적용할 수 있는 방안으로 시간대별로 적용된다.

8) 교통개발연구원(1998. 7), 물류조사 및 물류종합계획수립 구상 중간보고서(3차)

미국, Brooklyn 도심의 노상조업주차는 목적지에서 30m 이내에 주차하는 것으로 나타났으며, 목적지까지의 평균거리는 11m로 나타났다.

9) 일본 (사)토목학회, 사회기반으로서의 도시내 물류시스템



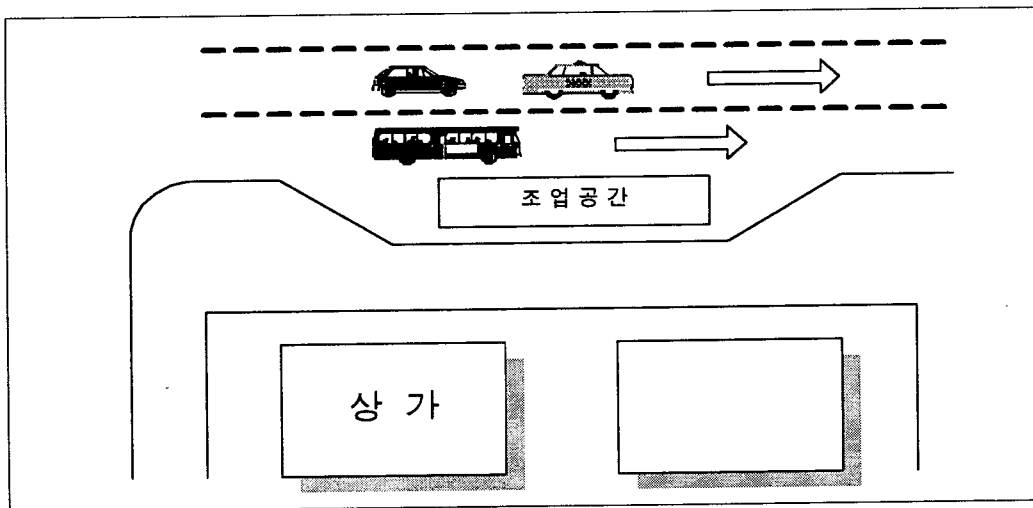
<그림 5-1> 우측차로를 조업공간으로 제공

이 방안은 승용차량과 주·정차 차량에 대한 지속적인 단속·규제가 필요하며, 일반적으로 첨두시간대를 피해서 시간대별, 요일별 적용이 가능하다.

2) 보도의 일부를 조업공간으로 제공

<그림 5-2>는 기존 보도시설이 충분히 여유가 있거나 맨 우측차로의 폭이 넓은 경우에 적용할 수 있는 방안이다. 또 보도의 넓이가 충분하지는 않지만 보행자나 연도서비스에 크게 영향을 주지 않는 경우에도 활용할 수 있다.

이 방안은 그림에서 보는 것처럼 보도의 일부를 버스Bay 형태로 개발하여 조업공간을 제공하는 기법으로 기존 도로에는 큰 영향을 미치지 않는 장점이 있다.

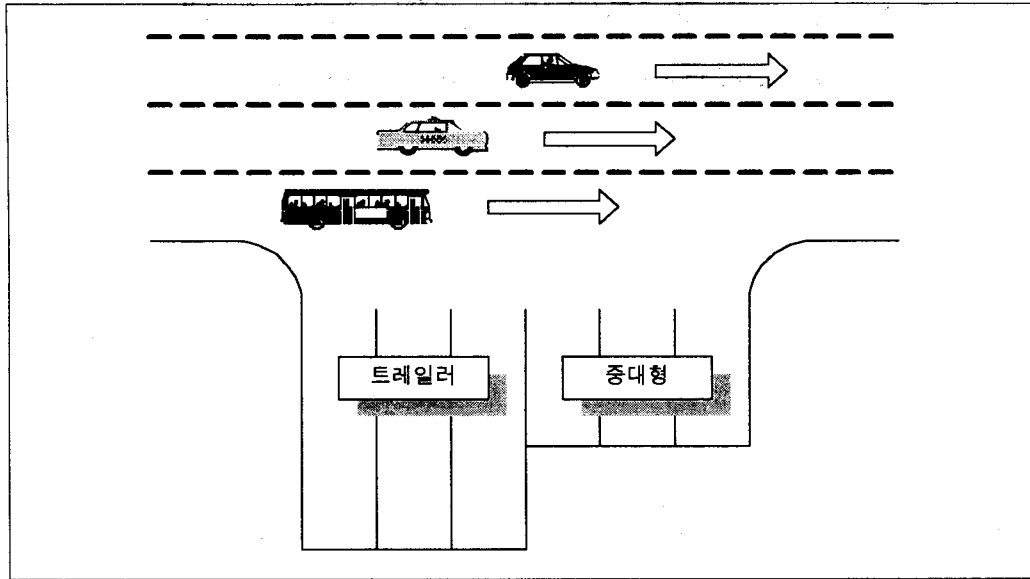


<그림 5-2> 보도의 일부를 조업공간으로 제공

3) 전용 조업공간의 제공

<그림 5-3>은 가장 이상적인 노상 화물조업장으로 보통트럭과 트레일러를 모두 수용할 수 있으며 주변부지의 여유가 있는 경우에 적용가능하다.

이 방안은 새로운 건물건축이나 재개발사업의 시행시 고려할 수 있는 방안으로 활용할 수 있는 용지면적에 따라 수용가능대수가 결정된다.



<그림5-3> 부지의 여유가 있는 경우

Ⅶ. 결론 및 향후연구

이상에서 살펴본 것처럼 화물차량의 통행이 많은 지역에서 TSM 기법을 적용할 때는 화물차량의 특성을 충분히 고려하여야 한다.

화물차량의 특성상 차량의 길이나 회전반경을 고려하지 않은 신호체계, 기하구조의 개선은 화물차량의 통행을 더욱 어렵게 하고 지·정체를 더욱 유발시킬 가능성이 크다. 일방통행제나 가변차로제는 시행상 철저한 전·후 조사 및 연구가 필요하다. 여유공간을 조업주차공으로 제공할 수 있으나 주변 교통체계와 시간대별 지역별 교통상황을 고려하여야 한다.

서울시나 기타 대도시에 노상조업공간을 제공하는 데는 공간상의 제약조건과 운영상의 어려움이 존재하지만 제공될 수 있는 토지의 형태별로 위에서 제시한 세가지 방안이 적용 가능하다.

그러나, 위에서 제시한 화물TSM 기법이 도시에서 모두 적용가능하기란 쉽지 않으며, 화물차량의 통행행태와 주변 지역의 토지용도 및 교통여건을 충분히 고려하여야 한다. 화물TSM이 도시부에서 가장 중요한 개선기법은 아니지만 우리가 쉽게 간과할 수 있는 부분이기 때문에 화물차량을 고려한 도시 TSM에서는 위 기법들을 고려하여 TSM이 이루어질 수 있도록 해야 한다.

• 참고문헌

1. 건설교통부(1990), 도로의 구조·시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침서
2. 건설교통부(1993), 도로교통운영개선 실무서(1993)
3. 교통개발연구원(1998), 물류조사 및 물류종합계획수립구상 중간보고서(3차)
4. 일본 (사)도목학회 심포지움, 사회기반으로서의 도시내 물류시스템
5. 도철용(1995), 교통공학원론(상), 청문각
6. K.W. Ogden(1992), Urban Goods Movement, Ashgate Publishing Company