제 5 장 문산-선유

5.1 시설물 개요

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사

5.4 재료시험 측정결과의 분석

5.5 상태평가

5.6 종합평가 및 안전등급

5.7 보수・보강 및 유지관리 방안

5.8 종합결론

제 5 장 문산-선유

5.1 시설물 개요

5.1.1 대상 시설물의 개요

문산-선유 전력구는 2008년 04월 준공된 송전전력구이며, 내경 ∅2.4m/ 외경 ∅2.81m 규격의 터널과 개착박스(통로) 및 수직구 4개소로 시공되었으며 총연장 386.2m (통로포함) 인 것으로 확인되었으며. 유지관리 및 출입시는 변전소(S/S)의 지하 및 수직구를 통하여 진입하게 되어 있으며, 내부로는 송전, 지중등의 케이블이 지지대에 고정되어 인입 및 인출 되도록 시공되어 있다.

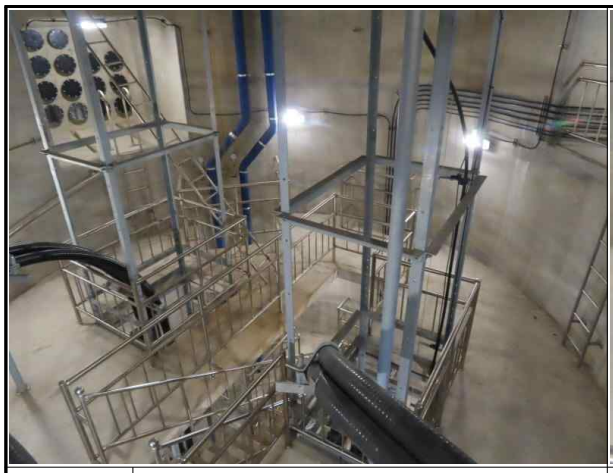
번호	전력구명	구간	시점	종점	길이	형식	공법	폭	높이	준공년도
5	문산-선유	통로	선유S/S	수직구#1	26.2	개착	현타	2.4	2.1	2008
		1구간	수직구#1	수직구#2	176	터널	Semi	2.4	2.4	2008
		2구간	수직구#3	수직구#4	184	터널	Semi	2.4	2.4	2008

※ 수직구 번호를 기준으로 선유S/S (시점) > 문산S/S 종점으로 구분함

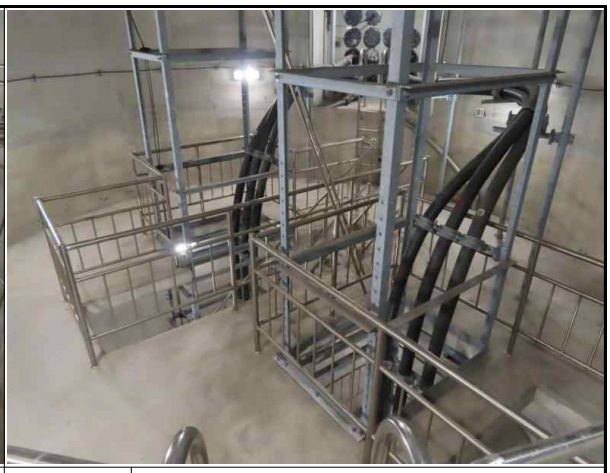
※ 2구간의 시점(수직구#3) 기존 LPG주유소 > 쉐보레 문산 전시장 앞 (파주시 문산읍 선유리 966-45)

내용	1구간 내부전경

내용	2구간 내부전경



내용	수직구#1 전경



내용	수직구#3 전경

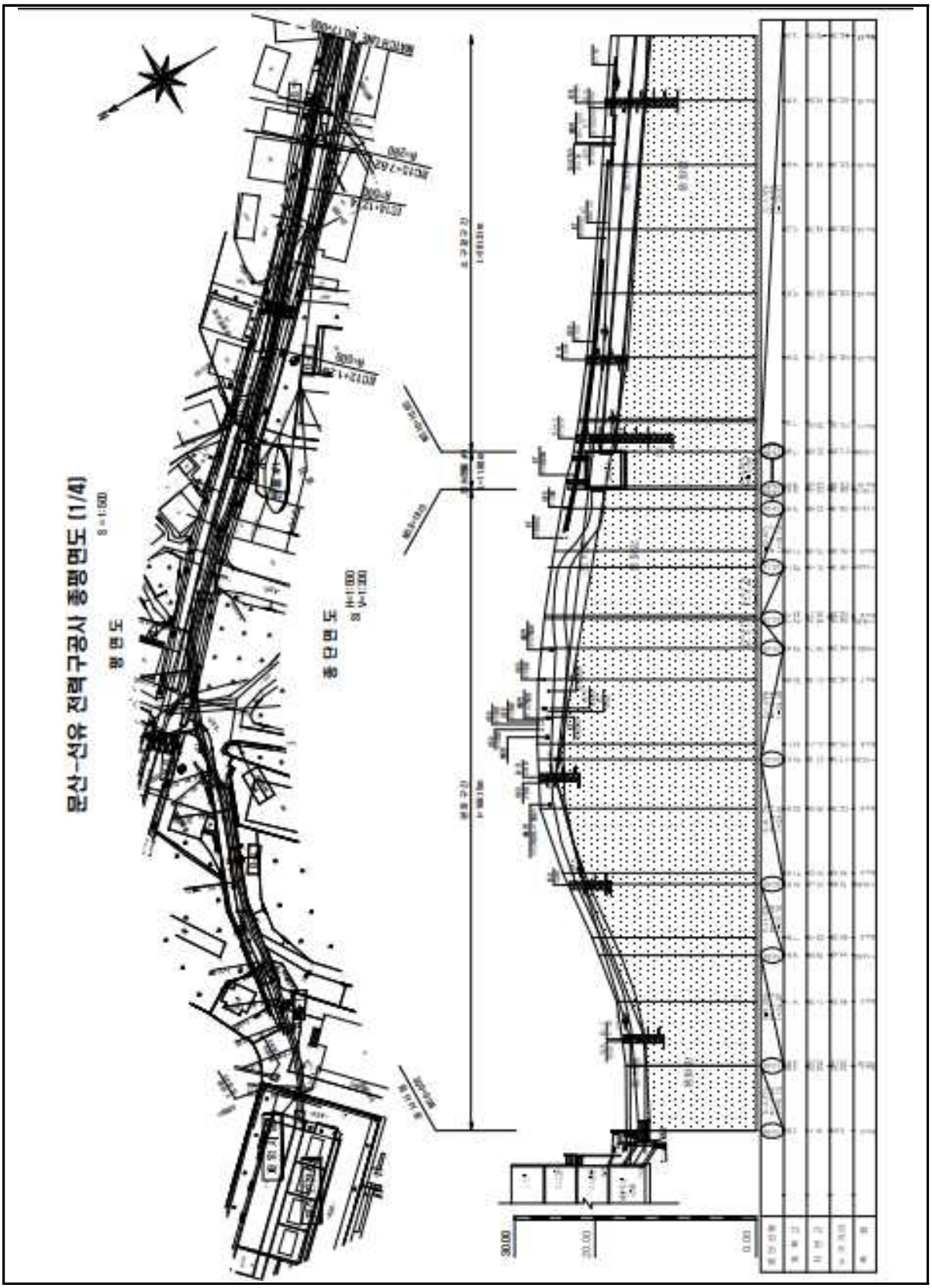
내용	1구간 연결통로 전경

내용	현장 교육 전경

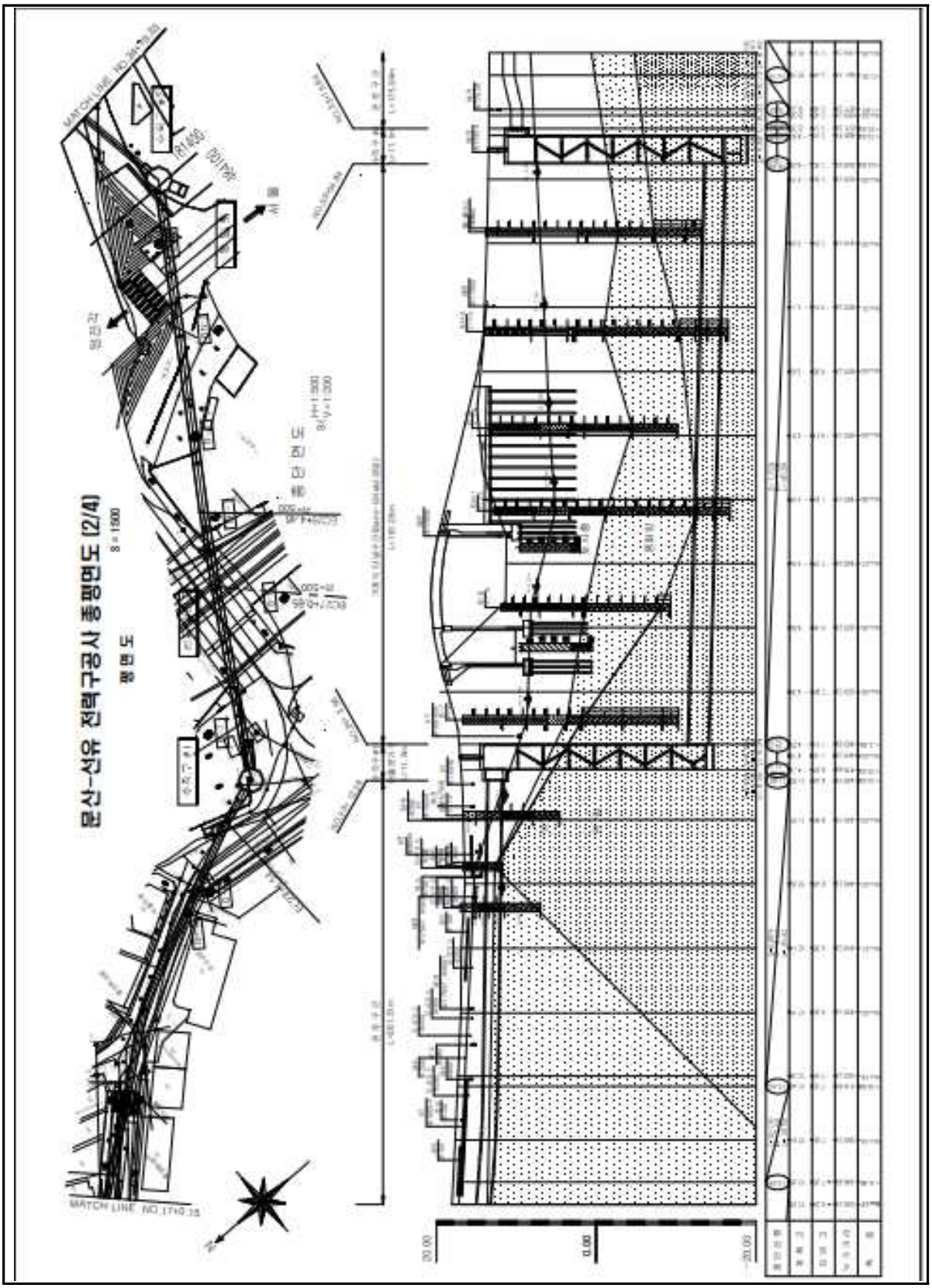
내용	외관조사 전경

내용	산소농도 측정

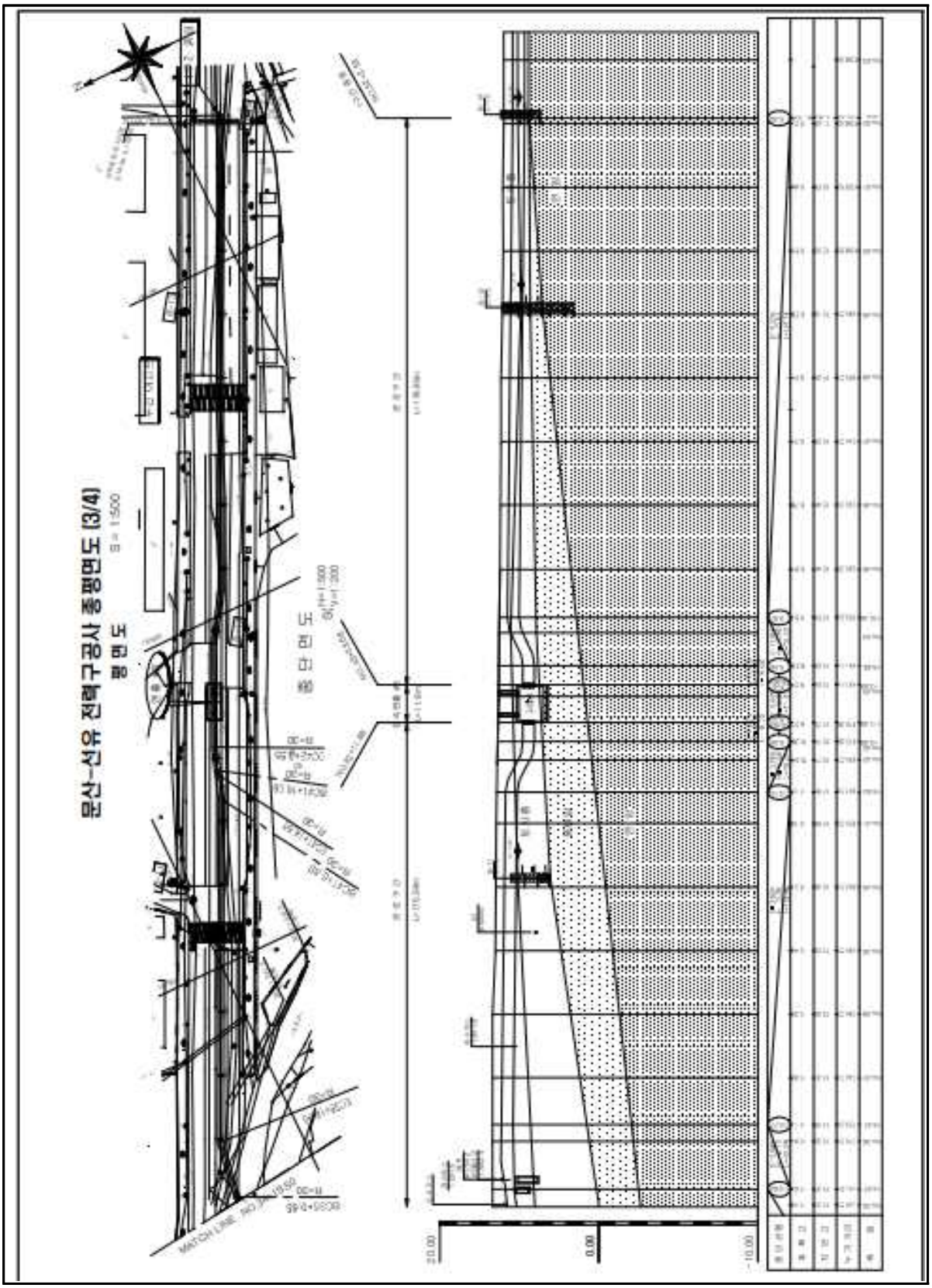
5.1.2 관련도면



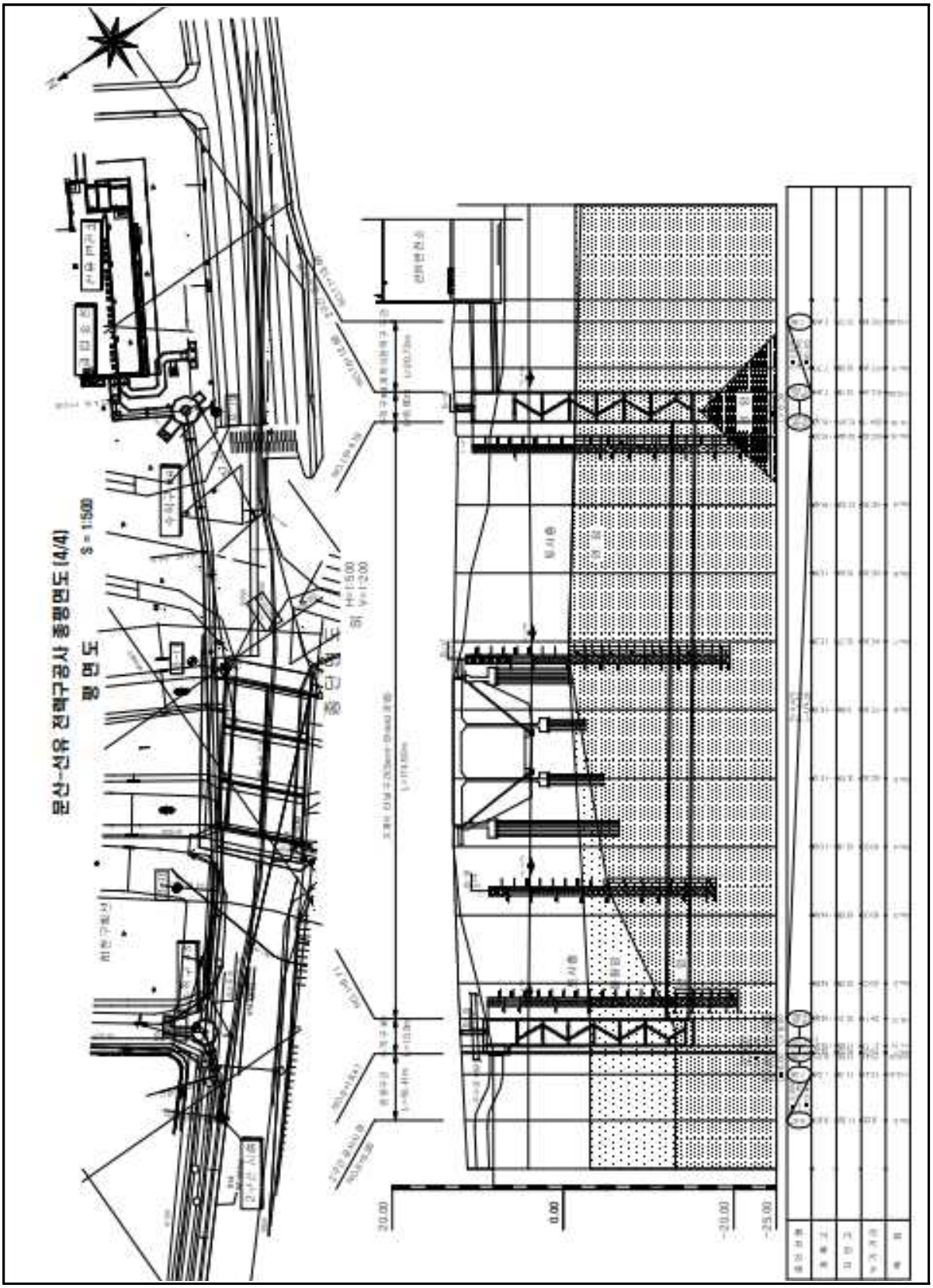
【그림 5.1】 전력구 종평면도(1)



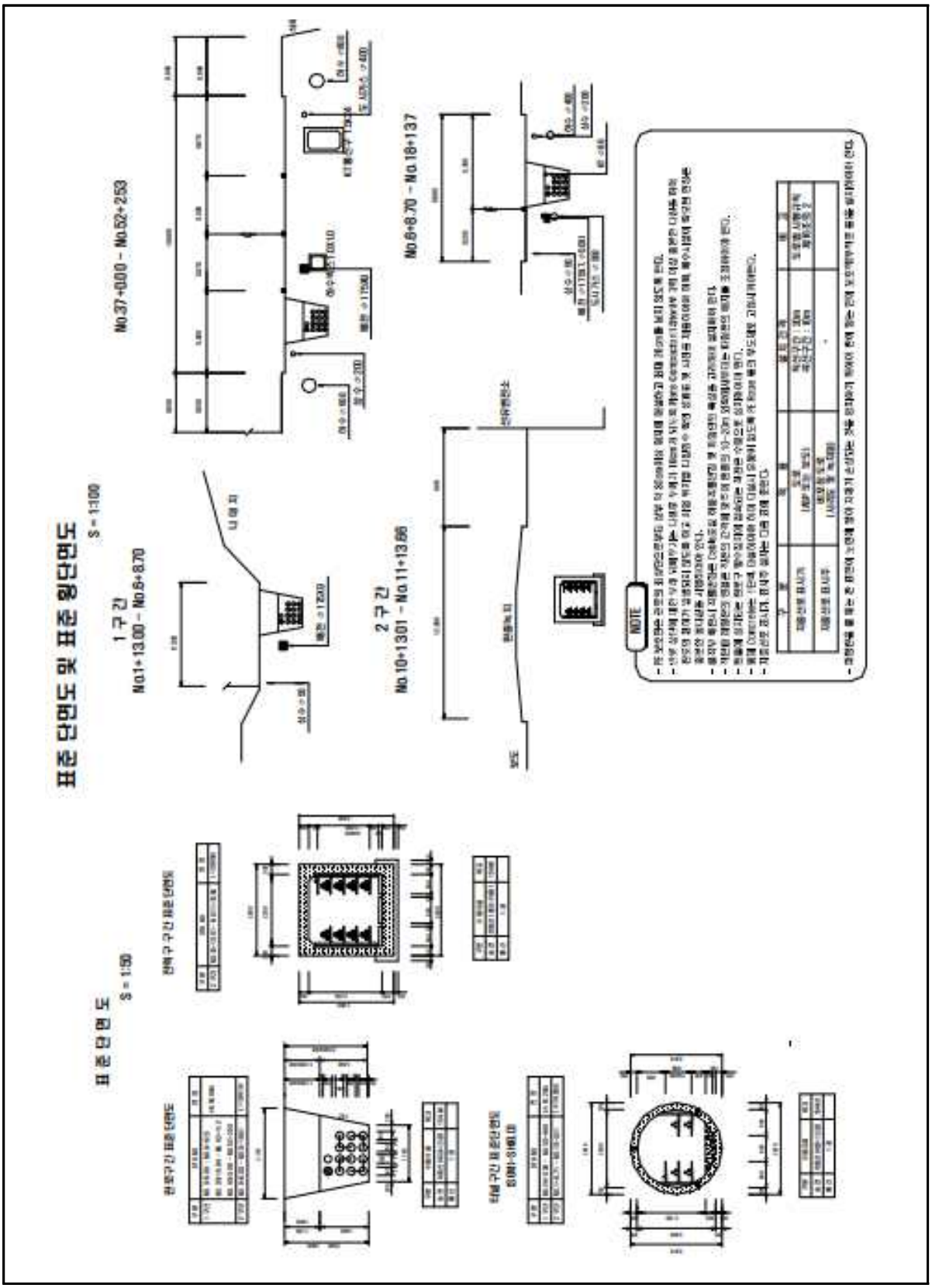
【그림 5.2】 전력구 종평면도(2)



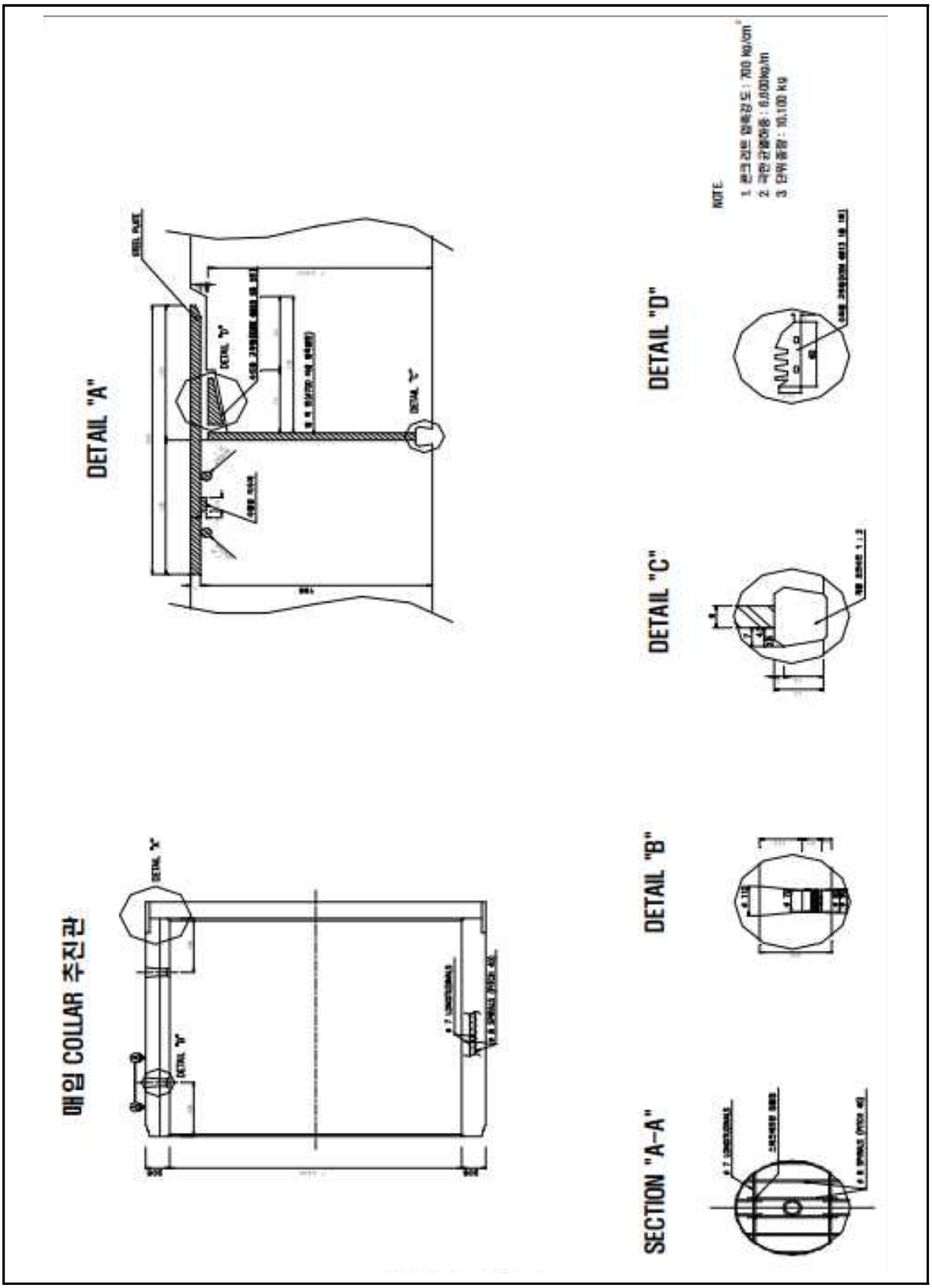
【그림 5.3】 전력구 종평면도(3)



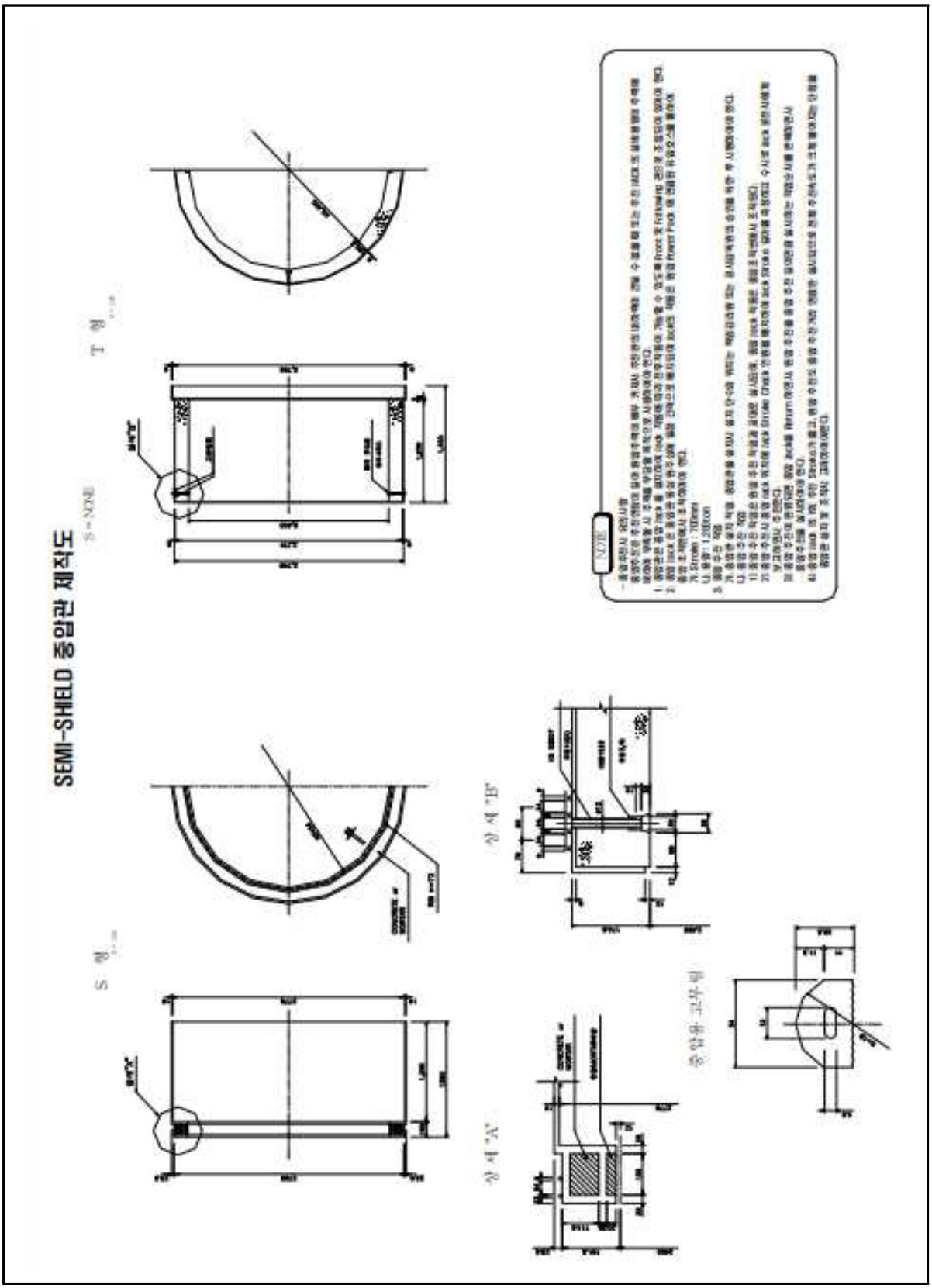
【그림 5.4】 전력구 종평면도(4)



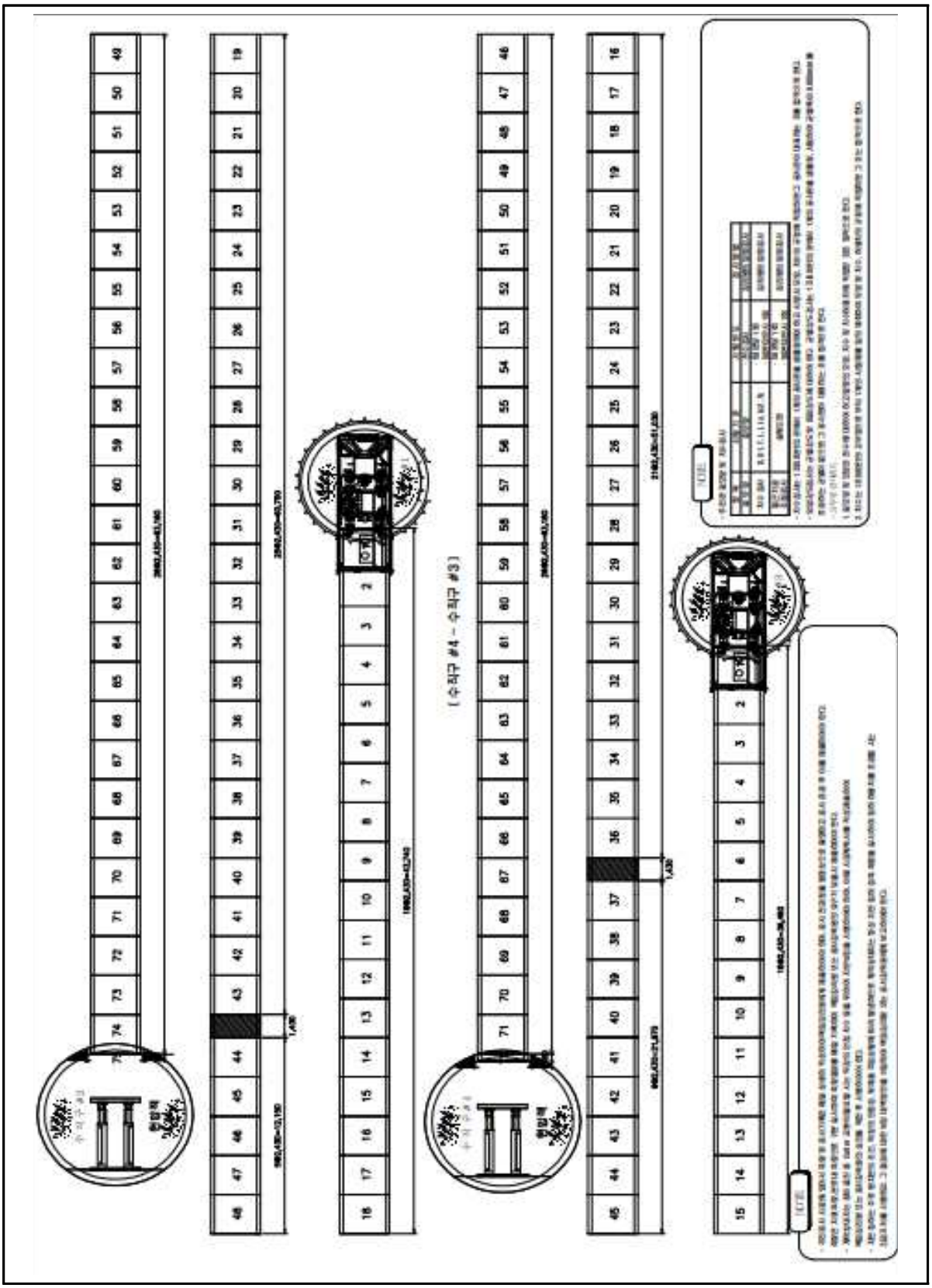
【그림 5.5】 전력구 표준단면도 및 표준횡단면도



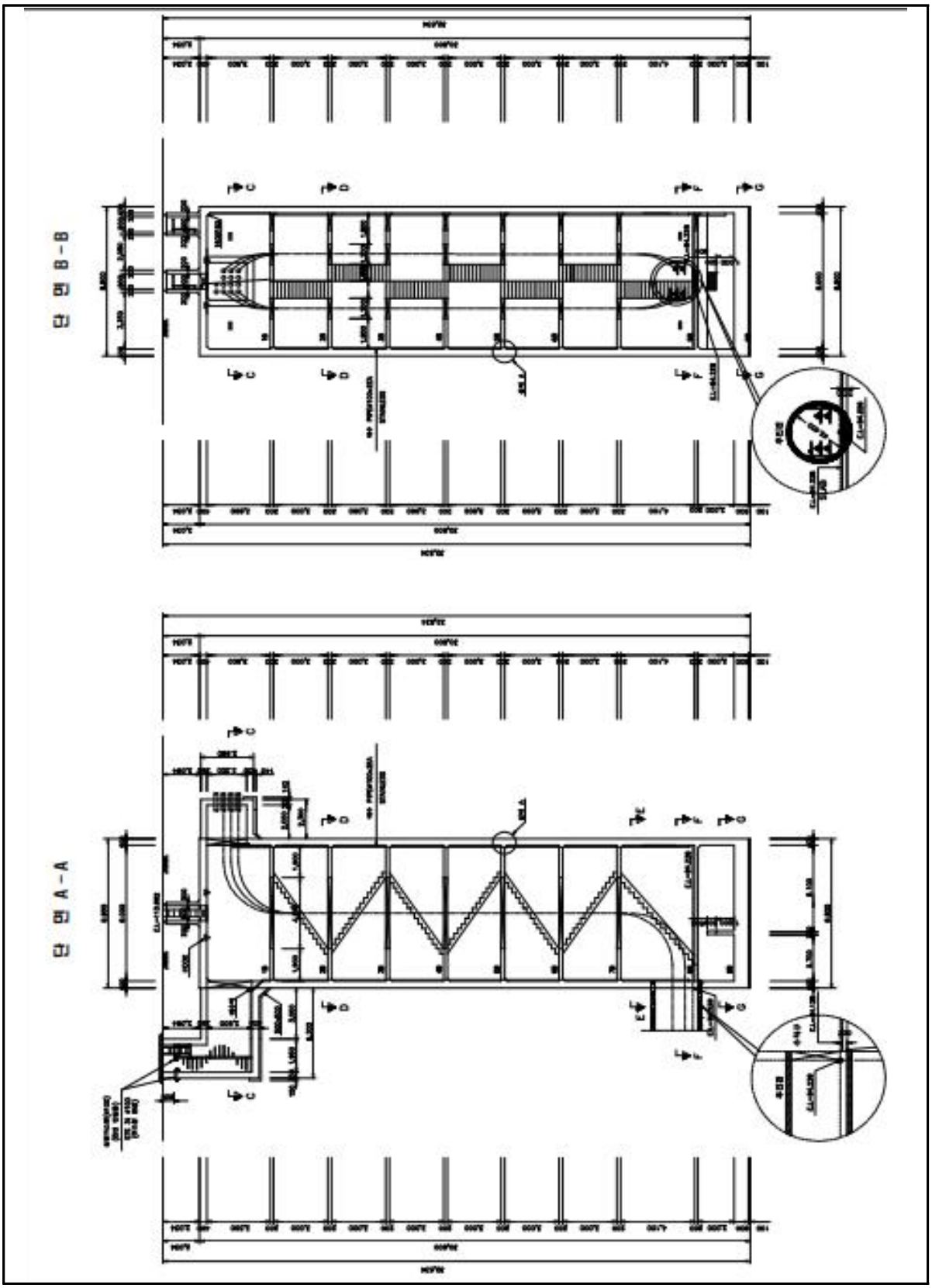
【그림 5.6】 전력구 추진관 제작도



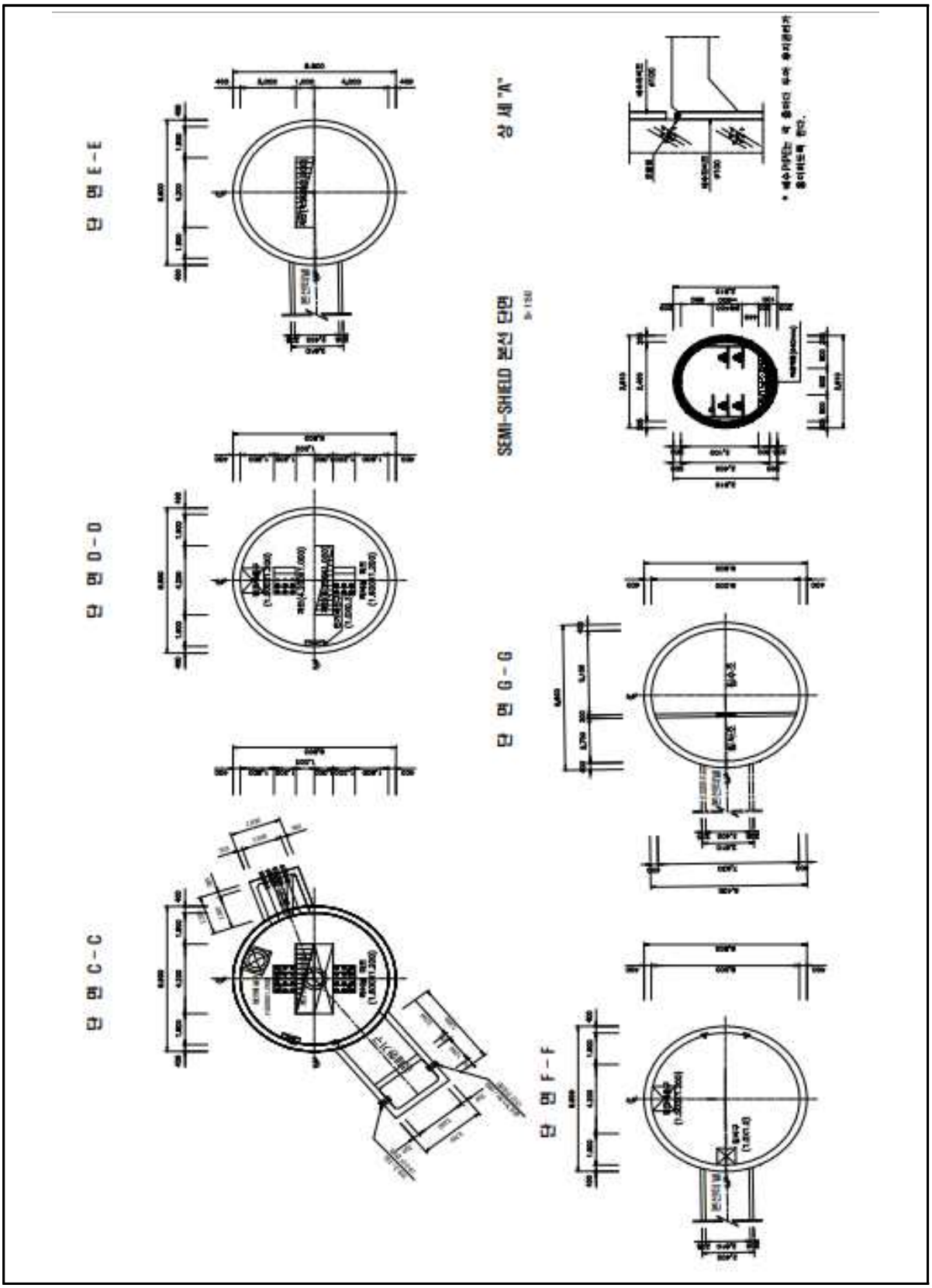
【그림 5.7】 전력구 중압관 제작도



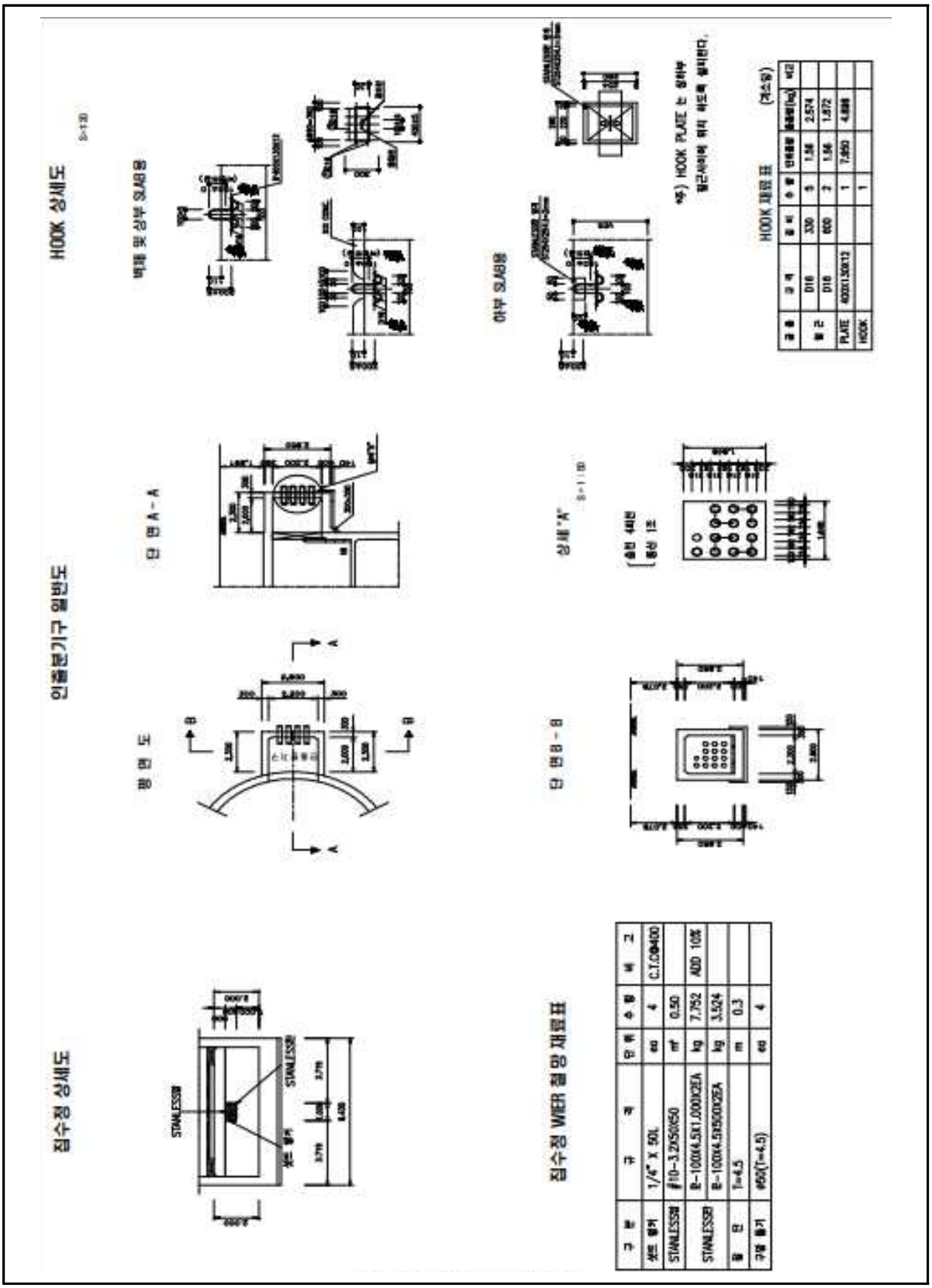
【그림 5.8】 전력구 추진관 배열도



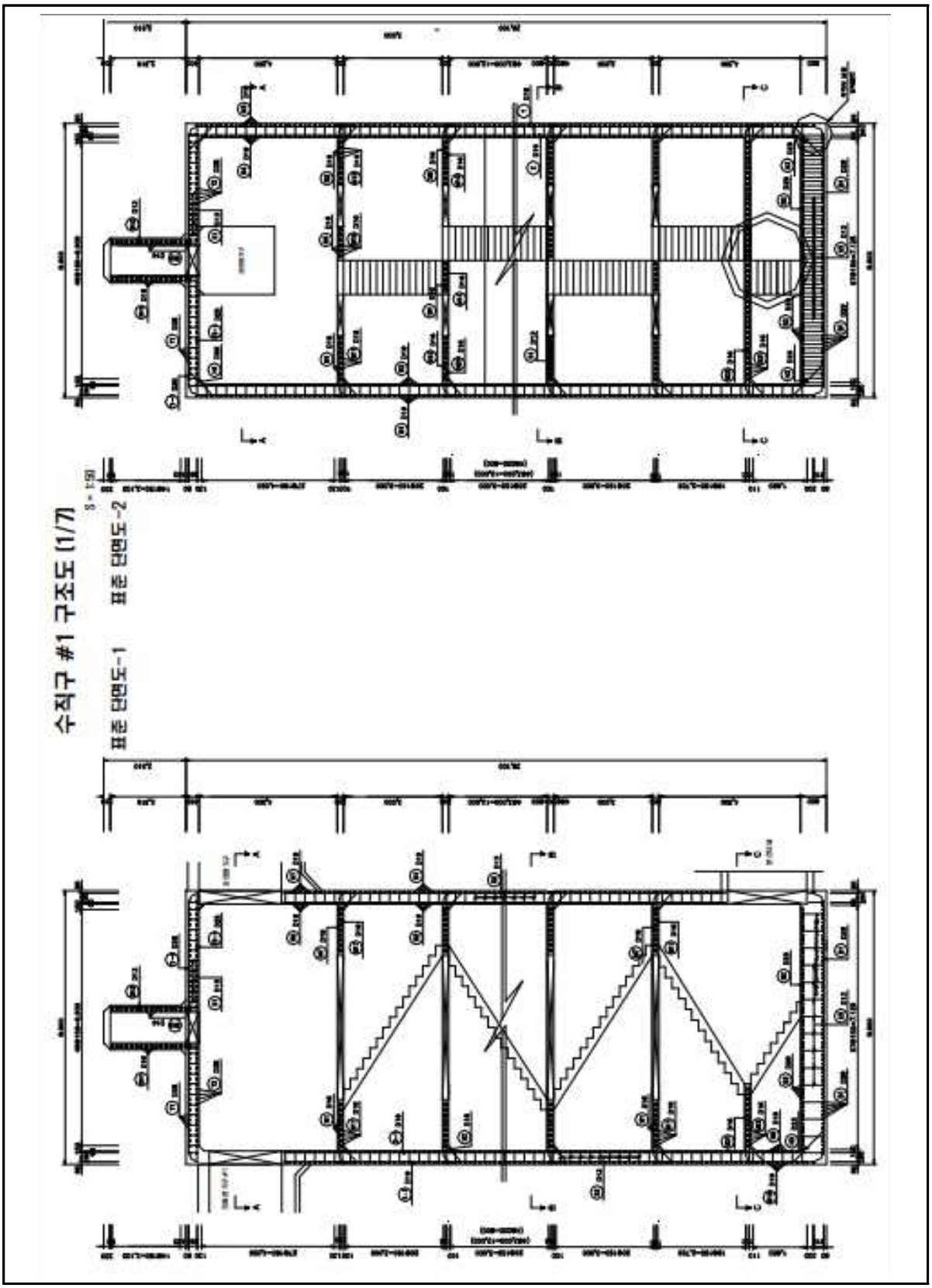
【그림 5.9】 전력구 수직구 일반도(1)



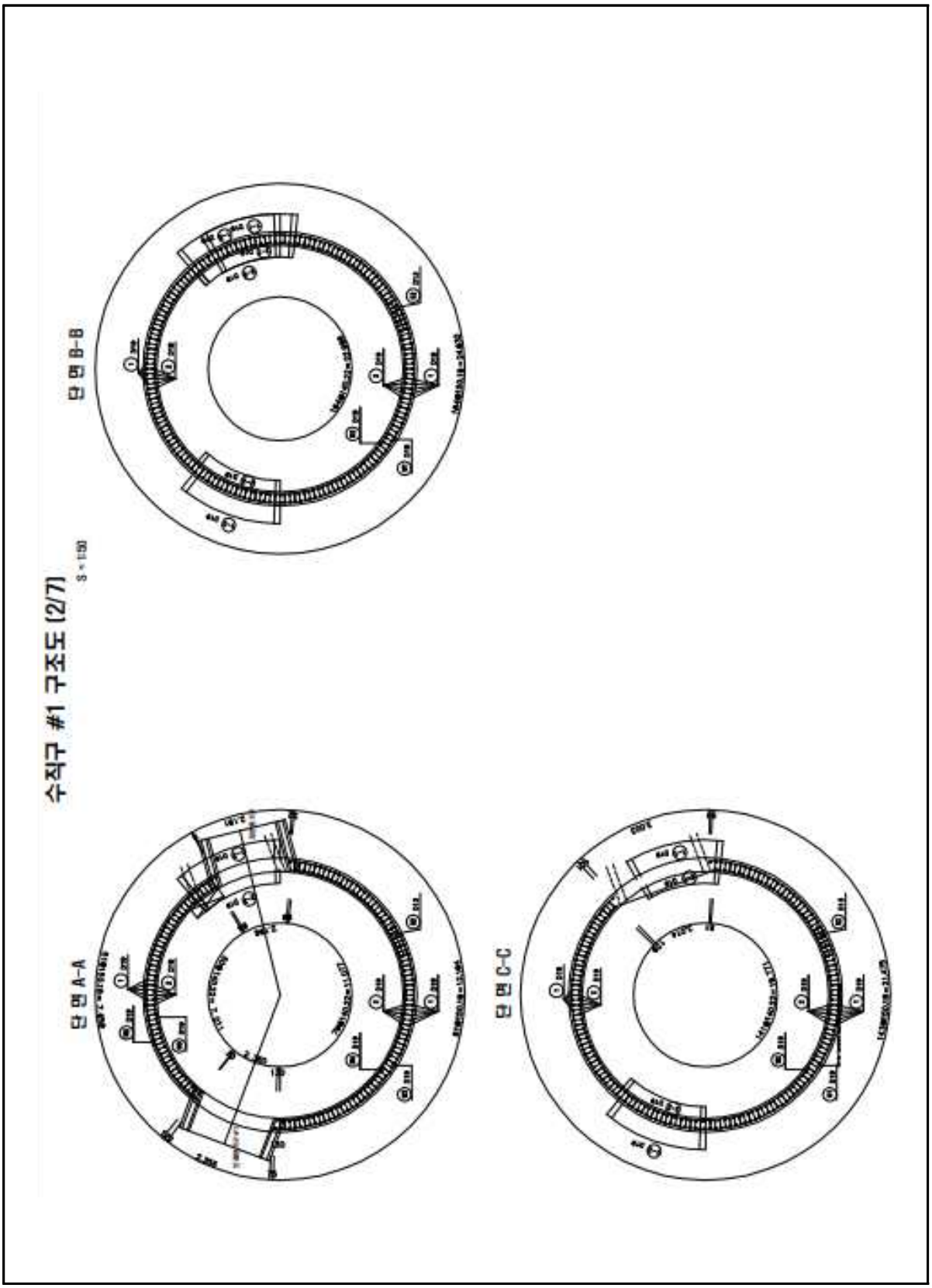
【그림 5.10】 전력구 수직구 일반도(2)



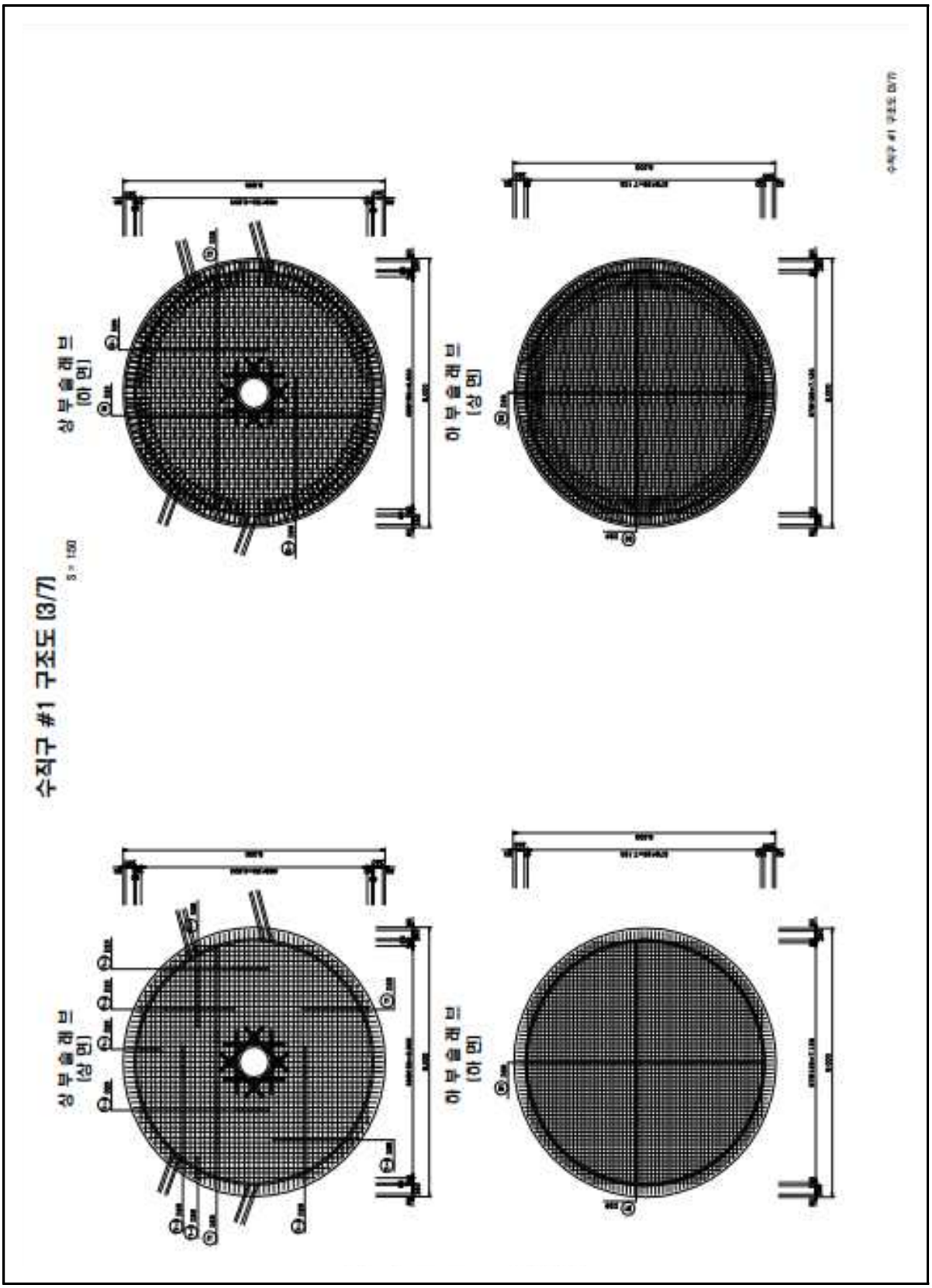
【그림 5.11】 전력구 수직구 일반도(3)



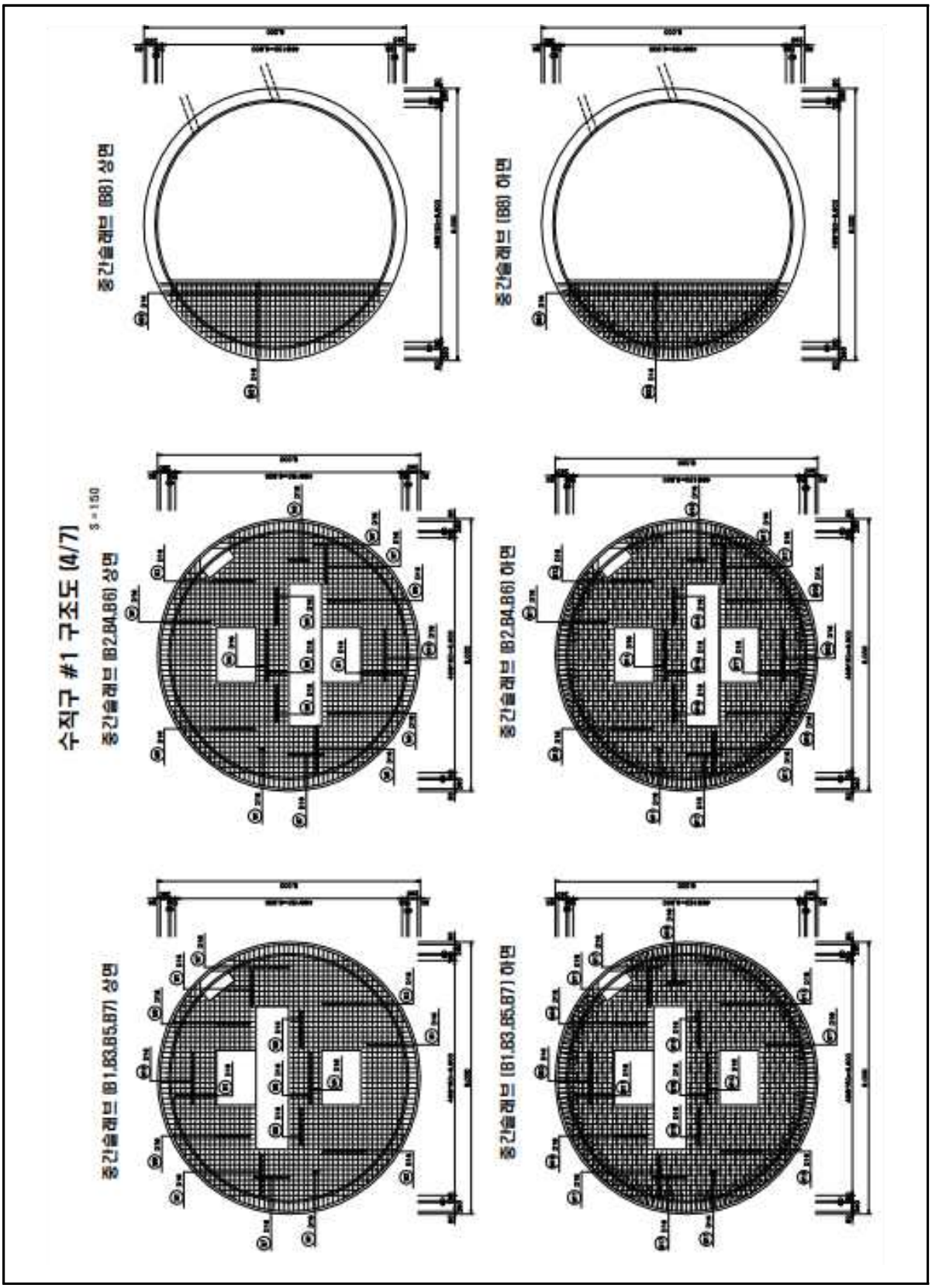
【그림 5.12】 전력구 수직구#1 구조도(1)



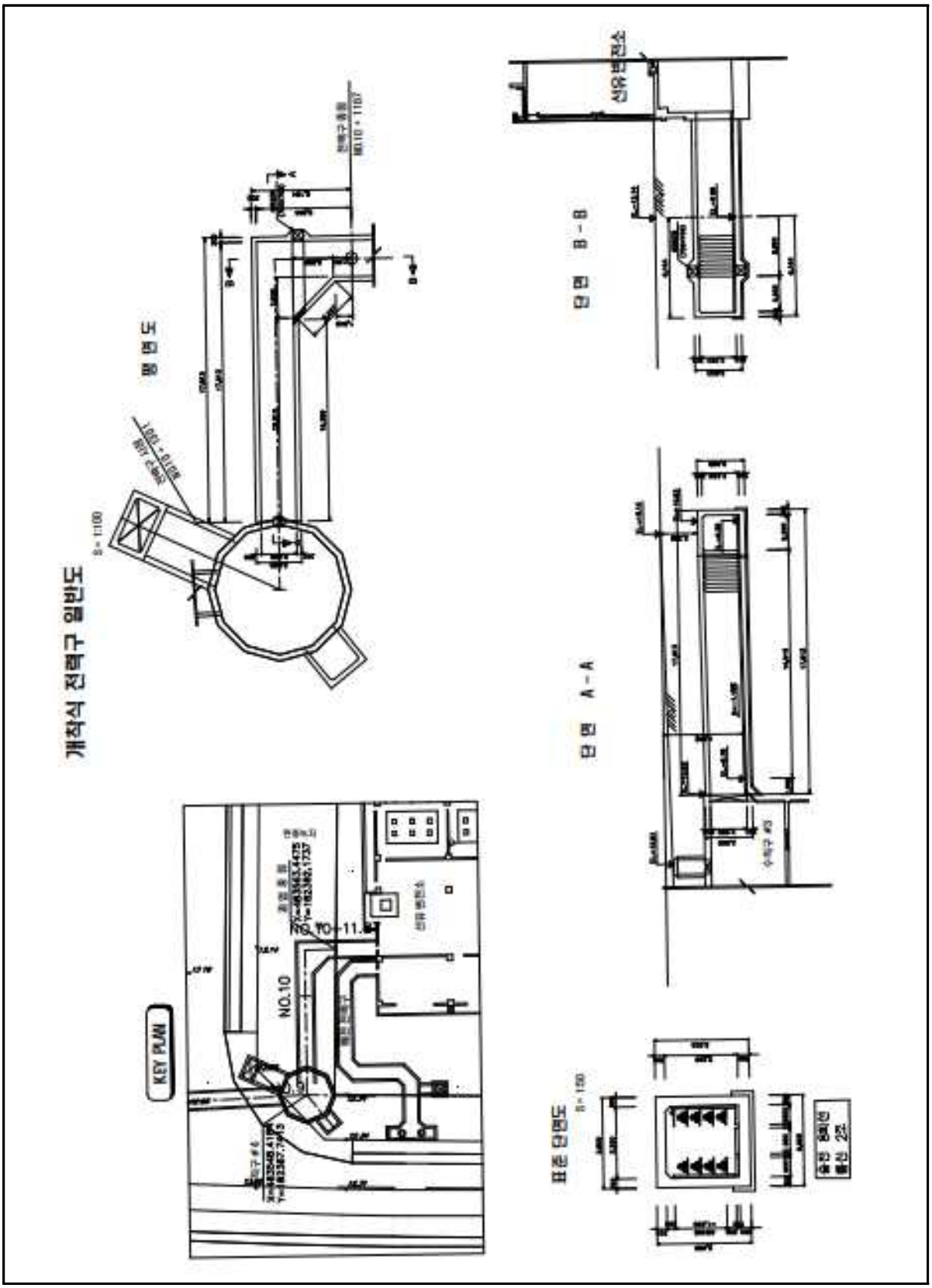
【그림 5.13】 전력구 수직구#1 구조도(2)



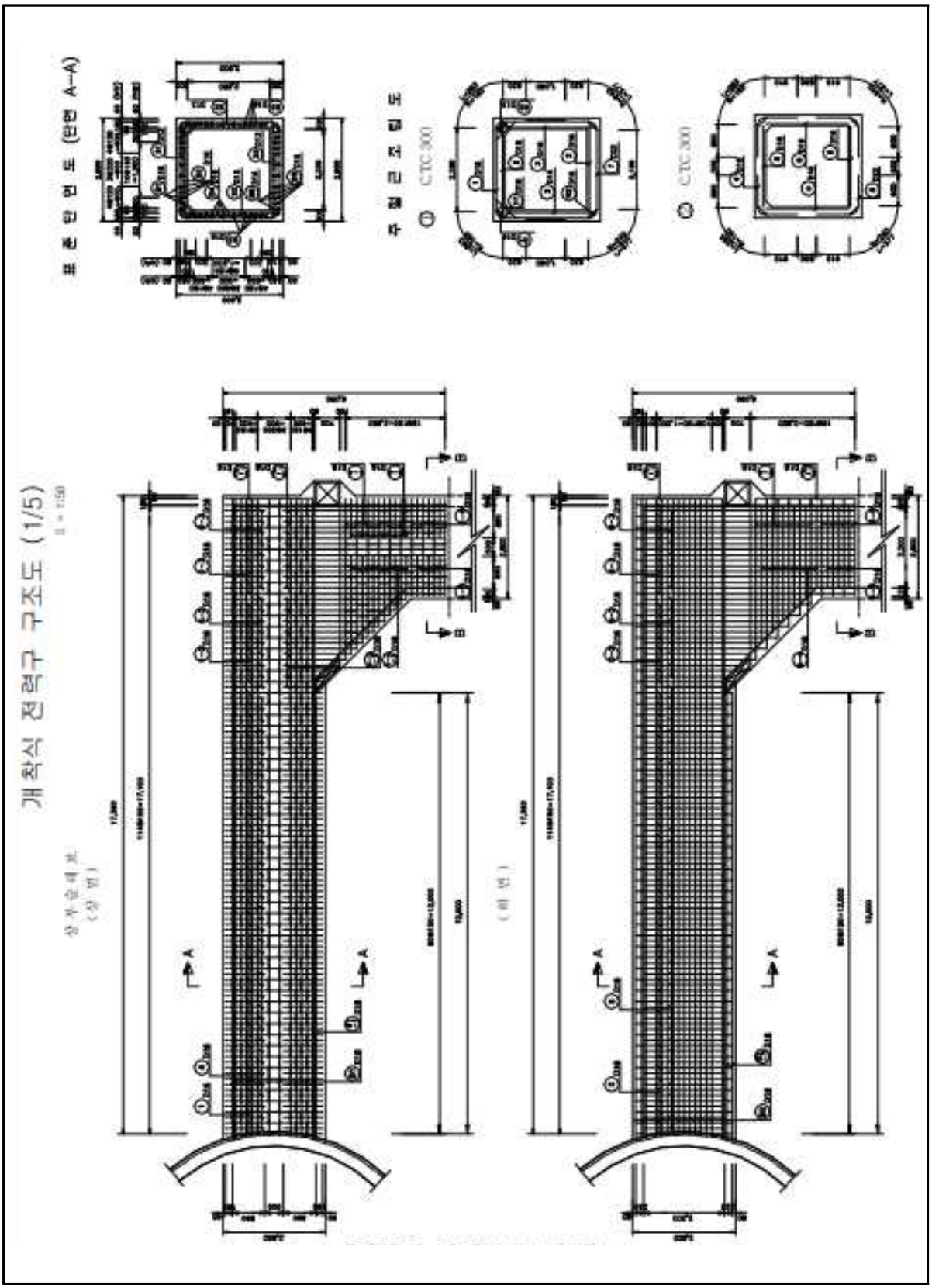
【그림 5.14】 전력구 수직구#1 구조도(3)



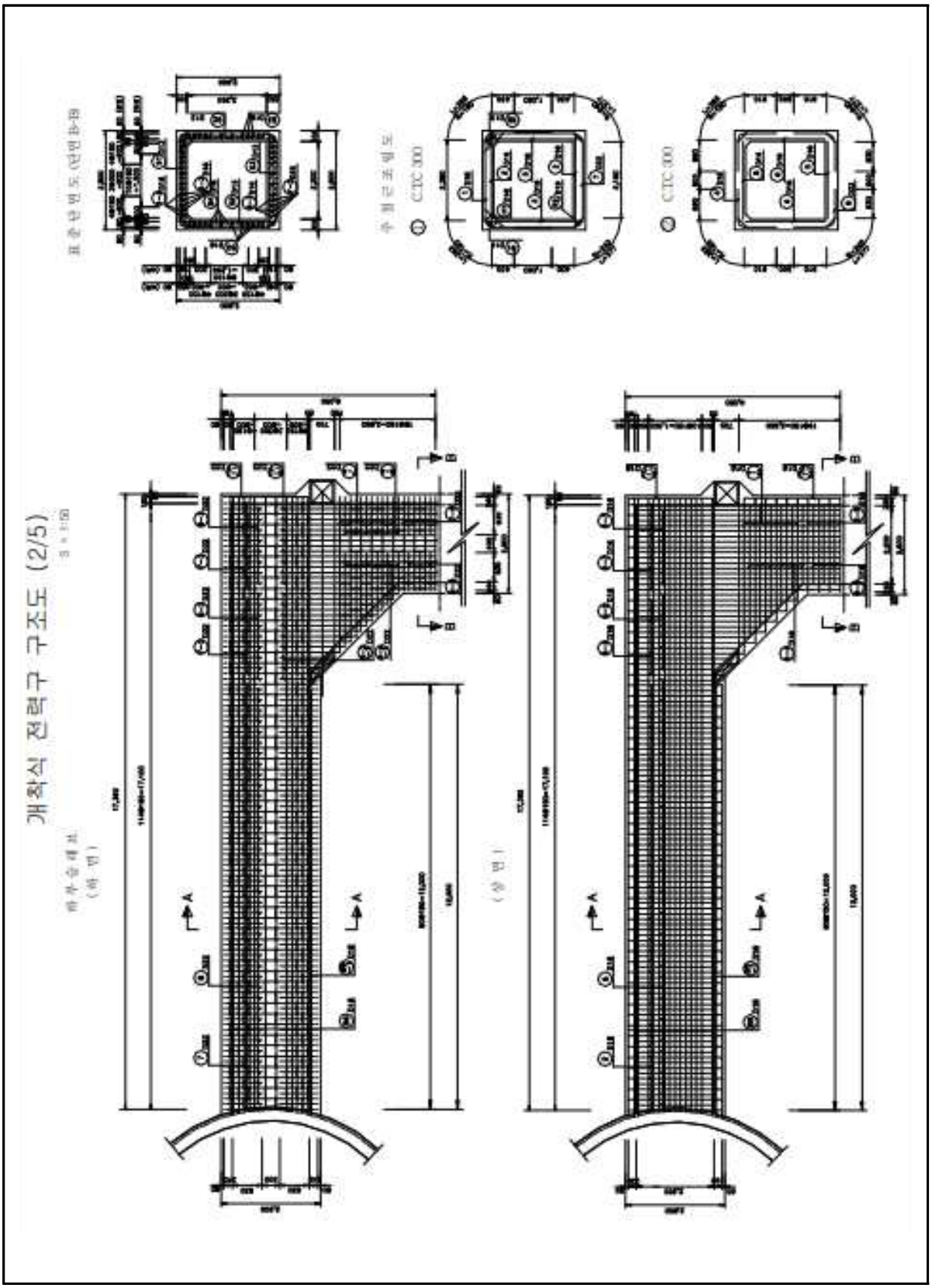
【그림 5.15】 전력구 수직구#1 구조도(4)



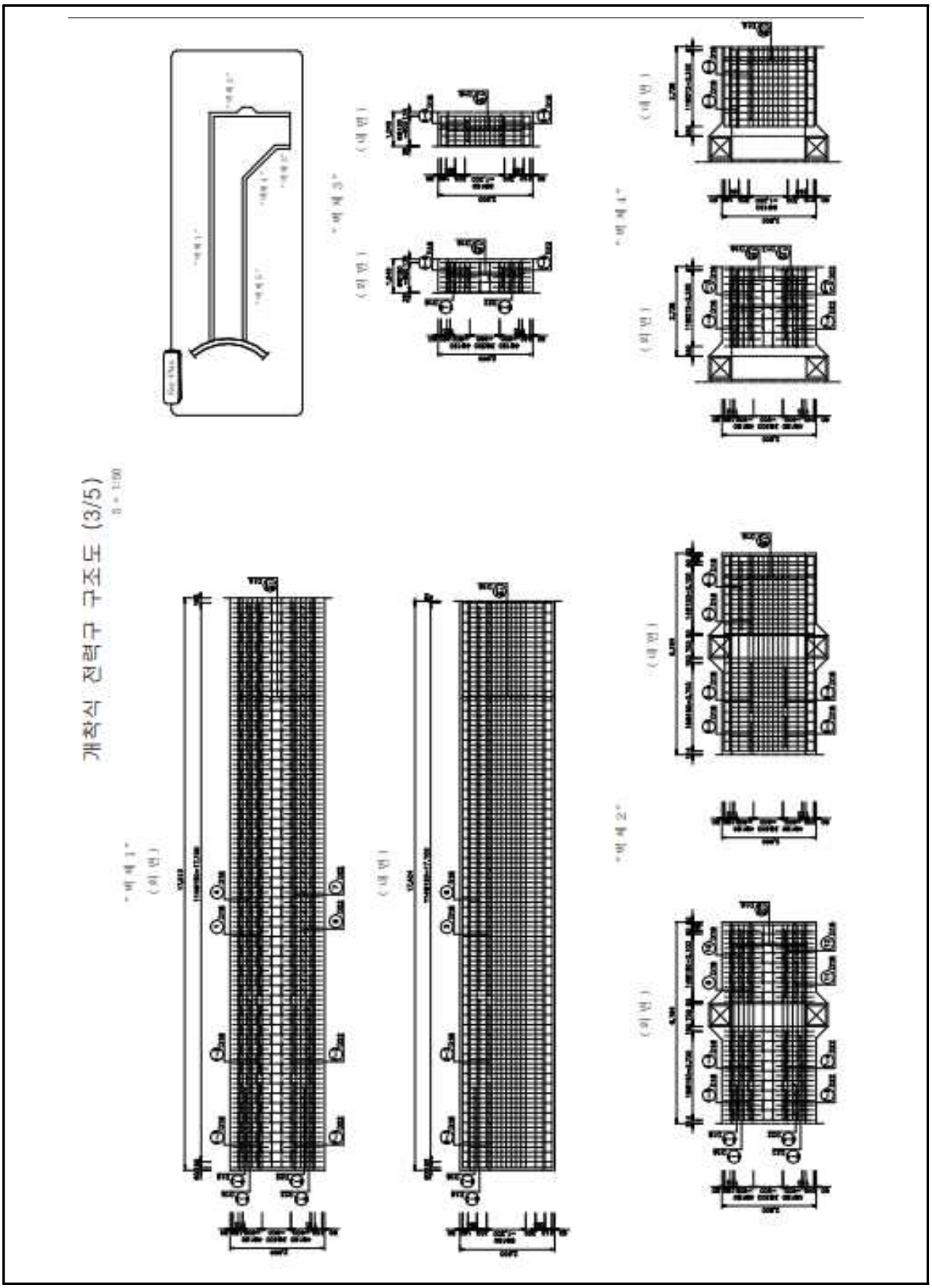
【그림 5.16】 개착식 전력구 일반도



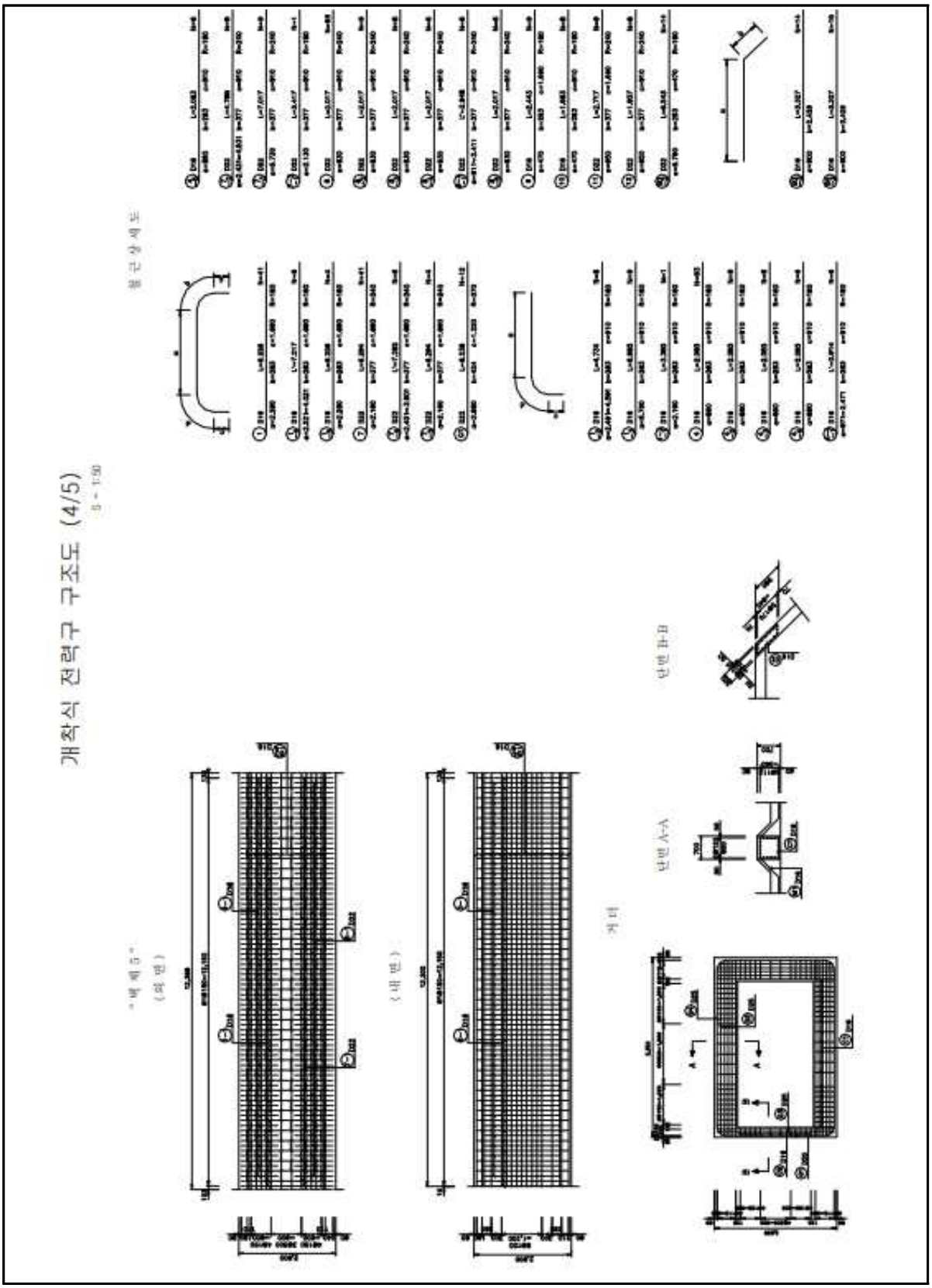
【그림 5.17】 전력구 구조도 (1)



【그림 5.18】 전력구 구조도 (2)



【그림 5.19】 전력구 구조도 (3)



【그림 5.20】 전력구 구조도 (4)

5.2 자료수집 및 분석

5.2.1 설계도서 등의 보존

시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서 등 가설당시의 모든 설계도서와 준공 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강 공사 이력 및 내역 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 본 대상구조물의 관련자료 수집내용 및 설계도 확인은 다음과 같다.

【표 5.1】 자료수집 항목 및 검토

항 목 및 검 토	
설계도서	1) 공통 - 준공내역서, 공사시방서 【일부보유】 - 각종계산서【미보유】 - 토질 및 지반조사 보고서【미보유】 - 기타 특이사항 보고서【미보유】
	2) 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 구조물도, 철근배근도 등 【일부보유】
시설물관리대장	- 기본현황, 상세제원, 유지관리 이력【보유:전력구관리대장】
시공관련자료	1) 시공관련 자료 - 사진(주요공종 사진 등) 【미보유】 - 기타(시설물 부재의 상세도면, 주요 설계변경 내역 등)【일부보유】 2) 품질관리 관련자료 - 재료증명서, 품질시험기록【미보유】 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종시험 기록【미보유】 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료【미보유】 3) 사고기록 - 사고날짜, 장소, 경위 등【미보유】 4) 운영기록 - 준공일로부터 현재까지의 전반적인 운영상황을 기록한 자료【일부보유】
안전점검 및 정밀안전점검자료	1) 공통 - 사용제한 사항 【보유: 2020 점검보고서】 - 부대시설물【보유: 2020 점검보고서】 - 환경조건(구조물의 내구성과 안전에 영향을 주는 조건)【보유: 2020 점검보고서】 2) 시설물별 특이사항 - 시설물 형식, 하부형태 및 기초상태, 통행제한 상태 등 【일부보유】
보수·보강 공사자료	1) 보수·보강의 경위 【일부보유】 2) 보수·보강 적용공법 및 적용범위【일부보유】 3) 보수·보강 기간 및 시행자(감독, 시공자) 등 【일부보유】

가. 검토결과

1) 관련자료 보유 여부 및 내용을 검토한 결과, 설계도서(도면), 시공자료 등은 일부 보유하고 있는 것으로 확인되었다

2) 향후 점검자료 및 보수 또는 보강 등이 이루어질 경우에는 도면 복원화를 권고하며, 관련자료의 비치 및 보존을 통한 시설물의 유지관리가 이루어지도록 하여야 한다.

5.2.2 설계 및 시공검토 사항

가. 개요

관련자료를 검토하여 기본적인 시공사항, 설계조건을 파악하였다.

나. 설계도면

설계도서(도면), 시공자료 등은 일부 보유하고 있는 것으로 확인되었다

다. 지반조사

지반조사에 대한 사항은 지반보고서 미보유로 확인이 불가한 것으로 검토되었다.

라. 구조검토

구조검토에 대한 사항은 구조계산서 미보유로 확인이 불가한 것으로 분석되었다.

5.2.3 기 실시한 점검 및 진단 이력

【표 5.2】 기 실시한 점검 및 진단현황

번호	점검/ 진단명	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검 / 진단 결과	안전 등급	비고
1	정밀 안전 점검	2017.09.06 ~ 2017.12.04	㈜한국건설 시스템 안전기술	-외관조사 결과 균열 및 망상균열부 백태, 조인트 누수 및 백태, 조인트 열화 등의 손상이 조사됨. -금회 점검에서 조사된 손상들은 대부분 지하매설 시설물에서 발생되거나 콘크리트 부재에서 일반적으로 관찰되는 결함으로서 구조적으로 야기되는 문제는 없을 것으로 판단되나 내구성 및 사용성 확보를 위한 각 손상별 보수가 필요함	A등급	
2	정밀 안전 점검	2020.09.17. ~2020.12.25.	㈜신영 씨앤에스	-외관조사 결과 균열(0.3㎜이상),균열(0.3㎜미만), 균열부백태, 누수/백태, 보수부들뜸/탈락/박락, 망상균열부백태, 시공이음부 이격 및 열화, 철판부식, 조명미점등, 백태, 철근노출 등의 손상이 조사되었다. -외관조사 및 내구성조사 결과, 상태평가를 종합적으로 평가한 결과 시설물의 등급은 “A"로 평가되어 안전성에는 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 증진을 위한 보수가 필요한 상태이다.	A등급	

5.2.4 보수・보강 이력 검토

【표 5.3】 보수・보강이력

공사기간	공사 구분	보수, 보강 부위	설계자	시공자
		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
2011.03.31	하자 보수	전구간	-	-
		균열,누수 등		
2018.08.16.	하자 보수	전구간	-	-
		균열,누수, 시공이음 등		

5.2.5 기타 관련자료

- 해당사항 없음

5.2.6 관련자료 검토 결과

본 과업의 효율적인 용역 수행을 위하여 건설관련(준공도면) 및 유지관리 자료 (기 점검자료)를 일부 입수하였으며, 수집 자료를 검토, 분석하여 시설물의 현황을 파악하고 정밀안전점검 과업의 방향 및 기초자료로 활용함.

5.3 현장조사 및 시험

5.3.1 현장조사 결과분석

문산-선유 전력구는 2008년 4월 준공되어 약 15년간 공용중인 시설물로서, 내경 ∅2.4m/ 외경 ∅2.81m 규격의 터널과 개착박스(통로) 및 수직구 4개소로 시공되었으며, 연장 386.2m (통로포함)인 것으로 확인되었다. 금회 외관조사는 선유변전소, 수직구#3를 통해 진입하여 실시하였다.

내용	1구간 내부전경	내용	2구간 내부전경

[사진 5.1] 문산-선유 전력구 현황

1) 박스구간

① 외관조사

금회 정밀안전점검을 통한 외관조사결과, 주요 손상은 백태, 균열부백태 시공이음부 이격 등이 조사되었다.

【표 5.4】 문산-선유 전력구 박스구간 손상현황

구분	부재	손상	단위	개소	물량	비고
통로	벽체	백태	㎡	9	0.7	
		균열부백태	m	3	8.5	
		시공이음부이격	m	1	6	
	천단부	균열부백태	m	4	0.8	

내용	통로#1 좌벽체 Sta.1m
	백태

내용	통로#1 좌벽체 Sta.5m
	백태

내용	통로#1 시점부 벽체
	백태

내용	통로#2 벽체~천단
	시공이음부 이격

내용	통로#2 좌측벽체 Sta.15m
	백태

내용	통로#2 우측벽체~헌치 Sta.16m
	균열부백태

【사진 5.2】 문산-선유 전력구 통로부 주요 손상

② 외관조사 결과

금회 조사 결과, 기 점검시 조사된 손상들의 일부는 보수가 된 상태이며 이외에 신규 손상으로 백태가 조사되었다. 조사된 손상중 백태, 균열부백태의 경우 미세손상부 수분침투에 의해 콘크티르 내부 석회화합물이 외부로 유출되어 발생된 손상들로 판단되며, 내구성 저하는 크지 않을 것으로 판단되나, 콘크리트 건전성 확보 차원의 보수조치가 요구된다.

2) 터널구간

① 외관조사

금회 정밀안전점검을 통한 외관조사결과, 주요 손상은 백태, 균열부백태, 누수, 보수부재손상(백태,누수,박리,박락) 등이 조사되었다.

【표 5.5】 문산-선유 전력구 터널구간 손상현황

구분	부재	손상	단위	개소	물량	비고
터널	벽체부	균열부백태	m	3	3.2	
		누수	m	6	1.6	
		백태	㎡	31	2.35	
		보수부 들뜸	㎡	1	0.3	
		보수부 박락	㎡	2	0.17	
		보수부 백태	㎡	5	3.48	
		보수부 조인트 열화	㎡	3	0.98	
		보수부 탈락	㎡	4	0.39	
		보수부박리	㎡	3	4.19	
		조인트 누수	m	2	1.0	
		조인트 누수/백태	m	4	5.7	
		조인트 백태	㎡	2	0.86	
		철판부식	㎡	2	2.4	
	천단부	균열부백태	m	2	0.7	
		누수	m	15	3.0	
		누수/백태	㎡	3	0.06	
		망상균열부백태	㎡	1	5.00	
		백태	㎡	8	0.36	
		백태/누수	㎡	1	0.06	
		백태/표면박락	㎡	1	3.00	
		보수부 누수/백태	m	1	0.2	
		보수부 들뜸	㎡	5	0.84	
		보수부 들뜸/누수	㎡	1	0.16	
		보수부 들뜸/백태	㎡	2	0.18	
		보수부 박락/백태	㎡	1	0.04	
		보수부 백태	㎡	6	0.36	
		보수부누수	㎡	1	0.04	
		보수재박락	㎡	1	0.16	
		조인트 누수/백태	m	2	2.00	
	바닥부	누수	m	1	0.3	
		백태	㎡	3	1.80	
		시공이음부 누수	m	2	0.6	

내용	1구간 우측벽체 Sta.5m 보수부탈락

내용	1구간 좌측벽체 Sta.12m 백태

내용	1구간 우측벽체 Sta.24m 보수부탈락

내용	1구간 좌측벽체 Sta.35m 조인트 누수/백태

내용	1구간 좌측벽체 Sta.53m 조인트 누수/백태

내용	1구간 우측벽체 Sta.93m 백태

【사진 5.3】 문산-선유 전력구 터널구간 주요 손상

내용	1구간 천단부 Sta.99m 보수부 들뜸

내용	1구간 천단부 Sta.102m 철판부식

내용	1구간 우측벽체 Sta.111m 백태

내용	1구간 천단부 Sta.135m 누수

내용	1구간 좌측벽체 Sta.150m 누수

내용	1구간 좌측벽체 Sta.175m 보수부박리

【사진 5.3】 문산-선유 전력구 터널구간 주요 손상 (계속)

내용	2구간 좌측벽체 Sta.0m
	보수부 백태

내용	2구간 천단부 Sta.5m
	보수부 누수

내용	2구간 우측벽체 Sta.30m
	보수부 박락

내용	2구간 천단부 Sta.35~40m
	망상균열부 백태

내용	2구간 좌측벽체 Sta.57m
	조인트 누수/백태

내용	2구간 우측벽체 Sta.60m
	누수/백태

【사진 5.3】 문산-선유 전력구 터널구간 주요 손상 (계속)

내용	2구간 천단부 Sta.63m
	누수/백태

내용	2구간 우측벽체 Sta.83m
	누수/백태

내용	2구간 바닥부 Sta.105m
	백태

내용	2구간 천단부 Sta.138m
	보수부 들뜸/백태, 누수

내용	2구간 우측벽체 Sta.154m
	조인트 누수/백태

내용	2구간 천단부 Sta.166m
	백태

【사진 5.3】 문산-선유 전력구 터널구간 주요 손상 (계속)

② 외관조사 결과 및 검토의견

금회 조사 결과 백태, 균열부백태, 누수, 보수부 재손상(백태,누수,박리,박락) 등이 조사되었다.

균열부백태, 망상균열부 백태, 누수/백태, 백태 등은 지속적인 수분접촉과 우기시 지하수 위 상승에 따라 내측 미세손상부 및 시공이음부, 외측 콘크리트 시공미흡부(다짐불량, 재료 분리 등) 및 방수층 열화, 파손부 등 수밀성 부족구간을 통해 유입된 배면수에 의해 발생된 손상으로, 누수량과 발생 범위는 전반적으로 경미한 상태이나, 시공이음부에서 타구간에 비하 여 누수량 및 범위가 크게 발생된 것으로 조사되었다. 따라서, 콘크리트 건전성 확보를 위해 망상균열부백태, 균열부백태, 누수/백태, 누수부의 경우 주입보수(습식)를 실시하여 손상부를 통한 배면 수 유입 억제가 요구된다.

보수부 누수/들뜸, 누수/박락. 백태/들뜸 등은 손상부에 같이 발생된 누수에 의해 생긴 손상으로 장기적인 내구성 확보를 위해 누수부 보수와 단면보수 조치가 병행요구된다.

보수부 들뜸, 탈락, 박락 등은 공용기간 증가에 따른 보수재 노후화 및 부착력 저하에 의해 발생된 손상으로 장기적인 내구성 확보를 위해 단면보수 조치가 요구된다.

시공이음부 이격 및 열화는 종방향 온도 신축 및 실런트 노후화에 의해 발생된 손상으로 실런트 교체를 통한 보수조치가 요구된다.

시공이음부에 시공된 철판부식은 시공이음부 미세누수 및 결로현상 등에 의해 경미하게 발생된 상태로, 주의관찰 후 손상범위 확대 시 재도장이 필요할 것으로 판단된다.

문산-선유구간 전력구 터널구간은 기 점검 이후 일부 추가 손상이 발생되었으나, 전반적인 구조물 상태는 사용성 및 안전성에 문제가 없는 상태로 판단되며, 일부 손상에 대해서는 내구성 및 손상범위 확대 방지 차원의 보수조치가 필요할 것으로 판단된다.

3) 수직구 및 계단실

① 외관조사

금회 정밀안전점검을 통한 외관조사결과, 주요 손상은 균열(0.3㎜미만&이상), 균열부백태, 백태, 누수, 보수부 박락, 철근노출, 체수 등이 조사되었다.

【표 5.6】 문산-선유 전력구 수직구 및 계단실 손상현황

구분	부재	손상	단위	개소	물량	비고
수직구 및 계단실	계단실	균열(0.3mm미만)	m	2	2.8	
		균열(0.3mm이상)	m	2	5.0	
		균열부백태	m	9	7.8	
		누수	m	5	0.7	
		누수/백태	㎡	2	2.40	
		백태	㎡	39	15.25	
		보수부 박락	㎡	1	0.09	
		보수부 백태	㎡	1	0.45	
		철근노출	㎡	776	8.19	
		체수	㎡	1	1.00	
	수직구	균열(0.3mm미만)	m	7	13.7	
		철근노출	㎡	1	0.15	

내용	수직구#1 계단실 B1
	백태

내용	수직구#1 계단실 B1
	균열(0.3mm이상)

내용	수직구#1 계단실 B5
	철근노출

내용	수직구#1 계단실 B7
	백태

내용	수직구#2 계단실 B2
	백태

내용	수직구#2 계단실 B4
	백태

【사진 5.4】 문산-선유 전력구 수직구 및 계단실 주요 손상

내용	수직구#2 계단실 B8
	백태

내용	수직구#2 계단실 B8
	백태

내용	수직구#3 계단실 B2
	철근노출

내용	수직구#3 계단실 B6
	철근노출

내용	수직구#3 계단실 B8
	백태

내용	수직구#3 계단실 B8
	백태

【사진 5.4】 문산-선유 전력구 수직구 및 계단실 주요 손상(계속)

내용	수직구#4 계단실 B1
	백태

내용	수직구#4 계단실 B1
	철근노출

내용	수직구#4 계단실 B4
	철근노출

내용	수직구#4 계단실 B7
	철근노출

내용	수직구#4 계단실 B8
	보수부 박락,백태

내용	수직구#4
	철근노출

【사진 5.4】 문산-선유 전력구 수직구 및 계단실 주요 손상(계속)

② 외관조사 결과 및 검토의견

금회 조사 결과, 균열(0.3㎜ 내·외), 균열부백태, 누수, 누수/백태, 백태, 보수부 박락, 철근노출 등이 발생된 것으로 조사되었다.

균열은 수직구 및 계단실(B1층)에서 대부분 발생되었으며, 건조수축 및 외기접촉, 온도변화 등에 의한 구속응력에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 내구성 확보를 위해 균열폭에 따른 보수조치가 요구된다.

균열부백태, 백태, 누수/백태, 누수는 터널구간과 같은 원인에 기인하여 발생된 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 균열부 백태, 누수/백태, 누수는 주입보수(습식), 백태는 표면보수 조치가 필요할 것으로 판단된다.

보수부 박락은 손상부 주변에서 발생된 누수에 의해 보수부 열화 및 부착력 저하에 의해 발생된 손상으로 내구성 확보를위해 누수부 보수와 병행하여 단면보수 조치가 요구된다.

피복부족 및 마감미흡에 의한 국부적인 철근노출이 수직구 계단실 전구간에서 다수 발생된 것으로 조사되었으며, 손상범위 확대 방지 및 내구성 확보를 위해 단면보수(방청) 조치가 요구된다.

4) 부속시설(수용시설) 및 주변환경 외관조사 결과

수용시설의 부속시설인 이음부, 지지대, 받침대는 파손 및 변형이 발생 되지 않은 상태이며, 수직구 주변상태 조사결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으나, 3번 수직구의 외부 볼라드 1개소가 차량 충돌에 의해 변형(기울어짐)이 발생된 것으로 조사되었다.

내용	받침대 상태양호	내용	수직구#3 외부 볼라드 변형

【사진 5.5】 부속시설 현황

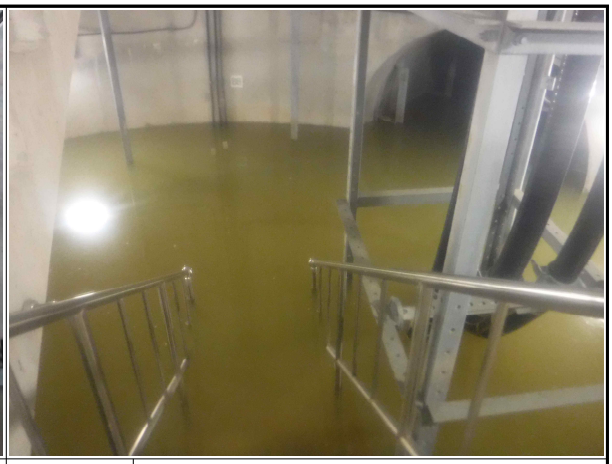
3) 부대설비 외관조사 결과

조명설비의 경우 기 점검시 조사된 미점등 2개소는 보수가 완료된 상태로 전체적으로 양호한 상태이다.

배수설비의 경우 수직구#1~수직구#2에 해당하는 터널 1구간에서 배수설비의 고장으로 인하여 1구간 전체가 침수되었으며 이후 긴급 보수를 통해 현재는 정상화 되었으며 내부 산소농도 역시 안정적인 것으로 확인되었다. 이후에도 배수시설의 고장이 우려 되는 바 주기적인 주의관찰이 요망된다.

그 외의 부대설비 배전반, 환기팬 등은 사용성에 문제가 없는 양호한 상태로 조사 되었다.

내용	조명설비 보수완료



내용	1구간 침수(배수설비 작동 불량)

내용	터널 1구간 긴급 보수 후 전경

내용	긴급 보수 후 내부 산소농도 측정

【사진 5.6】 부대설비 현황

5) 전회차 점검과의 비교

기 점검(21년)과의 비교결과, 터널구간은 금회 점검시에 조사된 신규 손상들로 인하여 소폭의 손상 물량 증가가 발생하였다.

【표 5.7】 문산-선유 터널구간 전회차 점검과의 비교

손상	단위	전회물량	금회물량	증감	검토의견	비고
균열(0.3㎜미만)	m	2.0	0	▼ 2.0	손상변경	
균열부백태	㎡	3.90	3.90	-	기존손상	
누수/백태 (보수부, 시공이음부 포함)	m	12.86	14.70	▲ 1.84	추가손상	
백태 (보수부, 표면박락, 시공이음부 포함)	㎡	11.29	12.43	▲ 1.14	추가손상	
보수부 들뜸/탈락/박락	㎡	1.74	6.05	▲ 4.31	추가손상	
망상균열부 백태	㎡	5.00	5.00	-	기존손상	
조인트 열화 (보수부 포함)	m	0.98	0.98	-	기존손상	
철판부식	㎡	2.40	2.4	-	기존손상	

【표 5.8】 문산-선유 통로(박스)구간 전회차 점검과의 비교

손상	단위	전회물량	금회물량	증감	검토의견	비고
균열부백태	㎡	8.5	8.5	- -	기존손상	
백태	㎡	2.72	0.7	▼ 2.02	일부보수	
시공이음부 이격	m	6.0	6.0	- -	기존손상	
철근노출	㎡	0.02	0	▼ 0.02	일부보수	

【표 5.9】 문산-선유 수직구 및 계단실 전회차 점검과의 비교

손상	단위	전회물량	금회물량	증감	검토의견	비고
균열(0.3㎜미만)	m	16.5	16.5	-	기존손상	
균열(0.3㎜이상)	m	5	5	-	기존손상	
균열부백태	m	12	7.8	▼ 4.2	손상변경	
백태	㎡	10.57	15.25	▲ 4.68	추가손상	
누수/백태	㎡	2.4	2.4	-	기존손상	
누수	m	0.7	0.7	-	기존손상	
보수부 박락	㎡	0.09	0.09	-	기존손상	
철근노출	㎡	8.22	8.34	▲ 0.12	추가손상	
보수부 백태	㎡	-	0.45	▲ 0.45	신규손상	
체수	㎡	-	1.0	▲ 1.0	신규손상	

5.4 재료시험 측정결과의 분석

5.4.1 재료시험 기준수량

항 목	기 준	수량(개소)		비고
		기준	실시	
측점분할	◦ 5~50m 간격 또는 시공이음부	◦5m 간격		
반발경도시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	1	4	
탄산화 깊이 측정	◦ 총연장 1,000m 미만 = 4개소 ◦ 총연장 1,000m 이상 = 최소 4개소 + 1000m당 1개소 추가	4	4	
균열깊이 조사	◦ 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	-	-	
철근탐사시험	◦ 해당 없음	-	4	탄산화시험부 피복조사

내용	반발 경도 측정

내용	탄산화 깊이 측정

내용	철근탐사시험

【사진 5.7】 문산-선유 전력구 재료시험 전경

5.4.2 콘크리트 강도시험

가. 측정결과

【표 5.10】 문산-선유 전력구 콘크리트강도측정 결과

측정위치	평균 반발경도 (R)	보정 반발경도 (R0)	재령 계수 (α)	추정강도 (MPa)		최소 압축강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
				재료 학회	건축 학회		
1구간 Sta.20m 우측벽체	48.9	48.9	0.63	27.8	28.2	27.8	27.0
1구간 Sta.150m 우측벽체	51.5	51.5	0.63	29.9	29.4	29.4	
2구간 Sta.75m 좌측벽체	57.3	57.3	0.63	34.5	32.0	32.0	
2구간 Sta.150m 우측벽체	61.8	61.8	0.63	38.1	34.0	34.0	

슈미트햄머에 의한 콘크리트 강도 측정결과 설계기준강도(27.0MPa)를 상회하거나 만족하는 것으로 분석되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 판단된다.

나. 기 점검결과와 비교분석

【표 5.11】 기 점검결과와 비교분석

구분	반발경도(MPa)		설계 기준강도 (MPa)	비고
	2020 정밀안전점검	2023 정밀안전점검		
벽체	27.2 ~ 40.1	27.8 ~ 34.0	27.0	양호

금회 실시한 반발경도시험 결과를 토대로 20년도 정밀안전점검과 비교 검토한 결과 전개소 설계기준강도(27.0MPa) 이상으로 측정되었으며, 일부 측정값이 차이가 있으나 이는 측정위치에 따른 것으로 내구성에 문제점은 없는 상태인 것으로 분석 되었다.

5.4.3 탄산화 깊이 시험

가. 측정결과

【표 5.12】 문산-선유 전력구 탄산화 깊이 시험 측정결과

구 분		탄산화 깊이 (a)	측정 피복두께 (b)	탄산화 잔여깊이 (b-a)	공용 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	상태 등급	비 고
벽체	1구간 Sta.20m 우측벽체	16.2 ㎜	65.0 ㎜	48.8 ㎜	15.0	4.18	100년 이상	a	준공 2008
	1구간 Sta.150m 우측벽체	3.0 ㎜	72.0 ㎜	69.0 ㎜	15.0	0.77	100년 이상	a	
	2구간 Sta.75m 좌측벽체	2.0 ㎜	73.0 ㎜	71.0 ㎜	15.0	0.52	100년 이상	a	
	2구간 Sta.150m 우측벽체	2.2 ㎜	66.0 ㎜	63.8 ㎜	15.0	0.57	100년 이상	a	

탄산화깊이 측정결과 상태등급은 탄산화 잔여깊이 30㎜ 이상인 ‘a’ 등급으로 “탄산화에 의한 내부 철근 부식 가능성 없음”으로 평가되었다.

나. 기 점검결과와 비교분석

【표 5.13】 기 점검결과와 비교분석

구분	탄산화 잔여깊이(㎜)		상태등급	비고
	2020 정밀안전점검	2023 정밀안전점검		
벽체	72.0 ~ 85.0	48.8 ~ 71.0	전차: a 금회: a	양호

금회 탄산화 시험 결과를 토대로 20년도 정밀안전점검과 비교 검토한 결과 측정값에 다소 차이가 있으나, 이는 측정위치의 차이에 의한 것으로 전개소 탄산화 잔여깊이 30㎜ 이상인 ‘a’ 등급으로 측정되어 탄산화에 따른 철근부식 우려가 없는 양호한 상태인 것으로 분석 되었다.

5.4.4 재료시험 결과

【표 5.14】 재료시험 결과 및 검토의견

구분		비파괴시험 결과					검토의견
내구성 조사 결과	콘크리트 비파괴강도	부재	최소 압축강도 (㎫)	설계 기준강도 (㎫)	강도비(%)		설계기준강도100%이상으로양호
		벽체	27.8~34.0	27.0	102.9 ~ 126.0		
	탄산화시험	부재	피복두께 (㎜)	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	속도계수 (A)	탄산화에의한 부식발생가능성 없음('a'등급)
		벽체	65.0~73.0	2.2~16.2	48.8~71.0	0.52~4.18	

5.5 시설물의 상태평가

5.5.1 상태평가결과

【표 5.15】 문산-선유 전력구 통로 부재별 상태평가 결과표

구분	균열	누수	파손 및 손상	재질열화					탄산화	결함점수 합계	결함지수 (f)	상태평가 결과
				박리	층분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출				
통로#1	b	a	a	a	a	b	a	a	x	3	0.088	a

【표 5.16】 문산-선유 전력구 1구간 부재별 상태평가 결과표

구분	균열	누수	파손 및 손상	재질열화					탄산화	결함점수 합계	결함지수 (f)	상태평가 결과
				박리	층분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출				
0~20	a	a	a	a	b	b	a	a	a	0.00	0.000	a
20~40	a	b	a	a	b	b	a	a	x	1.00	0.029	a
40~60	a	b	a	a	a	b	a	a	x	1.00	0.029	a
60~80	a	a	a	a	a	b	a	a	x	0.00	0.000	a
80~100	a	a	a	a	b	b	a	a	x	0.00	0.000	a
100~120	a	a	a	a	a	b	a	a	x	0.00	0.000	a
120~140	a	b	a	a	a	b	a	a	x	1.00	0.029	a
140~160	a	b	a	a	a	b	a	a	a	1.00	0.029	a
160~176	a	a	a	c	a	b	a	a	x	1.00	0.029	a

【표 5.17】 문산-선유 전력구 2구간 부재별 상태평가 결과표

구분	균열	누수	파손 및 손상	재질열화					탄산화	결함점수 합계	결함지수 (f)	상태평가 결과
				박리	층분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출				
0~20	a	b	a	a	a	c	a	a	x	2.0	0.059	a
20~40	b	b	a	a	b	b	a	a	x	5.0	0.147	a
40~60	a	b	a	a	b	b	a	a	x	1.0	0.029	a
60~80	b	b	a	a	a	b	a	a	a	5.0	0.147	a
80~100	a	b	a	a	a	b	a	a	x	1.0	0.029	a
100~120	b	b	a	a	b	c	a	a	x	6.0	0.176	b
120~140	a	b	a	a	b	b	a	a	x	1.0	0.029	a
140~160	b	b	a	a	b	c	a	a	a	6.0	0.176	b
160~184	a	a	a	a	a	c	a	a	x	1.0	0.029	a

【표 5.18】 문산-선유 전력구 상태평가 결과

구분	위치	결함지수	상태평가 결과	연장 (m)	연장비	환산결함지수 x 연장비
문산-선유	통로	0.088	a	26.3	0.068	0.006
	1구간	0.015	a	176	0.456	0.007
	2구간	0.094	a	184	0.476	0.045
				결함지수		0.058
				상태평가 결과		A

5.5.2 공증이 이용하는 부위의 상태평가항목 및 기준

【표 5.19】 공증이 이용하는 부위의 상태평가

구분	추락방지시설		도로포장		도로부 신축이음부		환기구 등의 덮개		비고
문산-선유	해당여부	해당	해당여부	해당	해당여부	-	해당여부	해당	
	상태	B	상태	A	상태	-	상태	B	
	1) 추락방지시설은 계단부 난간의 하부 철근노출 등으로 인하여 “B” 등급으로 조사되었다. 2) 도로포장은 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 3) 환기구등의 덮개 상태는 볼라드 1개소의 기울어짐 이 발생하여 “B” 등급으로 조사되었다.								

내용	추락방지시설 (철근노출)	내용	도로포장

내용	도로포장	내용	환기구등의 덮개 (볼라드 기울어짐)

【표 5.20】 기점검과의 상태평가 결과 분석

구분	2020 정밀안전점검		2023 정밀안전점검		비고
문산-선유	결함지수	0.050	결함지수	0.058	결함지수 증가
	등급	A	등급	A	상태등급 동일
	·문산-선유 전력구에 대한 금회 조사시 신규 손상으로 균열, 백태, 누수 등의 손상이 조사되었으며, 전회차와의 상태평가 비교 결과, 금회 신규 손상의 추가로 인하여 결함지수는 증가 하였으나. 상태등급은 동일한 것으로 평가되었다.				

5.6 종합평가 및 안전등급

5.6.1 종합평가

시설물의 종합평가 등급은 외관조사 및 내구성시험에 의한 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 종합평가 등급으로 결정하며, 정밀안전점검의 경우 안전성 평가를 실시하지 않으므로 대상 전력구의 종합평가 결과 "A"등급으로 평가되었다.

시설물 종합평가 결과			
구분	상태평가 결과	안전성평가	종합평가 결과
평가결과	A	미실시	A

5.6.2 안전등급

안전등급	시설물의 상태	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

5.7 보수,보강 방안

5.7.1 부재별 보수,보강 수량 및 공법

【표 5.21】 문산-선유 전력구 보수,보강

단위 : 천원

구분	부재	손상	보수공법	단위	금회물량	보수물량	단가	금액	보수순위
터널	벽체부	균열부백태	표면보수	㎡	3.20	1.00	105	105	3
		누수	누수보수	㎡	1.60	1.92	380	730	1
		백태	표면보수	㎡	2.35	2.82	105	296	3
		보수부 들뜸	단면보수	㎡	0.30	1.00	281	281	2
		보수부 박락	단면보수	㎡	0.17	1.00	281	281	2
		보수부 백태	표면보수	㎡	3.48	4.18	105	438	3
		보수부 탈락	단면보수	㎡	0.39	1.00	281	281	2
		보수부박리	단면보수	㎡	4.19	5.03	281	1,413	2
		조인트 누수	누수보수	㎡	1.00	1.20	380	456	1
		조인트 누수/백태	누수보수	㎡	5.70	6.84	380	2,599	1
		조인트 백태	표면보수	㎡	0.86	1.03	105	108	3
	천단부	균열부백태	표면보수	㎡	0.70	1.00	105	105	3
		누수	누수보수	㎡	3.00	3.60	380	1,368	1
		누수/백태	누수보수	㎡	0.06	1.00	380	380	1
		망상균열부백태	표면보수	㎡	5.00	6.00	105	630	3
		백태	표면보수	㎡	0.36	1.00	105	105	3
		백태/누수	누수보수	㎡	0.06	1.00	380	380	1
		백태/표면박락	단면보수	㎡	3.00	3.60	281	1,012	2
		보수부 누수/백태	누수보수	㎡	0.20	1.00	380	380	1
		보수부 들뜸	단면보수	㎡	0.84	1.01	281	283	2
		보수부 들뜸/누수	누수보수	㎡	0.16	1.00	380	380	1
		보수부 들뜸/백태	단면보수	㎡	0.18	1.00	281	281	2
		보수부 박락/백태	단면보수	㎡	0.04	1.00	281	281	2
		보수부 백태	표면보수	㎡	0.36	1.00	105	105	3
		보수부누수	누수보수	㎡	0.04	1.00	380	380	1
		보수재박락	단면보수	㎡	0.16	1.00	281	281	2
		조인트 누수/백태	누수보수	㎡	2.00	2.40	380	912	1
	바닥부	누수	누수보수	㎡	0.30	1.00	380	380	1
		백태	표면보수	㎡	1.80	2.16	105	227	3
		시공이음부 누수	누수보수	㎡	0.60	1.00	380	380	1
통로	벽체부	백태	표면보수	㎡	0.70	1.00	105	105	3
		균열부백태	표면보수	㎡	8.50	2.55	105	268	3
	천단부	균열부백태	표면보수	㎡	0.80	1.00	105	105	3

【표 5.21】 문산-선유 전력구 보수,보강 (계속)

단위 : 천원

구분	부재	손상	보수공법	단위	금회물량	보수물량	단가	금액	보수순위
수직구 및 계단실	계단실	균열(0.3mm미만)	표면보수	㎡	2.80	1.00	105	105	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	㎡	5.00	1.50	150	225	1
		균열부백태	표면보수	㎡	7.80	2.34	105	246	3
		누수	누수보수	㎡	0.70	1.00	380	380	1
		누수/백태	누수보수	㎡	2.40	2.88	380	1,094	1
		백태	표면보수	㎡	15.25	18.30	105	1,922	3
		보수부 박락	단면보수	㎡	0.09	1.00	281	281	2
		보수부 백태	표면보수	㎡	0.45	1.00	105	105	3
		철근노출	단면보수 (방청)	㎡	8.19	9.83	438	4,305	1
	천단부	균열(0.3mm미만)	주입보수	㎡	13.70	4.11	150	617	1
		철근노출	단면보수 (방청)	㎡	0.15	1.00	438	438	2
순위별 순공사비						1 순위	15,345		
						2 순위	5,113		
						3 순위	4,975		
총 순공사비							25,433		
제경비 (순공사비 50%)							12,716		
개략공사비							38,149		

1) 보수물량은 부분보수를 기준으로 손상물량에 20% 할증 실시설계시 공법선정 및 현장여건상 변동 될 수 있으며, 주의관찰에 해당하는 내용은 개략공사비에서 제외함.

2) 균열 손상은 지침에 따라 m 단위 손상에 표면보수 0.25m을 곱하여 보수 물량을 산출함.

3) 우선순위는 손상정도가 내구성 저하에 미치는 영향 및 기타 제반사항 등을 고려하여 관리주체가 유지관리 효율성을 충분히 고려하여 결정하도록 함.

4) 1.00㎡ 미만의 보수물량은 보수의 효율성을 감안하여 1.00㎡로 조정하였음.

5.8 중점유지관리방안

【표5.22】 문산-선유 전력구 중점유지관리방안

구분	주요 결함사항	중점 유지 관리 사항
문산-선유	· 균열(0.3㎜미만&이상) · 균열부백태, 백태 · 누수 · 철근노출 · 배수설비 작동 상태 여부	· 균열 보수 후 진행성 여부 점검 · 백태 손상 확대 여부 점검 · 누수 보수 후 진행성 여부 점검 · 철근노출 보수 후 진행성 여부 점검 · 배수설비 작동 상태 여부

내용	1구간 좌측벽체 Sta.35m
	조인트 누수/백태

내용	2구간 천단부 Sta.138m
	보수부 들뜸/백태, 누수

내용	수직구#4 계단실 B4
	철근노출

내용	수직구#4 계단실 B7
	철근노출

5.9 종합결론

5.9.1 일 반

문산-선유 전력구는 2008년 04월 준공된 송전전력구이며, 내경 ∅2.4m/ 외경 ∅2.81m 규격의 터널과 개착박스(통로) 및 수직구 4개소로 시공되었으며 총연장 386.2m (통로포함) 인 것으로 확인되었으며. 유지관리 및 출입시는 변전소(S/S)의 지하 및 수직구를 통하여 진입하게 되어 있으며, 내부로는 송전, 지중등의 케이블이 지지대에 고정되어 인입 및 인출 되도록 시공되어 있다.

5.9.2 현장조사

- 통로 구간은 기 점검(20년) 이후 손상이 일부 보수 조치가 실시된 것으로 확인되었으며, 외관조사 결과, 균열부백태, 백태가 발생된 것으로 조사되었다.
- 터널구간은 기 점검(20년) 이후 보수가 시행되지 않아 기존의 손상들에 추가로 금회 점검시 조사된 균열부백태, 백태, 누수, 보수부재손상(들뜸,박리,박락 등)이 조사되었다.
- 수직구 및 계단실은 기 점검(20년) 이후 별도의 보수조치가 시행되지 않아 기존의 손상들에 추가로 금회 점검시 조사된 백태, 철근노출 등이 조사되었다.
- 수용시설의 부속시설인 이음부, 지지대, 받침대는 파손 및 변형이 발생 되지 않은 상태이며, 수직구 주변상태 조사결과 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으나, 3번 수직구의 외부 볼라드 1개소가 차량 충돌에 의해 변형(기울어짐)이 발생된 것으로 조사되었다.
- 조명설비는 기 점검시 조사된 미점등 2개소는 보수가 완료된 상태로 전체적으로 양호한 상태이다.
- 배수설비의 경우 수직구#1~수직구#2에 해당하는 터널 1구간에서 배수설비의 고장으로 인하여 1구간 전체가 침수되었으며 이후 긴급 보수를 통해 현재는 정상화 되었으며 내부 산소농도 역시 안정적인 것으로 확인되었다. 이후에도 배수시설의 고장이 우려 되는 바 주기적인 주의관찰이 요망된다.

그 외의 부대설비 배전반, 환기팬 등은 사용성에 문제가 없는 양호한 상태로 조사 되었다.

5.9.3 내구성시험

가. 반발경도시험

슈미트햄머에 의한 콘크리트 강도 측정결과 설계기준강도(27.0MPa)를 상회하거나 만족하는 것으로 분석되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 판단된다.

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화깊이 측정결과 상태등급은 탄산화 잔여깊이 30㎜ 이상인 'a' 등급으로 "탄산화에 의한 내부 철근 부식 가능성 없음"으로 평가되었다.

5.9.4 상태평가

외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과, 결함도 점수 0.058으로 산출되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『 A등급 』으로 평가 되었다.

5.9.5 종합평가

가. 종합평가

본 시설물에 대한 외관조사 및 내구성조사 결과를 종합적으로 평가한 결과 "문제점이 없는 최상의 상태"인 『 A등급 』으로 평가되었으나 세부지침 상의 평균값에 의해 평가가 산정된 것임으로 현장조사에서 발견된 금회 조사의 주요 손상인 백태, 누수, 보수부 재손상(들뜸,박락,박리 등)에 대해 보수를 실시하여 손상부를 통한 지하수 유입 억제가 요구된다.

나. 정밀안전진단 및 구조물의 사용제한의 필요성 여부

금회 외관조사 및 내구성조사, 상태평가 결과 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한은 필요치 않다.

다. 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

· 균열(0.3㎜미만) : 균열보수 후 진행성 여부 점검
· 균열부백태, 백태 : 보수 후 재손상 여부 점검
· 누수 : 보수 후 재손상 여부 점검
· 철근노출 : 보수 후 재손상 여부 점검
· 배수설비 : 작동 상태 여부 점검