

KCS 14 00 00

구조재료공사

표준시방서 Korean Construction Specification

KCS 14 20 51 : 2021

숏크리트

2021년 2월 18일 개정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 콘크리트 설계기준에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
콘크리트 표준시방서	• 콘크리트 표준시방서 제정	제정 (1962.5)
콘크리트 표준시방서	• 무근, 철근, 포장, 댐 콘크리트 시방서 통합 • 기존 국토건설청 기준, 재료규격 및 시험방법을 한국공업규격(KS)으로 개정	개정 (1968.12)
콘크리트 표준시방서	• 건설기술의 대형화, 다양화, 새로운 공법 및 자재 개발에 따른 시방서 일부개정	개정 (1977.12)
콘크리트 표준시방서	• 강도설계법에 따라 시방서 개정	개정 (1985.1)
콘크리트 표준시방서	• 국내외 시방서 및 지침서등의 연관성 검토 • 구조물의 설계, 시공, 공사품질관리 전반에 대한 시방이 되도록 개정	개정 (1988.12)
콘크리트 표준시방서	• 콘크리트 내구성 향성과 안전성 확보를 위한 기준 마련 • 유동화 콘크리트, 구조물 유지관리에 관한 규정 신설	개정 (1996.6)
콘크리트 표준시방서	• 현행 설계편과 시공편으로 구성된 표준시방서를 시공기준으로 작성	개정 (1998.12)
콘크리트 표준시방서	• 콘크리트 허용균열폭, 피복두께, 인장철근 정착길이 수정 • 벽체의 부재 적용범위 구체화	개정 (2003.4)
콘크리트 표준시방서	• 순환골재 재활용 등 친환경 콘크리트 품질확보방안 신설 • 고유동, 폴리머, 섬유보강 콘크리트 신설	개정 (2009.9)
KCS 14 20 51 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	제정 (2016.6)

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
KCS 14 20 51 : 2016	<ul style="list-style-type: none"> • 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함 	수정 (2018.7)
KCS 14 20 51 : 2020	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 건설기준에 대한 최신 기술 반영 • 콘크리트 건설기준의 적합성 검토 및 정비 	개정 (2021.2)



제 정 : 2016년 6월 30일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 국토교통부 기술혁신과
 관련단체 : 한국콘크리트학회

개 정 : 2021년 02월 18일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
 작성기관 : 한국콘크리트학회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 슛크리트 일반	2
1.5 제출물	3
1.6 성능의 설정	3
2. 자재	5
2.1 구성재료	5
2.2 배합	7
2.3 재료 품질관리	8
3. 시공	8
3.1 시공일반	8
3.2 운반	9
3.3 타설	9
3.4 양생	12
3.5 현장 품질관리	12

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 터널 및 지하공간 건설, 사면안정(법면보호), 구조물의 보수보강 공법에 적용되는 숏크리트의 재료 및 시공에 대한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음.

1.2.2 관련 기준

- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KS D 7017 용접 철망 및 철근 격자
- KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험 방법
- KS F 2422 콘크리트 코어 및 보의 시료 절취 및 강도 시험 방법
- KS F 2456 급속 동결 용해에 대한 콘크리트의 저항 시험 방법
- KS F 2527 콘크리트용 골재
- KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제
- KS F 2564 콘크리트용 강섬유
- KS F 2566 섬유 보강 콘크리트의 휨성능 시험 방법
- KS F 2711 전기 전도도에 의한 콘크리트의 염소이온 침투 저항성 시험방법
- KS F 2782 숏크리트용 급결제
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- ASTM C1550 Standard Test Method for Flexural Toughness of Fiber Reinforced Concrete (Using Centrally Loaded Round Panel)

1.3 용어의 정의

- 급결제(accelerator) : 터널 등의 숏크리트에 첨가하여 뿜어 붙인 콘크리트의 응결 및 조기의 강도를 증진시키기 위해 사용되는 혼화제
- 노즐(nozzle) : 일정한 방향을 가지고 콘크리트를 압축 공기와 함께 뿜어붙이기 면에 토출시키기 위한 압송호스 선단의 통
- 숏크리트(shotcrete, sprayed concrete) : 컴프레셔 혹은 펌프를 이용하여 노즐 위치까지 호스 속으로 운반한 콘크리트를 압축공기에 의해 시공면에 뿜어서 만든 콘크리트
- 숏크리트 타설 작업원(nozzle man) : 숏크리트의 타설을 전문적으로 하는 기술자로 소정의 교육을 수료한 자

- 영구 지보재(permanent support) : shotcrete의 내구성을 확보하고 장기하중에 대한 안정성을 확보하며, 우수한 수밀성을 가지게 하거나 뿔어붙임 형식의 방수 멤브레인(sprayable waterproofing membrane) 또는 PCL(precaster concrete lining) 등을 적용하여 shotcrete 층과 2차 콘크리트 라이닝 사이의 방수시트를 생략할 수 있도록 하여 shotcrete가 영구적인 구조물로 역할하도록 하는 지보재
- 용접철망(welded steel wire fabrics) : 콘크리트 보강용 용접망으로서 철근이나 철선을 직각으로 교차시켜 각 교차점을 전기저항용접한 철선망
- 임시 지보재(temporary support) : 터널 및 지하공간 구조물의 조기 안정화와 초기 및 중간 기간의 하중에 대하여 안전성 확보를 목적으로 한 지보재
- 토출배합(mix proportion at the outlet of a nozzle) : shotcrete에 있어서 실제로 노즐로부터 뿔어 붙여지는 콘크리트의 배합으로 건식방법에서는 노즐에서 가해지는 수량 및 표면수를 고려하여 산출되는 shotcrete의 배합
- 휨인성(flexural toughness) : 균열 발생 후 구조부재가 하중을 지지할 수 있는 에너지 흡수 능력

1.4 shotcrete 일반

- (1) shotcrete 방식의 선정에 있어서는 적용대상 구조물의 용도, 목적, 크기, shotcrete 두께, 터널의 연장, 단면의 크기, 굴착공법 및 용수의 유무를 충분히 검토하여 정하여야 한다.
- (2) shotcrete는 터널 및 지하공간 구조물의 조기 안정화와 굴착 후 지반이완 및 외력에 대한 안정성 확보를 목적으로 한 임시 지보재의 역할과 영구적으로 구조체의 역할을 하여 장기간의 구조적 안정성 확보를 목적으로 하는 영구 지보재 역할로 대별되므로, 적용 목적에 따른 shotcrete의 요구 성능과 품질을 검토하여 그 기능을 결정하여야 한다.
- (3) 비탈면, 법면 또는 벽면의 풍화나 박리, 박락의 방지를 위하여 shotcrete를 적용할 경우에 적용 목적에 일치하도록 재료, 배합 등을 결정하여야 한다.
- (4) shotcrete에 의하여 보수, 보강을 할 때에는 대상구조물의 기능 및 목적에 일치하도록 shotcrete 면의 처리, 재료, 배합 등을 결정하여야 한다.
- (5) shotcrete는 다음과 같은 기능을 발휘할 수 있도록 하여야 한다.
 - ① 지반과의 부착 및 자체 전단 저항효과로 shotcrete에 작용하는 외력을 지반에 분산시키고, 터널 주변의 붕락하기 쉬운 압괴를 지지하며, 굴착면 가까이에 지반 아치가 형성될 수 있도록 한다.
 - ② 강지보재 또는 록볼트에 지반 압력을 전달하는 기능을 발휘하도록 하여야 한다.
 - ③ 굴착된 지반의 굴곡부를 메우고 절리면 사이를 접촉시킴으로써 응력집중 현상을 피하도록 한다.
 - ④ 굴착면을 피복하여 풍화방지, 지수, 세립자 유출 등을 방지하도록 한다.
 - ⑤ 보수, 보강재료로 사용되어 소요의 강도와 내구성 등 구조물이 충분한 보수 및 보

- 강성능을 발휘하여야 한다.
- ⑥ 비탈면, 법면 또는 벽면 보호 공법으로 적용되어 충분한 안전성을 확보하여야 한다.
- (6) 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우, 숏크리트는 다음과 같은 기능을 추가적으로 발휘할 수 있도록 하여야 한다.
- ① 지반과 숏크리트와의 부착강도와 콘크리트(숏크리트)의 전단강도는 암괴를 지지할 수 있도록 충분히 커야 한다.
 - ② 지반과의 부착력으로 하중을 분산시키는 작용을 하여야 한다.
 - ③ 암괴를 지지할 수 있도록 휨강도가 충분히 커야 한다.
 - ④ 지반하중에 의하여 지속적으로 발생하는 압축력에 저항할 수 있도록 숏크리트는 강도가 충분히 커야 한다.
 - ⑤ 휨하중, 전단하중 등에 대하여 충분히 저항해야 하며 균열 발생에 대비하여 높은 인성이 확보되어야 한다.
 - ⑥ 수밀성, 동결융해저항성 등 장기 내구성이 우수하여야 한다.
 - ⑦ 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우, 숏크리트 라이닝이 최종 노출면이 될 수 있으므로 필요할 때는 화재에 대한 안전성을 확보할 수 있는 대책을 세워야 한다.
 - ⑧ 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우, 소요의 두께 및 층별 기능을 위해 각 층별로 다른 성능의 숏크리트를 타설할 수 있다.
 - ⑨ 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우, 조명, 환기, 등 기타 부대설비를 충분히 고정시킬 수 있을 만큼 숏크리트의 강도와 부착성능을 확보하여야 한다.
- (7) 숏크리트의 품질은 숏크리트 타설 작업원의 숙련도에 의하여 크게 영향을 받기 때문에 숏크리트 타설 작업원은 숏크리트의 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 기술적 숙련도가 높아야 한다.

1.5 제출물

- (1) 제품 자료
- (2) 갱내 환기 계획서
- (3) 그 밖의 사항은 KCS 14 20 10(1.6)의 해당요건에 따른다.

1.6 성능의 설정

1.6.1 일반사항

- (1) 숏크리트의 성능은 터널 및 지하공간, 법면보호, 보수·보강 등 적용대상 구조물의 목적 및 용도에 적합하도록 소요의 뿔어붙이기 성능과 숏크리트의 초기 및 장기강도, 내구성능을 설정하여야 한다.
- (2) 숏크리트의 뿔어붙이기 성능은 반발률, 분진 농도 및 초기강도로 설정할 수 있으며, 유사한 시공사례가 있거나 반발률과 분진농도의 관계가 분명하게 되어 있는 경우에서

숏크리트의 뿔어붙이기 성능은 분진농도와 숏크리트의 초기강도로 설정하며 표 1.7-1 및 표 1.7-2의 값을 표준으로 한다. 반면 유사 시공사례가 없으며 반발률과 분진농도의 관계가 불명확하고 새로운 혼화 재료를 사용하여 숏크리트를 시공하려고 할 경우에는 분진농도와 초기강도 이외에 뿔어붙이기 성능의 하나로서 반발률의 상한치를 설정하여야 하는데 일반적으로 (20 ~ 30) %의 값을 표준으로 한다.

표 1.6-1 분진 농도의 표준값

환기 및 측정 조건	분진농도 (mg/m ³)
<ul style="list-style-type: none"> • 환기조건: 갭내 환기를 정지한 환경 • 측정방법: 뿔어붙이기 작업개시 5분 후로부터 원칙으로 2회 측정 • 측정위치: 뿔어붙이기 작업 개소로부터 5m 지점 	5 이하

표 1.6-2 숏크리트의 초기강도 표준값

재령	숏크리트의 초기강도 (MPa)
24시간	5.0 ~ 10.0
3시간	1.0 ~ 3.0

주 1) 영구 지보재 개념으로 숏크리트를 적용할 경우의 초기강도는 3시간 1.0~3.0 MPa, 24시간 강도 5.0~10.0 MPa 이상으로 하며, 장기강도의 감소를 최소화하여야 하며, 1.7.2 (2) 장기강도를 만족하도록 하여야 한다.(28일 재령 설계기준압축강도는 35 MPa 이상)

- (3) 숏크리트에 보강섬유를 사용한 섬유보강 숏크리트의 성능은 초기 및 장기 강도 이외에 휨강도와 휨인성을 설정하여야 한다.
- (4) 숏크리트에 보강섬유를 사용할 경우 섬유 뭉침현상 및 노즐막힘 현상이 발생되지 않도록 유의하여야 하며, 설정된 초기, 장기강도와 휨강도, 휨인성을 만족할 수 있도록 적정 혼입률을 결정하여야 한다.

1.6.2 숏크리트의 장기강도

- (1) 일반 숏크리트의 장기 설계기준압축강도는 재령 28일로 설정하며 그 값은 21 MPa 이상으로 한다. 단, 영구 지보재 개념으로 숏크리트를 타설할 경우에는 설계기준압축강도를 35 MPa 이상으로 한다.
- (2) 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우 구조적 안정성과 박락에 대한 저항성을 확보하기 위해 암반 및 숏크리트 각 층간의 부착강도를 높일 필요가 있으며 재령 28일 부착강도는 1.0 MPa 이상이 되도록 관리하여야 한다.
- (3) 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우 절리와 균열의 거동에 저항하기 위하여 휨인성 및 전단강도가 우수하여야 한다.

1.6.3 숏크리트의 휨강도 및 휨인성

- (1) 숏크리트의 휨강도 및 휨인성의 성능 목표는 재령28일 값을 기준으로 설정하여야 한다. 휨강도 시험은 KS F 2408, 휨인성 시험은 KS F 2566 또는 ASTM C 1550 방법의 방법에 따라 실시하며, 목표 휨인성의 설정은 등가 휨강도 및 휨인성지수로 설정할 수 있다.
- (2) 목표 휨인성의 설정은 보강섬유를 포함하는 경우 반드시 필요하며, 충분한 안전성을 확보할 수 있는 범위 내에서 결정하여야 한다.

1.6.4 숏크리트의 수밀성 및 장기내구성

- (1) 숏크리트는 물리·화학적 작용에 대해 숏크리트 자체의 열화가 적고, 록볼트나 보강섬유의 기능이 장기간 유지될 수 있도록 보호할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.
- (2) 숏크리트는 구조물의 기능성 확보와 콘크리트 층의 성분 유출에 의한 열화방지를 위해서 수밀성을 확보하여야 한다.
- (3) 숏크리트는 수밀성을 확보하기 위해서 균열 등이 발생하지 않도록 하여야 하며, 섬유를 사용하여 이를 확보할 수 있다.

2. 자재

2.1 구성재료

2.1.1 일반사항

- (1) 숏크리트에 사용하는 재료 및 배합은 숏크리트의 용도, 적용 목적, 소요의 뿔어붙이기 성능, 숏크리트의 초기 및 장기강도와 그 밖의 필요한 성능을 만족하는 범위 내에서 단위 수량과 급결제의 사용량을 적게 하여야 하며, 뿔어붙이기 장비 및 재료 입수의 난이도 등을 포함한 경제성까지도 고려하여 정하여야 한다.
- (2) 숏크리트의 배합은 타설 시험에 의해 소요의 성능을 만족하고 있는지를 확인한 뒤에 선정하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 보수·보강재료는 대상구조물에 대하여 비교적 얇은 부재에 의하여 소요의 목적을 이루는 것이기 때문에 사용하는 재료는 강도, 내구성, 수밀성이 특히 우수한 것으로 결정하여야 한다.

2.1.2 시멘트 및 배합수

- (1) 숏크리트용 시멘트는 KS L 5201에 적합한 보통포틀랜드 시멘트를 사용하는 것을 표준으로 한다. 이 외의 시멘트를 사용할 경우에는 규정된 숏크리트 성능기준의 만족여부를 사전에 확인하여야 한다.
- (2) 배합수는 수돗물 또는 KS F 4009 부속서 B의 기준에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.1.3 골재

- (1) 숏크리트용 골재는 입도를 제외한 골재의 품질은 KCS 14 20 10의 규정에 만족하여야 하며, 골재의 입도는 KS F 2577 숏크리트용 재료의 혼합골재 입도 범위에 적합하여야 한다.
- (2) 노즐의 막힘 현상이나 반발량을 최소화할 수 있도록 굵은골재의 최대 치수를 13 mm 이하로 한다.
- (3) 숏크리트에 적용되는 골재는 알칼리 골재 반응에 무해한 골재를 사용하여야 한다.

2.1.4 혼화 재료

- (1) 급결제는 KCI-SC102와 KS F 2782의 규정에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 급결제의 첨가량은 시공 조건, 사용재료, 조기 강도 발현 효과, 장기강도의 저하정도 등을 고려하여 결정되어야 한다.
- (3) 숏크리트의 조기 강도 발현 효과가 좋고 장기강도의 감소를 최소화할 수 있으며, 인체에 유해한 영향을 최소화하기 위해 알칼리 프리 급결제와 시멘트 광물계 급결제를 우선 사용하여야 한다.
- (4) 건식 숏크리트와 습식 숏크리트의 경우 동결융해 저항성을 확보하기 위하여 AE제를 사용하여야 한다. AE제는 KS F 2560에 적합한 것을 사용한다.
- (5) 숏크리트의 펌핑성 및 유동성을 향상시키기 위하여 공기연행제, AE 감수제, 감수제 및 고성능 감수제, 고성능 AE 감수제 등을 사용할 경우 KS F 2560에 적합한 것을 사용하여야 하며, 유동화제를 사용할 경우에는 KCI-AD101에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- (6) 그 밖의 혼화 재료를 사용할 경우에는 소요의 성능이 얻어지며 또한 숏크리트에 나쁜 영향을 주지 않는 것을 미리 확인하여야 한다.
- (7) 숏크리트의 펌핑성 및 불임성을 향상시키기 위하여 실리카 폼을 사용할 경우 KS F 2567에 적합하여야 하며, 플라이 애시를 사용할 경우 KS L 5405에 적합하여야 한다.

2.1.5 보강재

- (1) 철망을 사용할 경우에는 원칙적으로 용접철망으로 하고, KS D 7017에 적합하며 숏크리트 공법에 적합한 것으로 하여야 한다.
- (2) 강섬유는 KS F 2564에 적합한 것 중에서 숏크리트 공법에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- (3) 상기 (2) 이외의 섬유는 소요의 품질을 얻는데 적합하다는 사실을 확인한 후 사용하여야 한다.

2.1.6 보수·보강 재료

- (1) 보수·보강재료는 모르타르, 콘크리트, 섬유보강콘크리트, 폴리머 모르타르 및 콘크리트 등이 있으며 소요의 품질을 얻는데 적합하다는 사실을 확인한 후 사용하여야 한다.

다.

2.2 배합

2.2.1 배합일반

- (1) 숏크리트의 배합은 다음과 같은 내용을 고려하여 결정하여야 한다.
 - ① 숏크리트 적용 목적(터널 및 지하공간의 지보재, 법면 보호 및 보수·보강)
 - ② 터널 및 지하공간에 적용할 때 숏크리트 역할(영구 지보재 또는 임시 지보재)
 - ③ 숏크리트의 타설 방법(건식 또는 습식)
- (2) 건식 방식의 숏크리트 배합을 정할 때에는 다음의 항목을 선정하여야 한다.
 - ① 굵은골재의 최대 치수
 - ② 잔골재율
 - ③ 단위 시멘트량
 - ④ 물-결합재비
 - ⑤ 혼화 재료의 종류 및 단위량
- (3) 습식 방식의 숏크리트 배합을 정할 때에는 상기 (2)의 경우와 동일하게 5개 항목에 대하여 선정하여야 한다. 습식 방식에서 급결제 첨가 전의 베이스 콘크리트는 굵은골재의 최대 치수, 슬럼프, 및 배합강도에 기초하여 정하는 것을 원칙으로 하며, 베이스 콘크리트를 펌프로 압송할 경우 슬럼프는 120 mm 이상을 표준으로 한다.
- (4) 상기 (2) 및 (3)에 섬유를 혼합할 경우에는 섬유가 숏크리트에 균일하게 분포될 수 있도록 혼합하여야 하며 섬유의 뭉침현상과 노즐 막힘현상이 발생되지 않도록 하여야 한다.
- (5) 상기 (2) 및 (3)에 섬유를 사용할 경우 섬유의 혼입량은 설계기준압축강도 및 휨인성을 만족할 수 있도록 결정하여야 한다.

2.2.2 제조 및 설비

- (1) 소요의 성능을 갖는 숏크리트 재료의 저장, 계량, 비비기 설비 및 뿔어붙이기 장비를 사용하여 설정된 성능이 얻어지도록 숏크리트를 제조하여야 한다.
- (2) 분말 급결제의 저장설비는 분말 급결제의 습기 흡수를 방지할 수 있는 것이어야 한다. 또한 액상 급결제의 경우에는 급결제의 분리 등을 방지할 수 있는 저장설비를 갖추어야 한다.
- (3) 섬유를 사용할 경우 배치플랜트에는 섬유를 개량하기 위한 호퍼 및 자동계량 기록 장치를 설치하여야 하며, 계량오차는 $\pm 3\%$ 이내이어야 한다.

2.2.3 숏크리트 장비 및 부속기기

- (1) 숏크리트 장비는 소정의 배합 재료를 연속하여 압송하면서 뿔어붙일 수 있는 것이어야 한다.

(2) 부속기기는 숏크리트 장비가 소요의 성능을 발휘할 수 있는 것이어야 한다.

2.2.4 제조 방법

- (1) 계량오차는 1 회 계량분에 대하여 KCS 14 20 10(표 2.2-10)의 값 이하이어야 한다. 다만, 급결제는 혼화제 계량오차의 최대값을 적용하지 않는다.
- (2) 건식 방식에 있어서 물의 계량 및 연속 믹서를 사용할 경우의 허용계량 오차는 믹서의 용량에 따라 정해지는 소정의 시간당 계량분을 질량으로 환산하고, KCS 14 20 10 (표 2.2-10)의 값 이하로 하여야 한다. 이 경우 소정의 시간당 계량분은 믹서의 종류, 비비기 시간 등을 고려하여 적절히 정하여야 한다.
- (3) 건식 방식의 경우 잔골재는 적정량의 표면수율을 가지는 것을 사용하여야 한다.

2.3 재료 품질관리

- (1) 급결제 이외의 콘크리트 재료의 품질 검사는 KCS 14 20 10(2.3)에 따른다.
- (2) 급결제의 품질 검사는 표 2.3-1에 따른다. 또한 급결제에 품질시험 결과는 급결제의 투입시기 및 공시체 제조 방법(건식 또는 습식), 사용 골재, 다짐 방법에 따라 상이한 결과를 나타내므로 급결제 투입시기와 공시체 제조 방법, 사용 골재의 특성, 다짐 방법을 고려하여 급결제의 품질시험을 실시하여야 한다.

표 2.3-1 급결제의 품질 검사

종류	항목	시험 · 검사 방법	시기 · 횟수	판정기준
급결제	품질	KCI-SC102의 방법과 KS F 2782의 방법	공사 시작 전, 공사 중 1회/월, 장기간 저장한 경우 및 종류를 변경한 경우	KCI-SC102와 KS F 2782의 방법에 적합할 것

3. 시공

3.1 시공일반

3.1.1 시공의 일반

- (1) 숏크리트 작업 개시 전에 뿔어붙이기 작업자의 안전 확보를 제일로 하며, 운반, 뿔어붙이기 작업 등에 관해 미리 충분한 시공계획을 정해 놓아야 한다.
- (2) 건식 숏크리트는 배치 후 45분 이내에 뿔어붙이기를 실시하여야 하며, 습식 숏크리트는 배치 후 60분 이내에 뿔어붙이기를 실시하여야 한다.
- (3) 숏크리트는 타설되는 장소의 대기 온도가 32℃ 이상이 되면 건식 및 습식 숏크리트 모두 뿔어붙이기를 할 수 없으며, 적절한 온도 대책을 세운 후 타설하여야 한다. 또한 보강재 및 뿔어붙일 면의 온도 역시 38℃보다 낮은 온도로 사전처리를 한 후 뿔어붙이기를 실시하여야 한다.

- (4) 숏크리트는 대기 온도가 10 ℃ 이상일 때 뿔어붙이기를 실시하며 그 이하의 온도일 때는 적절한 온도 대책을 세운 후 실시한다.
- (5) 숏크리트 재료의 온도가 10 ℃보다 낮거나 32 ℃보다 높을 경우 적절한 온도 대책을 세워 재료의 온도가 (10~32) ℃ 범위에 있도록 한 후 뿔어붙이기를 실시하여야 한다.
- (6) 숏크리트의 타설은 기술적 숙련도가 높은 숏크리트 타설 전문가에 의해서 실시하여야 한다.

3.1.2 뿔어 붙일 면의 사전처리

- (1) 작업 중 낙하할 위험이 있는 들뜨는 돌, 풀, 나무 등은 제거하여야 한다.
- (2) 뿔어붙일 면에 용수가 있을 경우에는 배수파이프나 배수필터를 설치하는 등 적절한 배수처리를 하여야 한다.
- (3) 뿔어붙일 면이 흡수성인 경우에는 뿔어붙인 재료로부터 과도한 수분이 흡수되지 않도록 미리 붙일 면에 물을 뿌리는 등 적절한 처리를 하여야 한다.
- (4) 비탈면이 동결하였거나 빙설이 있는 경우에는 녹여서 표면의 물을 없앤 다음 뿔어 붙여야 한다.
- (5) 절취면이 비교적 평활하고 넓은 벽면은 수축에 의한 균열 발생이 많으므로 세로방향의 적당한 간격으로 신축이음을 설치하여야 한다.
- (6) 숏크리트의 층간을 작업할 때 1차 숏크리트면에 부착된 이물질을 완전히 제거하여야 한다.
- (7) 숏크리트에 의한 보수, 보강을 할 때는 미리 콘크리트의 손상부를 충분히 제거하여야 한다.

3.1.3 보강재의 설치

- (1) 보강재는 숏크리트 작업에 의하여 이동이나 진동 등이 일어나지 않도록 적절한 방법으로 설치, 고정시켜야 한다.
- (2) 보강재는 뿔어 붙일 면과 20~30 mm 간격을 두고 근접시켜 설치하여야 한다.
- (3) 철망의 망눈 지름은 5 mm 내외, 개구 크기는 100×100 mm 또는 150×150 mm를 표준으로 하고 숏크리트가 철망의 뒷부분까지 충분히 채워질 수 있는 것이어야 한다.

3.2 운반

- (1) 숏크리트는 빠르게 운반하고, 급결제를 첨가한 후에는 바로 뿔어붙이기 작업을 실시하여야 한다.

3.3 타설

3.3.1 작업의 일반

- (1) 숏크리트는 뿔어붙인 콘크리트가 흘러내리지 않는 범위의 적당한 두께를 뿔어붙이고

소정의 두께가 될 때까지 반복해서 뿔어붙여야 한다.

- (2) 강재지보재를 설치한 곳에 숏크리트를 실시할 경우에는 뿔어붙일 면과 강재지보재와의 사이에 공극이 생기지 않도록 뿔어붙이고, 또한 숏크리트와 강재지보재가 일체가 되도록 주의하여 실시하여야 한다.
- (3) 숏크리트 작업에서 반발량이 최소가 되도록 하고 동시에 리바운드된 재료가 다시 혼합되지 않도록 하여야 한다.

3.3.2 아치 및 측벽부의 숏크리트 작업

- (1) 노즐은 항상 뿔어 붙일 면에 직각이 되도록 유지하고, 적절한 뿔어붙이는 거리와 뿔는 압력을 유지하여야 한다.
- (2) 숏크리트는 뿔어붙인 콘크리트가 박리되거나 흘러내리지 않는 범위의 적당한 두께로 뿔어붙이고 소정의 두께가 될 때까지 반복해서 뿔어붙여야 한다.
- (3) 강지보공을 설치한 곳에 뿔어붙이기를 할 경우에는 뿔어붙일 면과 강지보공과의 사이에 공극이 생기지 않도록 뿔어붙이고, 또한 숏크리트와 강지보공이 일체가 되도록 주의하여야 한다.
- (4) 숏크리트의 타설 작업은 하부로부터 상부로 진행하되 강지보재 부분을 먼저 타설하여 강지보재와 숏크리트의 일체성을 증진하여야 한다.
- (5) 숏크리트의 1회 타설 두께는 100 mm 이내가 되도록 타설하고, 숏크리트와 지반과의 밀착은 물론 나누어 시공된 숏크리트 각 층 상호간도 밀착되도록 타설하여야 한다.
- (6) 숏크리트 작업에서 반발량이 최소가 되도록 하고, 동시에 리바운드된 재료가 다시 혼합되지 않도록 하여야 한다.
- (7) 작업장 주위의 조명은 충분한 조도를 유지하여야 하며 숏크리트 장비 작업원과 타설 작업원간의 거리는 상호 수신호가 가능한 거리 이내이어야 한다.
- (8) 숏크리트의 타설 작업을 할 때는 철망, 철근, 강지보재 등의 배면에 공극이 발생되지 않도록 하여야 하며, 철망과 철근은 숏크리트 타설로 인하여 이동, 진동 등이 생기지 않도록 고정하여야 한다.
- (9) 시공된 숏크리트 면은 평탄하게 하되 각 경우별로 평탄성의 허용값을 설정하여 관리할 수 있다.
- (10) 숏크리트 타설 작업원은 골재의 반발이나 분진의 위해가 있을 경우에 대비하여 보호장비를 착용하여야 한다.

3.3.3 용수지역의 숏크리트 작업

- (1) 뿔어붙일 면에 용수가 있을 경우에는 배수파이프나 배수필터를 설치하는 등 적절한 배수처리를 하여야 한다.
- (2) 이미 타설한 숏크리트면에 용수가 있을 경우에는 용수 대책을 강구한 후 숏크리트를 타설하여야 한다.
- (3) 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우에는 기본적으로 수압이 걸리지 않도록 하여야

하며, 2층 이상의 경우 기능면에서 확실한 용수처리(도수공, 유도배수공)를 하여야 한다.

3.3.4 인버트부의 숏크리트 작업

- (1) 인버트부의 숏크리트 작업은 원칙적으로 3.3.2에 준하여 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 인버트부 및 측벽의 하향 뿔어붙이기 작업은 숏크리트에 약한 층이 생기지 않도록 뿔어붙여야 한다.

3.3.5 영구 지보재로서 숏크리트 작업

- (1) 지반, 숏크리트 및 각층간의 부착이 충분히 이루어져야 한다.
- (2) 충분한 강도를 갖도록 하여야 한다.
- (3) 휨, 전단하중에 대하여 저항할 수 있고, 균열 발생에 대해 충분히 저항할 수 있도록 높은 인성을 발휘하고 구조체의 안정성을 충분히 확보하도록 하여야 한다.
- (4) 장기 내구성이 우수하여야 한다.
- (5) 영구 지보재로 숏크리트를 적용할 경우 뿔어붙이기는 2회 이상 중복하여 뿔어붙이기로 하고, 타설 이음매가 지그재그가 되도록 뿔어붙이기를 하여야 한다.
- (6) 숏크리트가 영구 지보재의 역할을 하게 됨으로 화재 및 동결에 대한 저항성을 확보할 수 있는 대책을 강구하여야 한다.
- (7) 숏크리트의 요구성능에 따라 각 층의 숏크리트 강도와 배합을 다르게 할 수 있다.
- (8) 숏크리트가 최종 마감재인 경우 조명, 환기 등 각종 부대설비의 고정에 무리가 없도록 충분한 성능을 확보하여야 한다.

3.3.6 보수·보강 작업

- (1) 숏크리트에 의한 보수·보강은 콘크리트의 손상부를 충분히 제거하고, 보수·보강재와의 일체를 확실하게 하여야 한다.
- (2) 보수·보강재료의 품질은 소요의 강도, 내구성, 수밀성을 가지는 것이어야 한다.

3.3.7 분진 및 반발량 대책

- (1) 숏크리트 작업에 의해 생기는 리바운드 및 분진 등에 대하여 적절한 안전대책을 강구하여야 한다. 또 정기적으로 분진 농도 등을 측정하여 양호한 작업환경을 유지하여야 한다.
- (2) 숏크리트를 타설할 때 발생된 반발량은 굳기 전에 제거하여야 한다.

3.3.8 마감

- (1) 특별한 경우를 제외하고는 숏크리트 작업으로 표면을 마감하여야 한다.
- (2) 숏크리트 층의 표면이 거칠거나 특별히 평탄성을 요구하는 작업을 실시할 경우 마감

작업은 숏크리트가 초기 응결시간에 도달하기 전에 실시하여야 한다.

3.4 양생

- (1) 숏크리트가 저온, 건조 및 급격한 온도 변화나 발파진동 등에 의한 유해한 영향을 받을 가능성이 있다고 판단되는 경우는 이들의 유해한 영향을 피하기 위한 충분한 양생 대책을 수립하여야 한다.

3.5 현장 품질관리

3.5.1 숏크리트의 검사

- (1) 습식방식에 사용되는 베이스 콘크리트의 굳지 않은 콘크리트의 품질 검사는 KCS 14 20 10(3.5)에 따른다.
- (2) 숏크리트의 장기강도 및 그 밖의 경화 특성에 관한 품질 검사는 KCS 14 20 10(3.5)에 따른다.
- (3) 숏크리트는 KCS 14 20 10(3.5)의 품질관리검사 이외에 표 3.5-1과 같은 현장 품질관리를 실시하여야 한다.

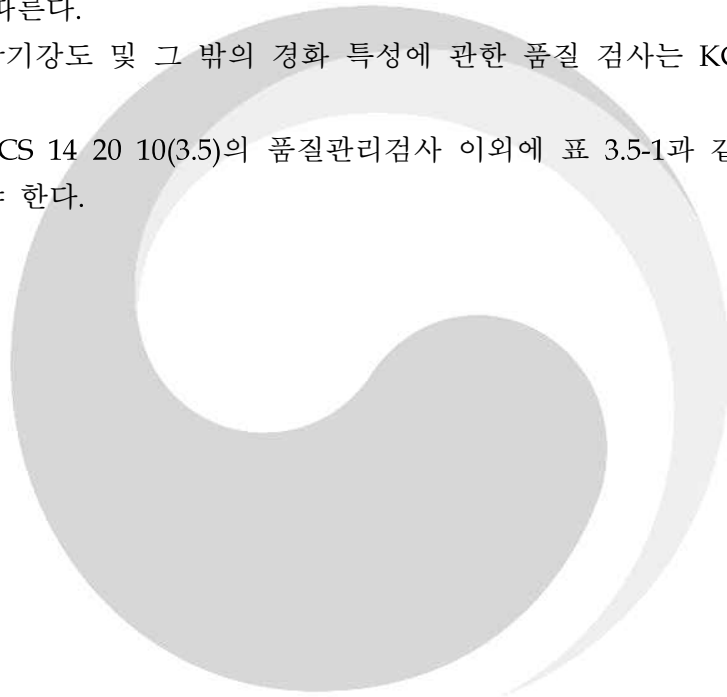


표 3.5-1 숏크리트의 현장 품질관리 사항

종별	관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도	비고
일상 관리	배합	배합비 및 사용량검사	타설할 때 마다	현장배합시험을 기준
	시공상태	숏크리트의 부착, 성상, 반발, 분진발생 등의 관찰	타설할 때 마다	
	두께	핀 등에 의한 확인	타설할 때 마다	
	변상	변형 및 균열 등의 관찰	매일	현장계측결과에 따라 대책을 강구
정기 관리	두께	숏크리트 두께의 검측	터널연장 20 m마다	아치부 5개소 측벽좌우 각 1개소
	강도	재령 1일 강도	압축강도 시험 • 보거푸집 : 1회/200 m ²	
		재령 28일 강도	압축강도 시험 휨강도 및 휨인성시험 (보강섬유를 사용할 때)	• 보거푸집 : 1회/200 m ² • 코어채취 : 1회/1,000 m ²
기타	강도	단기재령 압축강도 시험 장기재령 압축강도 시험	• 공사 착수 전 • 골재원, 급결제 및 현장 배합설계가 바뀔 때마다	보거푸집 (KS F 2422)
	반발률	반발률 측정	1회 • 필요할 때마다	

주 1) 보강섬유를 사용할 경우 상기의 정기관리 품목 중 휨강도와 휨인성 시험을 실시하며 품질관리를 위하여 설계기준에서 구조물의 용도에 맞는 요구성능을 설정 만족하도록 하여야 한다.

3.5.2 콘크리트공의 검사

(1) 뽑어붙이기 작업의 검사는 다음 사항에 따라 실시하여야 한다.

- ① 반발률, 분진농도 및 숏크리트의 초기강도 검사는 표 3.5-2에 따른다.
- ② 숏크리트의 반발률 검사는 분진농도와 육안 관찰에 의한 검사로 대신할 수 있다.

표 3.5-2 반발률, 분진농도 및 초기강도의 측정

항목	시험 및 검사 방법	시기 및 횟수	판정기준
반발률	리바운드된 재료의 전 질량을 토출된 재료의 전 질량으로 나눈 값 ¹⁾	숏크리트 작업시작 전 및 시공 중의 소정의 빈도	소정의 값을 초과하지 않을 것
분진농도	별도로 정하는 기준	숏크리트 작업시작 및 시공 중의 소정의 빈도	소정의 값을 초과하지 않을 것
숏크리트의 초기강도	KCI-SC103 방법 KCI-SC104 방법	시공 시작 전 및 시공 중, 소정의 배합조건 변화할 때 마다	소정의 값 이상일 것

주 1) 시험 시공에 있어서 숏크리트 면에 0.5~1.0 m³ 정도의 뽀어붙이기를 실시하여 시트 위에 떨어진 반발량을 계량해서 반발률을 산출한다.

(2) 숏크리트 두께 및 콘크리트의 변상 검사는 표 3.5-3에 따른다.

표 3.5-3 숏크리트 두께 및 변상 검사

항목	시험 및 검사 방법	시기 및 횟수	판정기준
숏크리트 두께	검측핀, 착공검측 등	시공 중 소정의 빈도 및 시공 완료 후	설계 숏크리트 두께 이상일 것
숏크리트 상태	육안 관찰	시공 중 소정의 빈도 및 시공 완료 후	유해한 균열 등의 변상이 없을 것

주 숏크리트의 두께관리는 다음에 따라 실시한다.

- 1) 숏크리트의 두께는 시공할 때는 핀 등을 이용하여 측정하고 정기관리를 위해서는 천공하여 측정하여야 한다.
- 2) 숏크리트의 두께는 검측된 평균 두께가 설계두께 이상이어야 하며 검측된 최소 두께는 설계두께의 75% 이상이어야 한다.
- 3) 숏크리트의 두께 측정결과, 두께가 설계두께에 미달하는 구간은 좌우 1 m 범위 내에서 재측정하여 상기 2)와 같은 기준으로 판정하고 재측정결과 판정 기준에 미달하면 표본 면적으로 대표된 전면적을 설계두께 이상으로 보완하여야 하며, 보완시공의 최소 두께는 30 mm 이상으로 하여야 한다.

(3) 숏크리트 작업을 실시하는 갱내 환경 검사는 표 3.5-4에 따른다.

표 3.5-4 숏크리트 작업 환경의 검사

항목	시험 및 검사 방법	시기 및 횟수	판정기준
갱내 환기를 실시한 경우의 분진농도	별도로 정하는 방법 ¹⁾	터널 굴착거리가 50 m 이상인 시점 및 그 이후의 시공 중의 소정의 빈도	3 mg/m ³ 이하

주 1) 갱내 환기를 실시한 경우의 분진농도 검사 방법은 콘크리트표준시방서 해설편을 참고하는 것으로 한다.

3.5.3 영구 지보재로 숏크리트가 적용되었을 경우 현장 품질관리

- (1) 영구 지보재로 숏크리트가 사용되었을 경우 표 3.5-1의 현장 품질관리 사항 이외에 정기관리로 부착강도, KS F 2456에 의한 동결융해저항성 시험을 실시하여 목표로 하는 소정의 성능을 발휘하여야 하며, 강섬유를 사용하지 않은 숏크리트는 KS F 2711에 의한 투수저항성 시험을 실시하여 목표로 하는 소정의 성능을 발휘하여야 한다.

3.5.4 숏크리트 내에 포함된 섬유 혼입률 검사

- (1) 숏크리트 혼합물 내의 강섬유 혼입량은 투입 기준량의 75 % 이상이어야 하며, 혼입률 시험은 터널 내에 시공된 숏크리트에서 직접 코어(Ø 100 mm 이상)를 채취한 후 KCI-SF102의 규정에 따라 실시하여야 한다. 단, 적용된 숏크리트가 목표로 하는 휨강도, 휨인성을 만족할 경우 혼입률 검사를 생략할 수 있다.



집필위원

성명	소속	성명	소속
마상준	한국건설기술연구원	이상돈	한국도로공사
윤경구	강원대학교	최성용	대상E&C
원종필	건국대학교		

자문위원

성명	소속	성명	소속
김은겸	서울과학기술대학교	김재요	광운대학교
신영수	이화여자대학교	이성로	목포대학교
장승엽	한국교통대학교	최기봉	가천대학교
최연왕	세명대학교	최완철	송실대학교
한천구	청주대학교	홍건호	호서대학교

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김현욱	포스코건설
구재동	한국건설기술연구원	노병철	상지대학교
김기현	한국건설기술연구원	박성용	한국건설기술연구원
김나은	한국건설기술연구원	박완신	충남대학교
김태송	한국건설기술연구원	박홍근	서울대학교
김희석	한국건설기술연구원	승종명	(주)승이엔지
류상훈	한국건설기술연구원	윤현도	충남대학교
소병진	한국건설기술연구원	이선호	(주)삼안
원훈일	한국건설기술연구원	이재훈	영남대학교
이승환	한국건설기술연구원	이종석	한국건설기술연구원
이용수	한국건설기술연구원	이지훈	(주)서영엔지니어링
이용준	한국건설기술연구원	장봉석	K-water
주영경	한국건설기술연구원	장승엽	한국교통대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	정해문	한국도로공사
허원호	한국건설기술연구원	차경렬	현대건설
김선우	충남대학교	차수원	울산대학교
김성수	대진대학교	최광호	남서울대학교
김순환	창민우구조건설터트	최석환	국민대학교
김영진	한국콘크리트학회	최정욱	한국콘크리트학회
김점한	(주)크로스구조연구소기술사	홍건호	호서대학교
김지상	서경대학교		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
곽종원	한국건설기술연구원	박정권	LH 한국토지주택공사
김성민	LH 한국토지주택공사	임동현	한국도로공사
김성수	대진대학교	전진구	서경대학교
김희대	세광종합기술단		

국토교통부

성명	소속	성명	소속
박명주	국토교통부 기술혁신과	양성모	국토교통부 기술혁신과



KCS 14 20 51 : 2021

숏크리트

2021년 2월 18일 개정

소관부서 국토교통부 기술혁신과

관련단체 한국콘크리트학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22 한국과학기술회관 신관 1009호
Tel : 02-568-5985 E-mail : kci@kci.or.kr
<http://www.kci.or.kr>

작성기관 한국콘크리트학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22 한국과학기술회관 신관 1009호
Tel : 02-568-5985 E-mail : kci@kci.or.kr
<http://www.kci.or.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>