FDS블럭 (네일링)
시 방 서

(株) 東 亞 特 殊 建 設

TEL : 02) 2107-7100

FAX : 02) 2107-7105

1. 공법 개요

FDS블록(FIELD DIRECT SHOTCRETE)이란 낙석예방공의 한 종류로서, 풍화암등으로 형성된 사면이 붕괴하지 않도록 메탈라스 거푸집을 매설하고 콘크리트를 뿜어붙임 격자형의 콘크리트 블록을 말한다.

또한 활동하거나, 낙석 될 수 있는 위험이 있는 사면에 락볼트(락앙카)와 결합하여 시공함으로써 그 효과를 극대화할 수 있다.

1.1. 공법의 특징

사면 내에 콘크리트 격자틀를 형성시킴에 있어 기존의 격자형블럭은 공장에서 제작한 프레임 내에 콘크리트를 타설 완료된 프리캐스트부재를 현장에서 조립하는 형태의 공법이나, 기존의 공법에 비하여 현장타설 CON'C 격자형블럭은 다음과 같은 특징을 갖는다.

1) 거푸집의 조립, 해체가 필요 없다.
2) 작업성이 좋다.
3) 경제적인 단면을 자유롭게 만들 수 있다.
4) 가설이 간단하며, 작업공간을 많이 차지하지 않는다.
5) 지반과 보가 일체가 되고 충분한 강도가 얻어진다.
6) 격자틀 전체가 연속되므로 격자틀 전체가 RC부재의 역할을 한다.

1.2 공법의 적용성

절토부의 상단을 절토한 후에 곧 프레임과 락볼트(네일링)를 이용하여 사면을 안정시키고 하단을 굴착하는 순서로 최하단까지 절토한 후에 한 번에 콘크리트 뿜칠을 하면 안전성도 높고, 작업능률이 좋아진다.

또한 3M 이상의 소단을 확보하여 FDS 배수로를 동시에 설치할 수 있다.

2. 공정순서

순번	작 업 내 용
1	경사지 면 정리
2	PVC 코팅망 경사지에 펼침
3	와이어메쉬틀 설치
4	천공 및 네일링 삽입, 그라우팅
5	SHCTCRETE 타설
6	식생토 취부

3. 경사지 정리

와이어메쉬틀 및 PVC 코팅망이 설치되는 부분에 요철이 심할 경우 경사면을 정리한다.

4. PVC 코팅망 설치

4.1 사용자재

PVC 코팅망 사양은 KSD 7018 V종 (체인링크 철망)에 따르는데, #10x58x58을 사용한다. PVC코팅망은 폭 1,750mm로 제작하여 와이어메쉬틀 설치 시 장애가 발생하지 않도록 하여야 한다.

4.2 PVC 코팅망 설치작업

PVC 코팅망 설치 시 종, 횡으로는 와이어메쉬틀과 견고히 결속하여 PVC코팅망이 이탈되지 않도록 한다.

5. 와이어메쉬틀 설치

5.1 사용자재

1) KSD 3552에 합당한 철선(#6)을 사용하여 제작한다.
2) 와이어메쉬틀 양 측면은 SHOTCRETE자재가 약간 흘러나올 수 있는 규격의 메탈라스를 견고히 부착하여 이탈되지 않도록 한다.

5.2 와이어메쉬틀 설치작업

와이어메쉬틀은 정방형으로 견고하게 조립하고, 기 설치된 PVC 코팅망과도 견고하게 결속하여야 한다.

6. SOIL NAILING

6.1 네일의 재료

1) 네일의 재료는 D22-D32(SBD 40)의 표준 이형철근 및 그에 상당하는 강봉 등의 재료를 사용한다.
2) 네일은 그 자체에 결함이 없어야 하며, 그라우트와의 부착이 양호해야 하므로 유해한 흙, 기름 등을 제거 한 후에 사용해야 한다.
3) 네일은 두부와 블록과의 접합을 위하여 플레이트를 설치하며 150x150x6mm 이상의 강판을 사용한다.

6.2 천공 및 네일의 삽입

1) 천공 시에는 주변 시설물의 유동이나 지반이 심하게 교란되지 않도록 유의하여야 한다.
2) 천공은 주위의 지하매설물, 건물 등의 시설물을 충분히 조사한 후 현장조건에 맞는 천공장비를 선택하여 ∅70 m/m이상 천공하여야 한다.
   통상 압축공기를 이용하는 크롤러 드릴을 이용하는 것이 효과적이나 점성토지반이나 느슨한 매립토 지반의 경우 유압식 드릴을 이용하거나 네일링 전용 천공장비를 이용하여야 한다.
3) 천공은 설계도서에 표시된 위치, 천공지름, 길이 및 방향에 따르도록 하여야 하며, 천공각도는 설계도서에서 ±3°이상의 오차가 생겨서는 안 된다.
   천공된 구멍은 최소한 나공상태로 수 시간은 유지되어야 한다.
4) 천공은 지반굴착후 바로 천공하는 방법과 굴착면의 안정을 위하여 천공 전에 숏크리트 작업을 실시한 후에 천공하는 방법이 있다. 이러한 경우에는 숏크리트의 타설 후 천공할 위치에 천공직경 정도의 패킹등으로 막아놓아서 천공 시에는 패킹을 제거하여 천공에 의한 숏크리트의 균열 등이 발생하지 않도록 해야 한다.

5) 천공이 완료된 후에는 네일을 삽입하기 전에 공 내부에 이물질 존재여부를 확인하여 이물질이 남아있을 경우 반드시 공의 내부를 청소하여야 한다.
공 내부의 청소 시에는 공벽이 붕괴될 염려가 있으므로 절대로 물을 사용해서는 안되며, 유압공기에 의하여 이물질을 공의 끝으로 밀어내거나 갈퀴등으로 긁어 내도록 해야 한다.

6) 네일의 삽입은 소정의 위치에 정확히 실시하고 그라우트가 정착할 때까지 이동이 생기지 않도록 주의하여야 한다. 즉, 도면에 표시된 위치보다 30㎝ 이상 벗어나서는 안 된다.

7) 네일은 이음매가 없이 한 본을 그대로 사용하는 것이 좋지만 삽입길이가 길어 어쩔 수 없이 연결을 해야 하는 경우에는 커플러를 이용하여 연결해 주어야 하며, 용접으로 연결할 경우에는 강재의 성질이 변화되지않는 특수접합 용접을 하여야 한다. 커플러를 사용할 때에도 커플러 연결을 위한 가공나사제작 시 연결부 네일강재 단면이 줄어들지 않도록 하여야 한다.

8) 네일은 삽입 시에 천공장의 중앙에 위치하도록 하기 위하여 간격재(Spacer)를 사용하여야 하며, 간격재는 매 1.5~2m 마다 설치해 주어야 한다.

9) 1,2단계로 나누어서 숏크리트를 타설하는 경우에는 1단계 숏크리트층이 소요설계 강도의 10%에 이르기 전에 플레이트와 너트를 부착해야 한다.

6.3 그라우팅

1) 시멘트는 일반적으로 KSL 5210에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조강 시멘트를 사용한다.

2) 그라우트는 배합시의 28일 강도가 210㎏/㎠이상이어야 하며, 물/시멘트비(W/C)는 45-55% 범위로 급결재 및 팽창재의 사용이 필요한 경우가 많으며 반드시 시험배합을 통해 배합비를 결정하여야 한다. 그라우트를 안정화 시키기 위하여 벤토나이트를 사용할 때에는 10~15㎏/㎥을 초과하지 않도록 한다.

3) 네일을 설치하고 그라우트를 시행하여 무압으로 시멘트 밀크(milk)를 공의 내부로 그라우트하며 케이싱을 설치한 경우 케이싱을 회수하고자 할 때에는 그라우팅이 끝난 후 완전히 굳기 전에 공벽이 무너지지 않도록 하며 케이싱을 제거하여야 한다.

4) 그라우팅은 공 내부를 완전히 충진 하도록 하여야하며 그라우팅재가 주변지반에 침투되는 경향에 따라 2~6차에 걸쳐 실시하여야 한다.

건조한 토사지반일수록 주입회수를 충분히 하며 최종적으로 공 입구부에서는 그라우트재가 흘러 넘치지 않도록 헝겊이나 마개 등을 막고 주입하여야 한다.

5) 주입호스는 최소 1개이상을 설치하고 1차주입호스 말구는 천공홀 최저부에 위치토록 하며 또하나의 호스는 공 입구에서 공길이의 3/4정도의 위치에 말구를 위치토록하여 2차 이후의 주입을 실시하도록 한다. 이때 주입호스가 구분이 되도록 표시를 하여 관리하도록 한다.
6) 1차주입은 공 저부로부터 공입구로 주입재가 흘러 넘칠 때까지 실시하고 1-2시 간경과 후마다 2~5차 주입을 실시하고 최종주입은 공 입구에서 흘려 넣도록 한다.
7) 그라우트가 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생기간이 최소 1주일정도 소요되므로 이 기간 내에는 네일에 인장 또는 충격이 가해지는 일이 없도록 해야 한다. 그러나 보통은 급결재를 사용하므로 소요강도의 80%에 도달하면(약 1일~3일)다음 단계의 작업을 실시한다.
양생 일수는 그라우트재의 강도가 최소 주변지반의 강도이상이 되도록 하여야하며 시험결과에 따라 감독관과 상의하여 결정한다.
8) 지반에 균열이나 공극이 많으면 그라우트의 침투로 예정된 양보다 많이 소요될 염려가 있으므로(규사 등을 첨가하여 공극을 메워 나가야 함) 헝겊 등으로 망을 설치한 후에 그라우팅을 실시하는 것이 좋다.

6.4 인발시험

인발시험은 시험용 네일에 대해서 실시하는 pull-out test와 실제 도면상에 표시된 시 공네일에 대하여 실시하는 proof testing으로 나누어 실시하여야 한다.
시험 횟수는 proof test 의 경우 최소 1회/50본 pull-out test의 경우 1회/500본으로 하고 현장여건에 따라 감독자나 감리자의 검토에 의해 가감할 수 있다.
proof test의 시험이 불가능하거나 현실적으로 불합리할 경우 감독자나 감리자의 검토에 의해 pull-out 시험 결과만으로 대치할 수 있다.

(1)Proof testing

① Proof-Tesying의 경우는 각층별로 시공된 네일중 하나를 선정하여 실시하되 각층의 네일은 서로 엇갈리게 선정하는 것이 좋다.

② 시험자는 시험직전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일이 그라우팅에 대항 상대적인 변위의 발생량을 결정할 수 있는 방법을 제시하여야 한다.

③ 시험지는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 해야 하며,그 결과가 기록된 용지를 제출해야 한다.

④ 지압판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 15㎝ 이상이어야 하며, 임발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 30㎝까지만 그라우팅을 실시한다.

⑤ 하중은 보정된 압력게이지나 하중계로 측정한다.

⑥ 인발시험은 쏘일네일링에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일 끝단의 변위에 대하여 실시한다.

⑦ 재하는 설계하중의 12.5%, 25%, ~125%까지 단계별로 12.5%씩 증가시키며 실시한다.

⑧ 하중의 증가는 1분 이내에 가해져야 하며, 최대한 2분을 넘어서는 안된다. 단, 설계 하중의 50%에서는 예외적으로 지속시간을 10분으로 한다.

⑨ 하중이 지속되는 동안에 네일의 끝점의 변위는 1,2,3,4,5,6,10분마다 기록해야 하며, 각하중단계중 1~10분마다 측정된 변위량이 0.2㎝미만이면 다음 단계로 넘어간다.

⑩ 설계하중의 50% 재하 시에 허용변위량 0.2㎝가 10분 이내에 발생하는 경우에는 추가적으로 50분간을 더 지속한다. 이 때에는 15,20,25,30,45,50분의 시간간격으로 측정하며,60분 측정후에 다음 단계로 넘어간다.

⑫ 인발시험 결과가 설계시에 가정한 값보다 작아지는 경우에는 시험결과에 의하여 설계를 변경하여야 한다. 인발시험이 끝난 네일은 숏크리트 전면에서 절단한다. 감리·감독자의 별도의 지시가 있을 경우나 현장조건이 열악했을 경우, 시험결과가 좋지 않을 경우에는 추가시험을 실시하여야 한다. 쏘일네일링 시험이 끝난 후에는 네일정착 지지부 주변의 돌출부에는 숏크리트로 마감해야 하며, 전면판은 교체되어야 한다.

(1) Pull-out testing

① Pull-out testing의 경우 네일길이는 1~2m로 하고 변화하는 각 지층상에서 골고루 실시되도록 계획하여야 한다.

② 원위치에서의 인발로 인하여 네일링 구조체 전체의 안정성이나 시공성에 문제가 있는 경우 바로 인근의 지반에서 인발 시험을 실시할 수 있다.

③ Pull-out testing의 경우 인발변위량의 정확한 측정이 필수적이므로 절대 인발량을 정확히 측정하도록 주의하여야 한다.

7. SHOTCRETE

7.1 SHOTCRET자재

1) 쇼크리트는 15mm이하의 골재와 KSL 5201 기준에 적합한 포틀랜드 시멘트를 배합하여 압축공기로 뿜어 붙인다.

2) 세골재는 0.1mm이하의 세립자를 포함하지 않은 깨끗한 모래이어야 하며 입도분포는 다음에 명시된 범위 내에 들어야 한다.

입도크기(mm)	5	25	1.2	0.6	0.3
통과량	96~100	80~95	50~75	30~50	12~20

3) 조골재는 최대 직경이 15mm이하여야 하며, 입도분포는 아래에 명시도니 범위에 들어야 한다 .

입도크기(mm)	15	10	5	2.5
통과량	100	66~70	10~25	0

4) 세골재와 조골재는 약60% : 40%의 비율로 혼합하여 사용한다.

5) 급결재는 쇼크리트가 조기강도를 내도록 사용하여야 하며, 급결재의 비율이 시멘트 중량의 6%를 초과하여서는 안 된다.

종　별	28일 설계기준 강도(kg/㎡)	조골재의 최대치수	슬럼프 범위	최대 물-시멘트비(%)
건　식	280 이상	15	-	40~45

6) 숏크리트 배합설계 시 목표치는 다음을 기준으로 한다.

7) 뿜어붙이기 콘크리트의 압축강도는 24시간 80kg/㎡ 이상, 28일 강도 240kg/㎡ 이상을 유지하여야 한다.

7.2 SHOTCRETE 작업

1) 현장타설 전에 공사에 사용될 것과 동일한 재료로 미리 시험배합을 실시하여 명시된 강도를 확인하여야 하며, 시험 배합결과 및 사용골재의 입도분포 시험 결과를 감독관 또는 감리자에게 제출하여 승인을 얻어야 한다.
2) 뿜어붙임 표면은 이물질이 없도록 깨끗하여야 하며, 용수가 있는 경우에는 적절한 배수처리를 한다.
3) 재료의 혼합 후 뿜질 할 때까지의 시간이 길지 않도록 하여야 한다.
4) 노즐의 방향은 뿜어붙이기 면에 거의 직각이 되도록 유지하고 면과의 거리는 1m내외로 하며, 압력은 2~6kg/㎠ 범위 내에 들어야 한다.
5) 물의 압력은 압축공기의 압력보다 1kg/㎠ 정도 높게 유지한다.
6) 불착물은 신속히 제거하여야 하며, 불량한 부분이 발견되면 즉시 감독의 지시에 따라야 하며, 국부적인 경우에는 불량구간을 제거하고 양호한 것으로 대체한다.