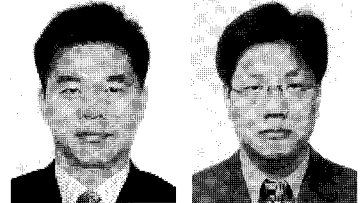


개량된 라운드어바웃(Modern Roundabout)의 개념과 국내적용방안 고찰



오 흥 운 | 정회원 · 한국도로공사 도로교통기술원

문 성 호 | 정회원 · 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원

1. 서론

라운드어바웃 (roundabout)이란 회전교차로 (traffic circle)를 의미하는 용어로 일반적으로 사용되고 있다. 하지만 많은 사람들이 라운드어바웃의 용어를 다양한 의미로 사용하고 있다. 이러한 다양성 때문에 라운드어바웃에 대한 이론적인 토론 및 접근을 어렵게 하고 있다. 다음의 표 1을 통해 라운드어바웃 개념들의 혼란스러움을 정리하고자 한다.

따라서 현대적이고 공학적인 조건을 갖춘 가장 바람직한 라운드어바웃은 영어로 modern roundabout 이 가장 명확할 것이다. 우리말 용어로 modern의 up

to date 의미를 살리면 “신회전교차로” 혹은 “개량 라운드어바웃”이 가장 적합한 용어가 아닐까 생각된다. 본 글에서 “개량라운드어바웃”으로 통일하여 사용하고자 한다.

그렇다면 개량된 형태 혹은 표 1에서 보듯 현대적 공학적 조건이 갖추어진 회전교차로 즉 개량라운드어바웃이란 말의 구체적 의미는 무엇일까? 각종 자료와 설계기준을 살펴보면 다음의 세 가지 기준이 필수적으로 만족되어야 한다고 하고 있다.

첫째로 입구부에서 양보시스템이다. 즉 회전하는 교통류에 우선권을 주고 입구부 차량에 부우선권을 주는 방식이다. 일단 유럽이나 미국에서는 양보표지 위반도 철저히 신호위반처럼 단속을 하니 표지판 하나로도 매우 쉽게 할 수 있다. 우리나라에서도 단속 당한 사람은 내 주변에 없지만 양보사인은 엄연히 규제표지이다. 그러나 그 보다는 진입차들이 양보할 수밖에 없게 만드는 기하구조가 더 바람직하다. 이것이 실천되면 교통사고위험을 방지할 수 있다. 참고로 현재의 프랑스와 우리나라, 그리고 원시식 회전교차로에서는 진입차량에 우선권을 주는 방법을 여전히 사용하고 있다. 양보 시스템은 교통안전에 중요한 것처럼 보이지만 실제로 회전하는 차량에 균

표 1. 라운드어바웃에 대한 여러가지 정의

구 분	공학적 조건이 갖추어지지 않은 교차로	현대적 공학적 조건이 갖추어진 회전교차로 (Yield, Deflection, Flare)
미국 도로용량 편람	로타리, traffic circle	roundabout
TRB Synthesis 264	로타리, traffic circle 또는 roundabout	modern roundabout
일반적 용어 사용	로타리, traffic circle과 구분 없음	roundabout의

등속도를 유지해서 용량을 최대화시키는 수단이 된다. TRL에 의하면 이로 인해 10% 용량증가가 발생하고 40% 교통사고 감소효과가 있게 된다고 한다.

둘째로 디플렉션(deflection)이다. 우리말로 곡선 주행형태의 모양이라고 할 수 있다. 이는 회전교차로로 진입하는 차량이 곡선으로 들어오면서 기하학 구조에 의한 감속을 유도하는 형태로 진출입부 분리 교통섬과 회전교차로 중앙섬을 이용하여 접근지체와 저속을 유도하는 방법이다. 이러한 디플렉션은 작은 곡선반경의 라운드어바웃에서는 이루어질 수 없다. 따라서 미니라운드어바웃등 주택가에 설치된 라운드어바웃은 이를 개량라운드어바웃으로 볼 수가 없게 된다. 또한 곡선반경이 아주 커서 회전하며 가속이 가능한 라운드어바웃도 개량라운드어바웃으로 볼 수 없게 된다.

디플렉션의 효과는 차량을 감속시켜 차량간에 대형교통사고를 방지하는 수단이 되기도하고 입출구에서 차량간 사람간 속도상충을 감소시키는 방안이 되기도 한다. 따라서 그동안 구미에서 언어진 개량라운드어바웃의 교통사고감소효과는 바로 디플렉션때문이라고 말해도 과언이 아니다.

셋째로 나팔(Flare) 효과이다. 이는 기하구조적으로 진입하는 차량과 진출하는 차량에게 회전교차로 부근에서 더 많은 차로수나 차로폭을 제공하여 진출

입의 확률을 높이는 방법이다. 진출입부가 나팔처럼 생겼다 해서 나팔(Flare)이라고 이름 붙여졌다. 이를 통해 진출입 용량을 늘일 수 있게 된다. 개량라운드어바웃이 용량면에서 왕복 6차로의 4지교차로와도 용량면에서 견줄 수 있는 능력을 가지게 된 것은 바로 이러한 나팔효과 때문이다.

2. 개량라운드어바웃의 효과

프랑스에 샹젤리제거리 이후에 나타나는 라운드어바웃은 1910년에 만들어 졌고 미국에서는 뉴욕에서 1904년에 라운드어바웃을 만들었다. 프랑스는 이를 여태까지 사용중이지만 미국에서는 교통사고의 이유로 그동안 계속 라운드어바웃을 폐쇄시켜 왔다. 그러나 최근 영국령국가에서 라운드어바웃의 용량면에서 그리고 교통사고 감소면에서, 또한 교차로 대기 시간 감소에서 성공은 미국의 도로 및 교통공학자를 감동시키기 충분했고 그래서 미국에서는 1990년대 이후 개량식라운드어바웃의 연구와 보급이 급증하였다.

교통사고 감소효과에 대하여 미국에서 11개 지점에 대한 총 4년간 before and after 조사결과에서 나타난다. 첫째로 총 사고에서 37%가 감소하였다. 부상사고는 51%가 감소하였다. 대물사고는 29%가 감소하였다. 그리고 적정수준의 회전반경(R=37m) 이하 교차로에서 그 효과는 더욱 컸다. 호주에서의 연구에 의하면 지방부 도로에서 소규모 개량라운드어바웃 효과는 매우 대단하다고 하고 있다. 그러나 자전거 교통과의 교통사고는 나라마다 증가하는 경향과 감소하는 경향이 다르게 나타나고 있다. 따라서 개량라운드어바웃과 자전거 교통과는 아직 해결해야 할 숙제가 남아있다고 할 수 있다.

미국에서 연구에 의하면 교차로 대기시간에 대하여는 75% 감소가 관찰되었다. 이는 적신호 대기시간의 감소로 인하여 생긴 현상으로 간주될 수 있다. 또한 일차로의 회전하는 개량라운드어바웃의 경우 3차로 신호교차로에 필적할 만큼의 용량을 가지고 있

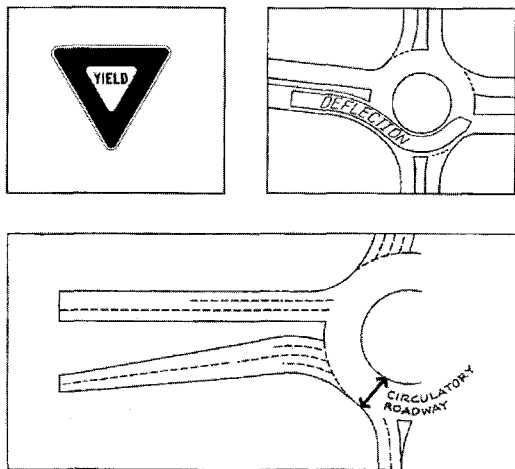


그림 1. Deflection 및 Flare의 개념도

다. 그러나 일방향 지체에 의해 쉽게 전체 교통류방향에 지체전파가 발생할 수 있어 지정체시 통과용량에서 매우 취약하다 할 수 있다. 그래서 영국에서는 이런 경우 신호등을 통해 해결하고 있다.

3. 여러가지 라운드어바웃 사례들

라운드어바웃의 사례는 각국마다 또한 지역별로 다양하다. 미국의 경우는 아직 FHWA 표준형이 나와 있지 않아 여러 가지 시행착오를 겪고 있는 것으로 알려져 있다. 또한 현장의 실무자들이 기본적인

개념이 부족하여 시행오류를 겪는 사례가 다반사이다. 영국은 1966년 이후 통행우선권제도가 확립되면서 개량된 라운드어바웃형태로 급속히 전환하였다. 일부 도시구간은 신호기로 보완하여 용량과 지정체문제를 해결하려 하였다. 프랑스에는 1,500여개의 라운드어바웃이 있는데 그중에 오래된 도시에서는 원시적 라운드어바웃을 쓰고 신도시에서는 개량된 라운드어바웃 형태를 쓰고 있는 상황이다. 독일은 개량된 라운드어바웃을 고속도로 인터체인지 주변에서 부속물인 필수시설로 쓰고 있다. 두바이에서는 도시미관을 위하여 라운드어바웃을 무척 많이 쓰고 있다. 인도와 남미, 동유럽에서도 과거부터 원

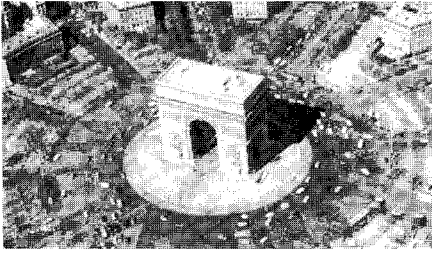
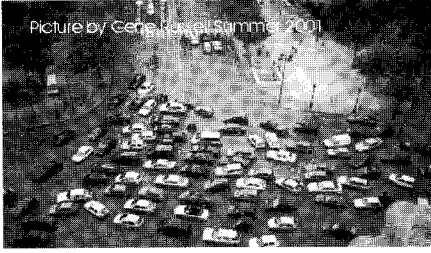
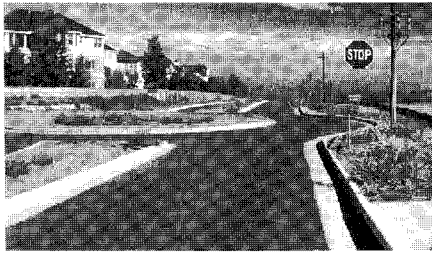
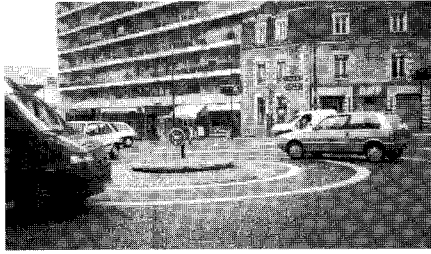
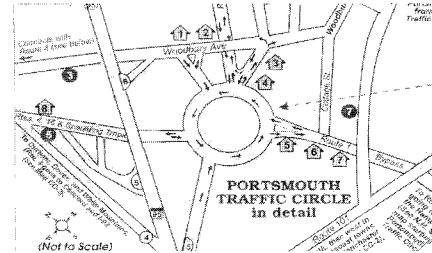
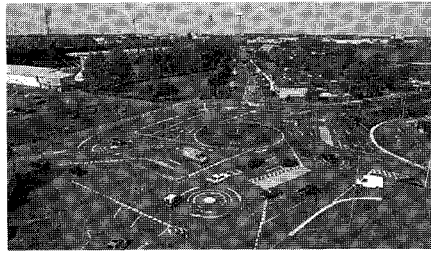
사 례	사 진	사 진
진입부 양보가 고려안된 사례들		
설 명	진입차량에 우선권이 있다. (프랑스)	진입차량에 의해 막혀 있는 상태(프랑스)
디플렉션이 고려안된 사례들		
설 명	직선과 같은 궤적(미국)	곡선반경이 너무 작아 급진입가능(프랑스)
플래어가 고려안된 사례들		
설 명	나팔형의 고려 없는 상황(뉴햄프셔)	나팔형의 고려없는 다중 라운드어바웃(영국)

그림 2. 여러가지 라운드어바웃 사례들

시적인 형태의 라운드어바웃을 쓰고 있다. 우리나라에서는 개량된 라운드어바웃형태를 아직 하나도 보지 못하였다.

4. 바람직한 개량라운드어바웃의 고찰

간단히 개량된 라운드어바웃에 필요한 물리적으로 세가지 기하학적인 모습이 중앙섬, 회전순환로, 분리섬이라고 할 수 있다. 회전교차로와 라운드어바웃의 도로설계적 상세한 교통설계 및 기하구조적 자세한 차이점에 대하여는 미국 Traffic Capacity Manual에 자세히 나와있다.

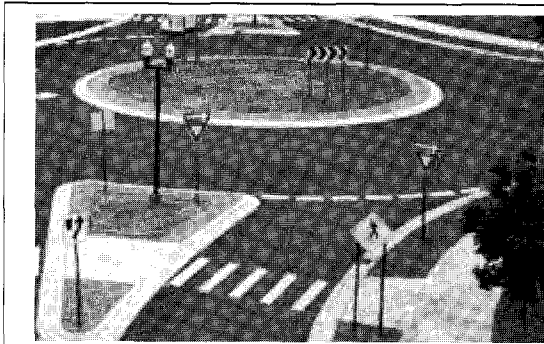
이를 고려하여 개량라운드어바웃에 필요한 도로설계에서 상세한 교통설계적 기하구조적 사항을 다음

과 같이 열거해 보았다.

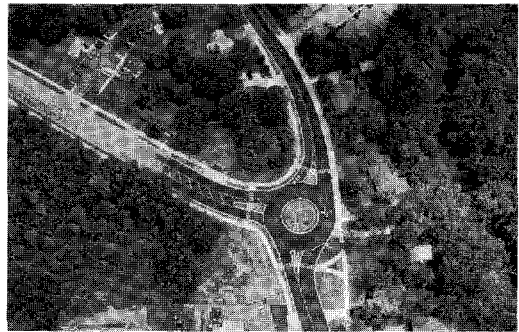
가. 회전교통류가 통행권에서 우선권을 갖는다.

나. 따라서, 입구에 들어오는 차는 양보해야한다. 그렇지 않은 경우는 신호통제를 해야한다. 그림 3에서 보듯 양보표지를 양쪽에 표시해줌이 필요하다. 또한 저절로 양보가 가능하도록 집입차로가 회전부에 비해 비스듬이 누워있는 것이 좋다. 마치 가속차로형태와도 같게 됨이 바람직하다.

다. 회전차로의 중앙교통섬은 차들이 회전하며 속도를 감속시키기에 충분히 커야한다. 일부 작은 중앙교통섬을 가진 라운드어바웃은 속도를 감속시키기에 충분하지 않은 면이 있는데 이를 라운드어바웃으로 보면 안된다. 일반적으로 세미트레일러의 회전반경이 12m이므로 반경 24m가 최

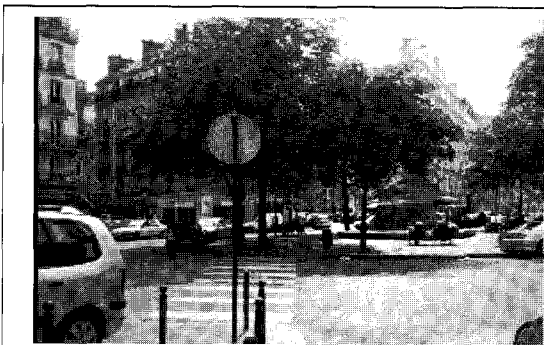


진입차량의 양보

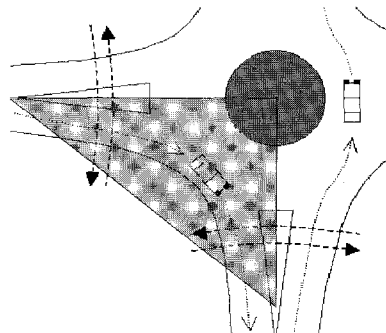


중앙섬의 크기

그림 3. 진입차량의 양보와 중앙섬의 크기

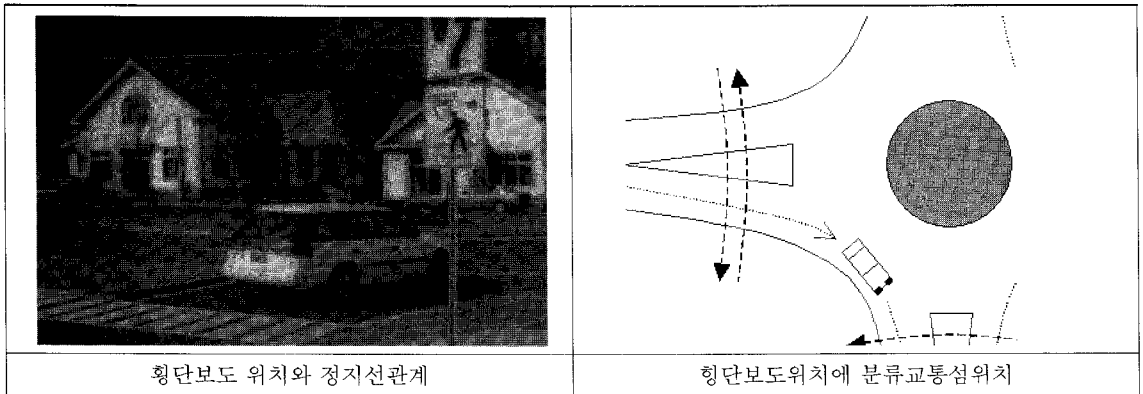


회전부 주차 및 횡단보도



시거삼각형의 만족

그림 4. 회전부의 주차와 시거 삼각형 크기



고 라운드어바웃 자체를 설치하지 않도록 하는 특별한 경우도 예시해 놓고 있다. 그 사례는 다음과 같다.

- 가. 개량라운드어바웃의 설계기준을 엄격히 적용하기 불가능하거나 높은 비용이 필요한 지역에는 설치가 바람직하지 않다.
- 나. 교통류가 균등하지 않은 지역, 즉 한 두방향 교통량이 지나치게 과도하면서 동시에 다른방향 차들이 지나치게 대기시간이 길어질 우려가 있을 때 설치가 바람직하지 않다.
- 다. 부교통류에 의해 주교통류가 지나치게 방해받기 쉬운지역 즉 주교통류의 우선권을 지켜주어야하는 경우는 2방향 양보사인이 바람직할 수도 있다.
- 라. 아주 많은 양의 보행자 교통량이 있을 때는 개량형 라운드어바웃을 설치할때 특별한 조치가 필요하다.
- 마. 연동화된 신호균에서 중간에 설치하는 라운드어바웃
- 바. 가변차로 운영구간
- 사. 규격외 자동차나 대형자동차가 빈번할 때는 더 큰 규격의 라운드어바웃이 필요하다. 이를 충족시키지 못할 때는 라운드어바웃이 바람직하지 않다.
- 아. 라운드어바웃까지 다른 교차로의 지정체가 전파되어오는 상황에서는 라운드어바웃 실효성이 반감될 가능성 있다.

징에 대한 세심한 고려가 필요하다. 다음은 그에 대한 정리이다.

표 2. 여러 가지 라운드어바웃 모델의 특징

특징	SIDRA	RODEL	NCHRP 3-65
개개차로 분석	회전류와 접근류에 대해 개개차로 분석가능	회전류와 접근류를 묶어 분석	회전류와 접근류를 묶어 분석하되 임계차로 분석을 함
차로사용성 분석	차로사용성 분석함	차로사용성 분석 불가	차로사용성 분석함
용량분석	가능	가능	용량값이 작은편임
운전자 행동특성 반영	기하구조에 따른 운전자 특성 반영 지정체시 운전자 공격적 운전성향 반영	운전자 행동특성 다소 반영	미국적 행동특성 반영
기하구조 특성	반영함. 진입각도, 진입곡선반경의 유의성 발견못함	반영함.	반영함. 진입각도, 진입곡선반경의 유의성 발견못함
중차량 교통량	반영	반영여부 알려지지 않음	반영여부 알려지지 않음
용량보정	간격수락모형사용 다양한 운전자 보정	회귀분석에 의한 용량보정	회귀분석 및 간격수락모형사용
대기행렬 영향 분석	차로사용에 back of queue 영향 반영	사이클단위 대기행렬분석	분석하고 있음.

5. 라운드어바웃 해석 모델

여러가지 라운드어바웃 모델이 있으나 교통계획적 모델이나 거시적 해석모델 (NETSIM, PARAMICS 등)과 다르게 미시적인 해석까지 가능한 모델은 현재로는 3가지로 압축할 수 있다. 그 세가지는 호주에서 사용하는 SIDRA 모델과 영국에서 사용하는 RODEL 그리고 미국에서 사용하는 NCHRP 3-65 모델이 있다. 각기 다른 특성이 있어 사용시 이의 특

6. 결론 (우리나라 적용방안)

우리나라에서 라운드어바웃(roundabout)은 매우 친숙하지 않은 개념이다. 라운드어바웃이라는 용어 전에 회전교차로란 이름으로 많은 시도에 있어 왔다. 대표적으로 에버랜드입구 사거리, 수원시에 성문, 구 남대문주변, 동대문주변.

구미에서는 뉴욕의 콜럼버스 회전교차로, 프랑스 개선문화전교차로 이후 한때는 교통사고 다발시설로 폐기대상이었던 라운드어바웃을 현대식 과학적 원리를 채용한 뒤 발전을 거듭해왔다. 이러한 발전은 프

랑스, 영국, 호주, 미국과 같이 선진국을 중심으로 이루어져 왔다. 특히 1960년대 영국에서 양보사인을 도입하면서 더욱 더 과학화의 길을 걷고 있다.

파리내에서 원시적 라운드어바웃을 그대로 이용하고 있는 프랑스의 경우에도 신도시는 개량된 라운드어바웃 형태를 연평균 증가율 15%로 적극적으로 채용하여 사용하고 있고 고속도로 강국 독일에서는 인터체인지에 하나의 접속시설로 널리 라운드어바웃을 사용하고 있다.

외국과는 달리 우리나라에서는 진화와 발달의 방향성을 찾기가 어렵다. 그럼에도 불구하고 우리나라 학계와 각계각층에서 라운드어바웃에 대한 논의가 일지 않는 것은 그 효율성, 안전성 및 경관성 때문일 것이다.

그동안의 원시적 라운드어바웃 형태에서 개량된 현대식 라운드어바웃형태로 발전하기 위해서는 과학적 양보, 디플렉션, 플레어의 세가지 원리에 충실하고 교통조건 기하구조조건이 완벽한 라운드어바웃을 설치해야 할 것이다. 그러나 이러한 결과를 위하여 무엇보다도 학문적으로 논리가 명확해야 함이 중요할 것이다.

또한 이러한 학문적인 근거를 통해 제도상 관련된 문제들을 찾아 해결할 수 있도록 문제를 명확히 해야 할 것이다. 좀 더 구체적으로는 현재 도로법과 도로교통법, 관련규정, 행정조직을 중심으로하여 개량된 라운드어바웃을 쓸 수 있도록 설치와 단속을 위한 개선방안이 도출되어야 할 것이다.

참고문헌

Florida Department of Transportation. (1995). *Florida Roundabout Guide*. Tallahassee.
 Hunt, J., and Williams, S. (1982). Delays to Pedestrians Crossing the Road at a Random Point. *Traffic Engineering & Control* 13(3), pp. 216-221.
 Maryland Department of Transportation. (1995).

Roundabout Design Guidelines. Hanover.
 National Research Council. (1997). Special Report 209: *Highway Capacity Manual*. TRB, Washington, D.C.
 Noland, R. B. (1996). Pedestrian Travel Times and Motor Vehicle Traffic Signals. In *Transportation Research Record 1533*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 28-33.
 Virkler, M.R. and Guell, D. L. (1984). Pedestrian Crossing-Time Requirements at Intersections. In *Transportation Research Record 955*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 47-51.
 B Guichet. Roundabouts in France: Development, safety, design & capacity. Proceedings of the third international symposium on Intersections Without Traffic Signals; Portland, Oregon 1997.
 W Brilon, N Wu, L Bondzio. Unsignalised intersections in Germany - A state of the Art, 1997. Proceedings of the third international symposium on Intersections without Traffic Signals. Portland, Oregon, 1997.
 M Tracz. Design of small roundabouts - Polish Guidelines. Proceedings of the third international symposium on Intersections without Traffic Signals. Portland, Oregon, 1997.
 R M Kimber. The traffic capacity of roundabouts. TRRL LR942. TRRL 1980.
 E Waddell. Evolution of roundabout technology: a history based literature review. Michigan Department of Transportation.
 G Maycock, R D Hall. Accidents at 4 arm roundabouts. TRRL LR1120, TRRL 1984.