

SINGLE SHELL NATM의 문제점 Disadvantages of Single Shell NATM

윤지선¹⁾, Ji-Son Yun

¹⁾인하대학교 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Inha University

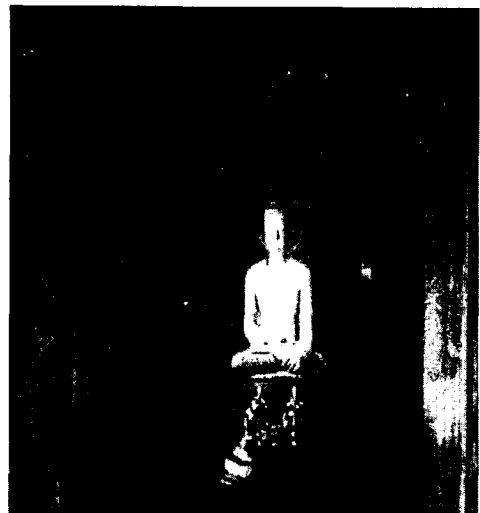
SYNOPSIS : These days, domestic tunnel demand has outstandingly been increased. Therefore, tunneling methods have been developed to excavate underground more economically and durably from wood support methods, ASSM, to NATM and also more efficient methods has strongly been asked in recent years, such as single shell NATM. In this study, we will discuss on the disadvantages of this single shell NATM, one of tunneling methods with no lining.

Key words : tunnel, support methods, single shell NATM, no lining

1. 터널의 변천사



그리스 광업(기원전 7-4세기)



석굴암(751년)

그림 1. 고대의 터널

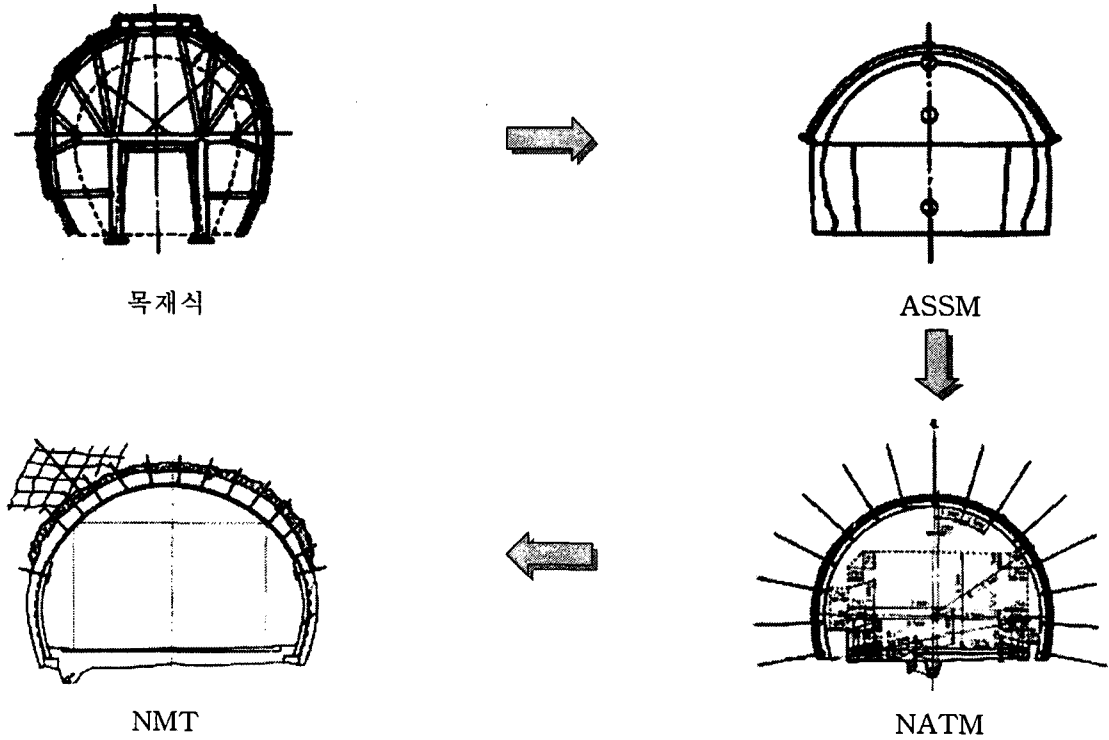


그림 2. 터널의 변천

2. 연속체와 불연속체

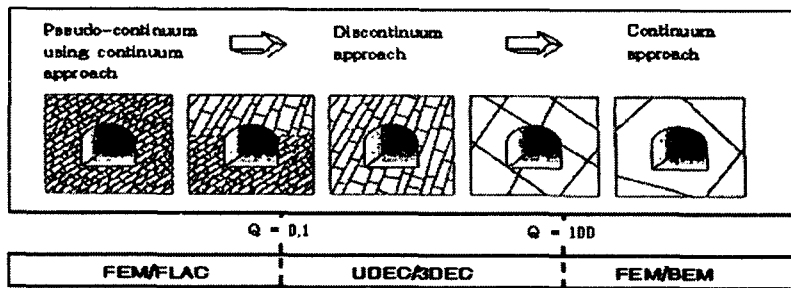


그림 3. 연속체와 불연속체

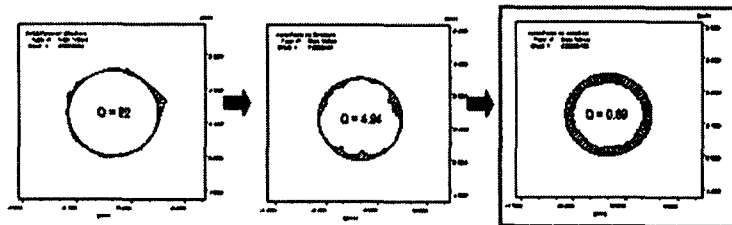
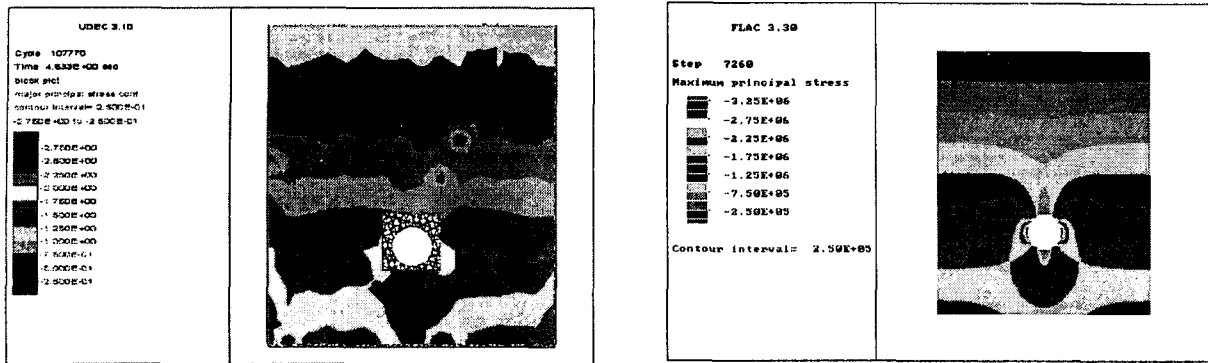


그림 4. Q값의 감소에 따른 슛크리트 축력의 분포

축력 분포상황이 슛크리트 전체에 대하여 균등하게 분포하게 되는 Q값의 경계는 $0.69 \approx 0.7$ 로 나타났다.

암반조건이 가장 불리하다고 판단되는 Q=0.53의 경우에 대하여 비교한 결과 그림 5와 같이 나타났다.



Distinct Element Method (UDEC-BB)

Finite Difference Method (FLAC)

그림 5. 불연속체, 연속체 해석의 비교

터널 주변의 암반블록의 거동 상태에 따라 응력분포 상태가 부분적으로 불규칙하게 나타났으나 전체적으로는 비교적 대칭적인 응력 분포상황을 나타내고 있다.

3. 지보의 역할

-2차 복공 설계에 있어서 1차 지보와의 하중 분담

1. 굴착시의 외압은 1차 지보로 담당하고 복공 완료후 장래의 하중 상황의 변화(지하수의 복원에 의한 수압, 영향 범위내에 앞으로 시공이 예정될 구조물의 영향등)을 2차 복공으로 담당한다.
2. 1차 지보는 가설로 생각되고 2차 복공이 모든 하중을 담당한다.
3. 1차 지보와의 2차복공을 합쳐서 하나의 복공 구조체로서 평가한다.

4. single shell NATM

4.1 싱글셸의 정의

싱글 셸이란 지보 복공 부재로서 양호한 품질의 슛크리트 등이 시공되고, 복공 내에 방수시트 등의 전단력의 전달을 방지하는 재료를 포함하지 않는 지반과 일체화 한 최종 마무리 구조의 터널을 말한다.

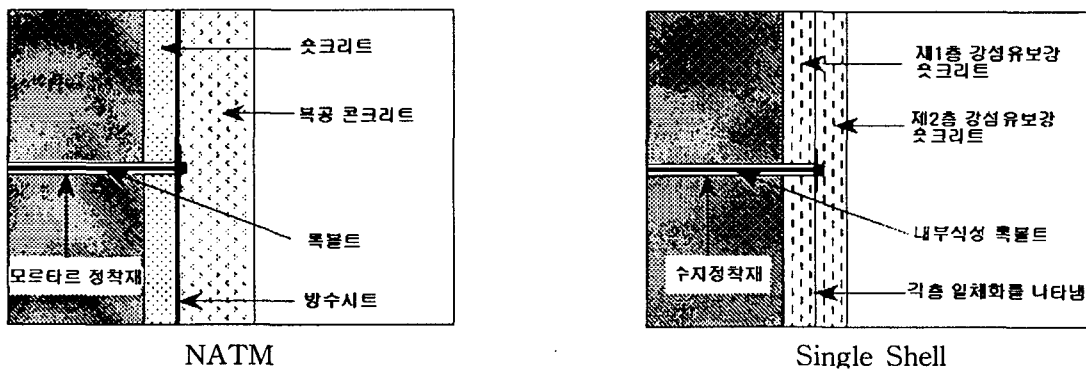


그림 6.지보구조 모식도

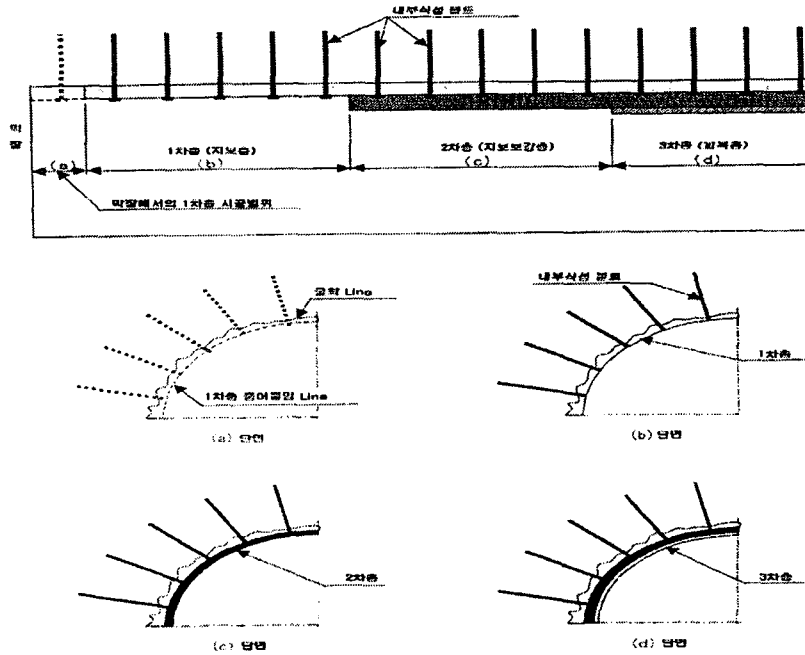


그림 6. Single Shell의 지보구성

4.2 각 층의 목적 및 적용지보의 요구성능

표 1. 각층의 목적

	1차층	2차층(지보보강층)	3차층(피복층)
시공시기		막장굴착Cycle에 영향이 없는 시기 (변위수렴 상황에 따라 유연하게 대응)	변위가 거의 수렴한 시기
뿔어붙임의 목적	①막장에서 표면탈락이나 붕락을 막음 ②조기에 터널의 안정성을 확보	①장기적인 지보의 안정성을 확보 ②용수개소는 특별히 선정하여 대처 ③응력집중의 완화 및 공용성을 확보하기 위해 1차지보의 요철을 없애고 평탄성을 확보 ④1차층에 시공된 록볼트의 두부를 피복	①전면을 피복하고 외부환경으로부터 지보층을 보호 ②지보보강층에 발생한 균열등을 보수 ③최종 마무리(3차층을 시공하지 않는 경우는 2차층이 최종 마무리면)
고품질 강섬유 보강 콘크리트의 목적	①샷크리트 설계와 록볼트를 주체로 하는 지보설계가 가능함 ②용접강이나 강지보공 등의 설치에 필요한 시간을 단축하고, 조기에 지보함 ③절리·균열의 거동을 강섬유에 따른 전단보강 및 휨강성에 저항함	①금결계의 사용량을 최소한도로 적게 하여, 장기강도와 품질의 안정화를 도모 ②물리·화학적인 작용에 대해 열화가 적고, 장기간 지보기능을 유지 ③높은 방수성을 갖는다 ④지보강성을 높여 터널 변형의 수렴에 기여	①금결계의 사용량을 최소한도로 적게하고 장기강도와 품질의 안정화를 도모 ②높은 방수성을 갖는다

표2. 적용지보의 요구성능

		1차층	2차층(지보보강층)	3차층(피복층)
압축강도	초기	①재령3시간 1.0~3.0N/mm ² ②재령1일 10.0N/mm ²	터널이 비교적 안정한 시기에 시공하므로 높은 초기 재령강도는 필요로 하지 않다	높은 초기 재령강도는 필요로 하지 않는다
	장기	36.0N/mm ² 이상	36.0N/mm ² 이상	36.0N/mm ² 이상
휨인성 단강도	전	절리·균열의 거동에 저항하기 위하여, 휨인성·전단강도의 높은 고품질 강섬유보강 S/C로 한다		
장기내구성		물리적·화학적 작용에 대해 숏크리트 자체의 열화가 적고, 록볼트나 보강섬유의 기능이 장기간 유지할 수 있도록 보호할 기능이 필요		
부착강도		싱글 쉘의 구조적인 우위성이나 박락에 대한 저항성을 확보하기 위해 암반 및 숏크리트 각 층간의 부착강도를 높일 필요가 있다		
수밀성		터널의 기능성 확보와 콘크리트층의 성분 유출에 의한 열화방지를 위해 수밀성을 확보한다		

4.3 고품질 강섬유 보강 숏크리트

4.3.1 뿔어붙인 직후~짧은 재령시 요구되는 품질

리바운드가 적음
 분진이 적음
 지반의 초기변위에 대응
 암반 및 숏크리트 각층 간에 충분한 부착강도 확보가능

4.3.2 장기 재령시 요구되는 품질

지반, 숏크리트 및 층간의 부착이 충분히 이루어진다
 충분한 강도를 갖는다
 휨, 전단하중에 관하여 저항할 수 있고, 균열이 생겨도 인성이 높고 터널구조계에 안정성이 높다
 장기 내구성이 우수하다

4.4 섬유보강(barchip) 숏크리트

섬유보강 숏크리트의 특성으로는 비중, 열전도율, 밀도, 분산성 및 내 알칼리성의 우수함, 발화점, 용융점, 전기 전도성 등을 말할 수가 있다. 비중은 0.91로써 낮은 비중을 가지고 있으며 강섬유와 비교한다면 많은 양의 섬유가 숏크리트에 함유되어 사용할 수 있음을 의미하며, 가볍기때문에 뭉침 방지 및 콘크리트와의 혼합이 양호함에 따라 레미콘 트럭에 직접 투입 후 60초 이상 고속 교반에 의해, 콘크리트 속에 균일하게 분산시킬 수 있다. 시멘트 경화제는 시멘트와 물과의 수화반응으로 인하여 결합재를 형성시킨다. 이 수화반응에서 시멘트량의 약 1/3 정도가 되는 수산화칼륨은 강 알칼리성을 나타내기 때문에 철을 이용한 숏크리트 재료는 산화에 의해 부식을 일으키고 부피가 팽창하여 콘크리트에 손상을 입힌다. 반면에, Barchip은 물을 흡수하지 않고 반응도 하지 않으며 산과 염기에 대한 우수한 저항성이 있

어서 부식이 발생하지 않는다. 또한, 특수한 엠보싱 가공에 의한 요철형의 모양이기 때문에 파단시 섬유
의 빠짐이 일어나기 어렵고, 다른 폴리프로필렌 섬유보다 휨 인성이 향상되고 표면에 특수한 친수 처리
가 시행되어 시멘트의 경계 접착력이 대폭적으로 오르고 슬러리 속에서 뜨는 것을 적게 해주고 있다.

표 3. 보강 숯크리트의 실내시험 결과

섬유혼입	실내 시험 (28일) (kg/cm ²)			
	압축 강도	인장 강도	휨 강도	휨 인성
Plain	266	27	61	-
Steel Fiber	359	36	72	47
Barchip(0.5)	292	29	60	36
Barchip(1.0)	297	33	65	37
Barchip(1.5)	314	34	69	41