REX-CSP 사용 매뉴얼

Corrugated Steel Pipe Structural Calculation — User Manual

파형강관 구조계산 프로그램 v1.0.0 | 대만 ASTM A796·AASHTO / 한국 KL-510·KDS

문서번호	RXS-2026-KR-MAN-001
발행일	2026-11-03
개발	Brian Jun (전병건)
대상	Rexsteel Inc. · JV 雷克斯波形鋼鐵股份有限公司 기술·영업 담당자

Rexsteel Inc. | 雷克斯波形鋼鐵股份有限公司

1

개요

1.1 프로그램 목적

REX-CSP 는 땅속에 묻는 나선형 파형강관(0RS·1RS·3RS)의 구조 안전성을 검토하고, 발주처·설계사에 바로 제출할 수 있는 구조계산서(Word)를 출력하는 프로그램이다. 대만은 ASTM A796·AASHTO 기준과 대만 설계하중(도로·철도), 한국은 KL-510 계산서 방식과 한국 설계하중(도로 KL-510, 철도 KRL-2012·LS-22)으로 계산한다.

1.2 주요 기능

기능	내용
구조 검토	관벽 압축·좌굴, 연성계수, 최소 토피, 처짐 — 설계 토피 1 개 조건 검토
관경별 적용범위표	선택 단면 전 관경·두께의 최소 토피 / 최대 성토높이 / 관체중량 / 5% 변형 외압강도
계산서 출력	JV 또는 REXSTEEL 로고, 렉스틸 기술문서 양식의 Word 계산서 (한국어 / 繁體中文)
엑셀 출력	관경별 적용범위표를 Excel 로 저장 (카탈로그·제안서용)
화면 언어	한국어 / 繁體中文 즉시 전환

표 1-1 주요 기능

1.3 적용 범위

구분	대만판	한국판
설계 기준	ASTM A796 / AASHTO Standard	KL-510 계산 방식 (KDS)
도로 하중	HS20-44 (MS18), 1.25 × HS20-44	KL-510 표준트럭 + 차로하중
철도 하중	Cooper E80 (대만철로 KS-18 포함)	KRL-2012 (신설·고속), LS-22 (기존선)
단면	0RS · 1RS · 3RS (KS D 3590)	0RS · 1RS · 3RS (KS D 3590)
처짐 검토	참고값 표시 (ASTM 기준 없음)	Iowa 공식 5 % 이내
기본 로고	JV (浚利 × REXSTEEL)	REXSTEEL

표 1-2 대만판·한국판 적용 범위

2

설치

2.1 설치 파일로 설치

1. REX-CSP_Setup_v1.0.0.exe 를 더블클릭한다. (관리자 권한·비밀번호 필요 없음)
2. 설치 언어(한국어 / 繁體中文 / English)를 고르고 「다음」을 누른다.
3. 설치 위치는 기본값 그대로 두고, 필요하면 「바탕화면 아이콘 만들기」를 체크한다.
4. 「설치」 → 「마침」. 바탕화면 또는 시작 메뉴의 REX-CSP 아이콘으로 실행한다.

제거: 윈도우 설정 → 앱 → REX-CSP → 제거. 사용자 설정은 %LOCALAPPDATA%\REX-CSP 에 남는다.

2.2 설치 파일 만들기 (관리자용)

파일	용도	필요 프로그램
build_win\run_dev.bat	설치 없이 바로 실행 (시험용)	Python 3.10~3.13
build_win\build_win.bat	설치 파일 생성 → build_win\setup\REX-CSP_Setup_v1.0.0.exe	Python + Inno Setup 6

표 2-1 실행·빌드 파일

3

화면 구성

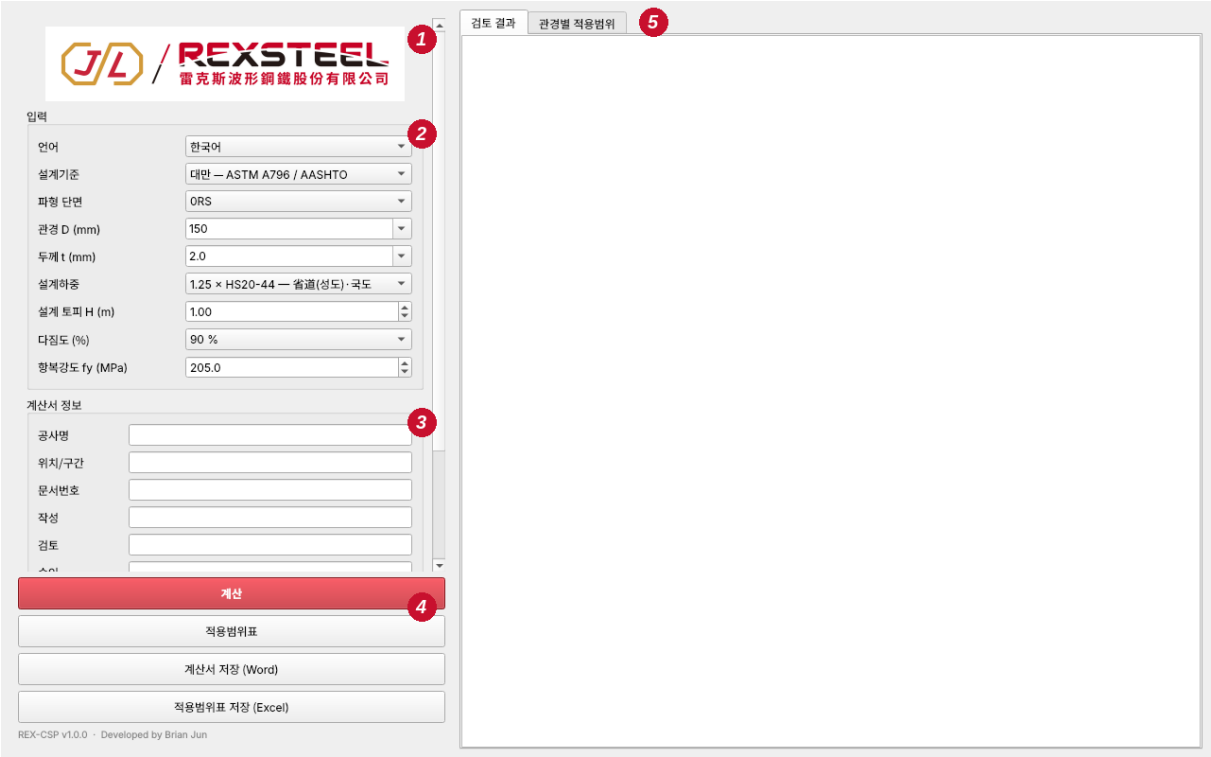


그림 3-1 시작 화면

영역	내용
① 로고	설계기준에 따라 JV 로고(대만) 또는 REXSTEEL 로고(한국)로 바뀐다.
② 입력	언어, 설계기준, 파형 단면, 관경, 두께, 설계하중, 설계 토피, 다짐도, 항복강도
③ 계산서 정보	공사명, 위치/구간, 문서번호, 작성·검토·승인, 회사명, 주소, 로고, 적용범위표 포함
④ 버튼	계산 / 적용범위표 / 계산서 저장(Word) / 적용범위표 저장(Excel)
⑤ 결과 탭	「검토 결과」 탭과 「관경별 적용범위」 탭

표 3-1 화면 영역

4

입력 항목



그림 4-1 입력 영역

항목	설명	비고
언어	화면과 계산서 언어	즉시 반영
설계기준	대만 — ASTM A796 / AASHTO, 한국 — KL-510	하중 목록·로고·회사명 변경
파형 단면	0RS (38×6.5), 1RS (68×13), 3RS (76.2×25.4)	KS D 3590
관경 D	목록 선택 또는 직접 입력 (mm)	0RS 150~600 / 1RS 300~1800 / 3RS 900~2400
두께 t	목록 선택 또는 직접 입력 (mm)	0RS 1.6 · 2.0 / 1RS 1.6~3.2 / 3RS 2.0~3.2
설계하중	대만: HS20-44, 1.25×HS20-44, Cooper E80 / 한국: KL-510, KRL-2012, LS-22	대만 省道(성도)·국도는 1.25 배
설계 토피 H	도로: 포장 하면~관 상단, 철도: 침목 하면~관 상단 (m)	검토할 실제 토피
다짐도	85 / 90 / 95 % (AASHTO T99) — 대만판	K·k 계수 자동 적용
항복강도 fy	기본 205 MPa (SGHC). 강재가 다르면 수정	한국판 기본 205.9

표 4-1 입력 항목 설명

5

계산 및 결과 확인

5.1 계산 순서

1. 설계기준·단면·관경·두께·하중·설계 토피를 입력한다.
2. 「계산」을 누른다.
3. 오른쪽 「검토 결과」 탭에서 항목별 값과 O.K / N.G 를 확인한다.

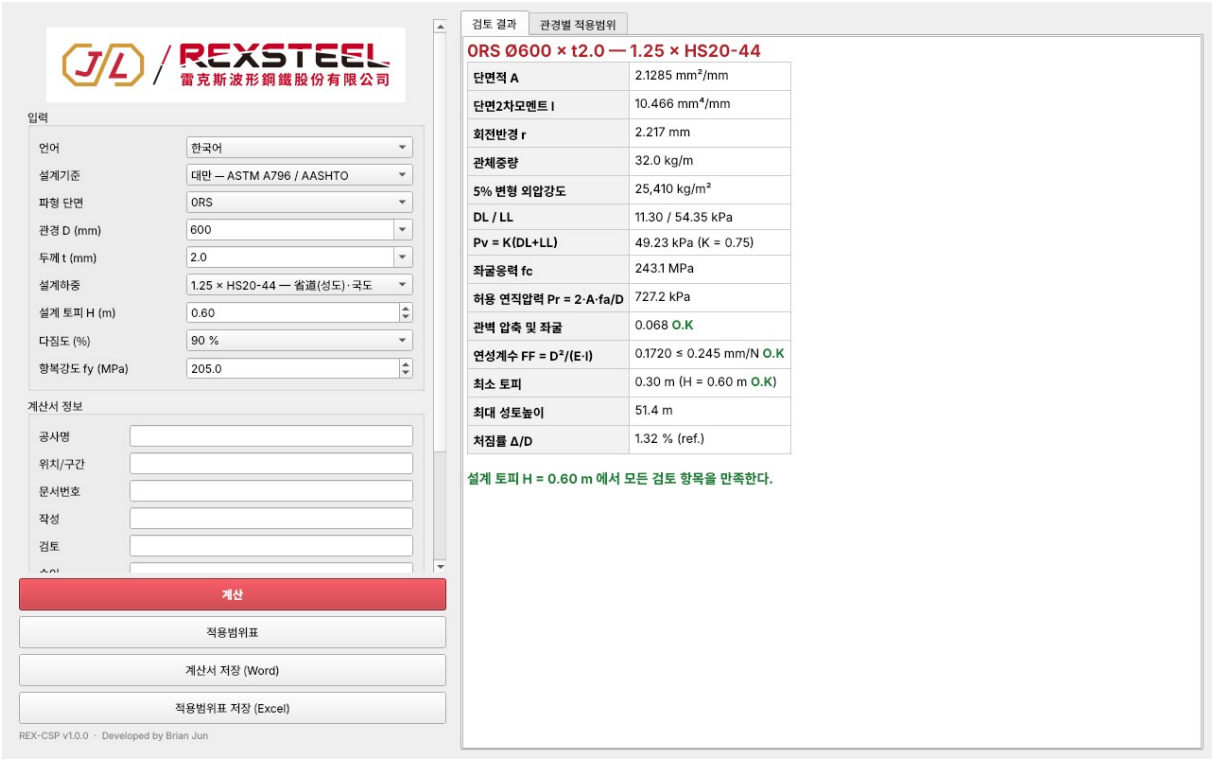


그림 5-1 검토 결과 — 대만 0RS Ø600 t2.0, 1.25×HS20-44, H = 0.6 m

결과 항목	의미
단면적 A · 단면 2 차모멘트 I · 회전반경 r	파형 단면 성질 (단위폭 1 mm)
관체중량 · 5% 변형 외압강도	제품값 (카탈로그 표와 동일)
DL / LL, Pv	토압, 활하중(충격 포함), 설계 연직압력 Pv = K(DL+LL)
좌굴응력 fc · 허용 연직압력 Pr	ASTM A796 좌굴식, Pr = 2·A·fa/D
관벽 압축 및 좌굴	Pv / Pr (1.0 이하 O.K)
연성계수 FF	$D^2/(E·I) \leq 0.245$ (0RS · 1RS), 0.188 (3RS) mm/N
최소 토피	설계 토피 H 가 최소 토피 이상인지
최대 성토높이	관벽 압축(한국: 처짐 포함) 기준 최대 높이, 100 m 이상은 「100 이상」
처짐률 Δ/D	한국판: 5 % 이내 검토 / 대만판: 참고값(ref.)

표 5-1 결과 항목 설명

5.2 N.G 가 나오는 경우

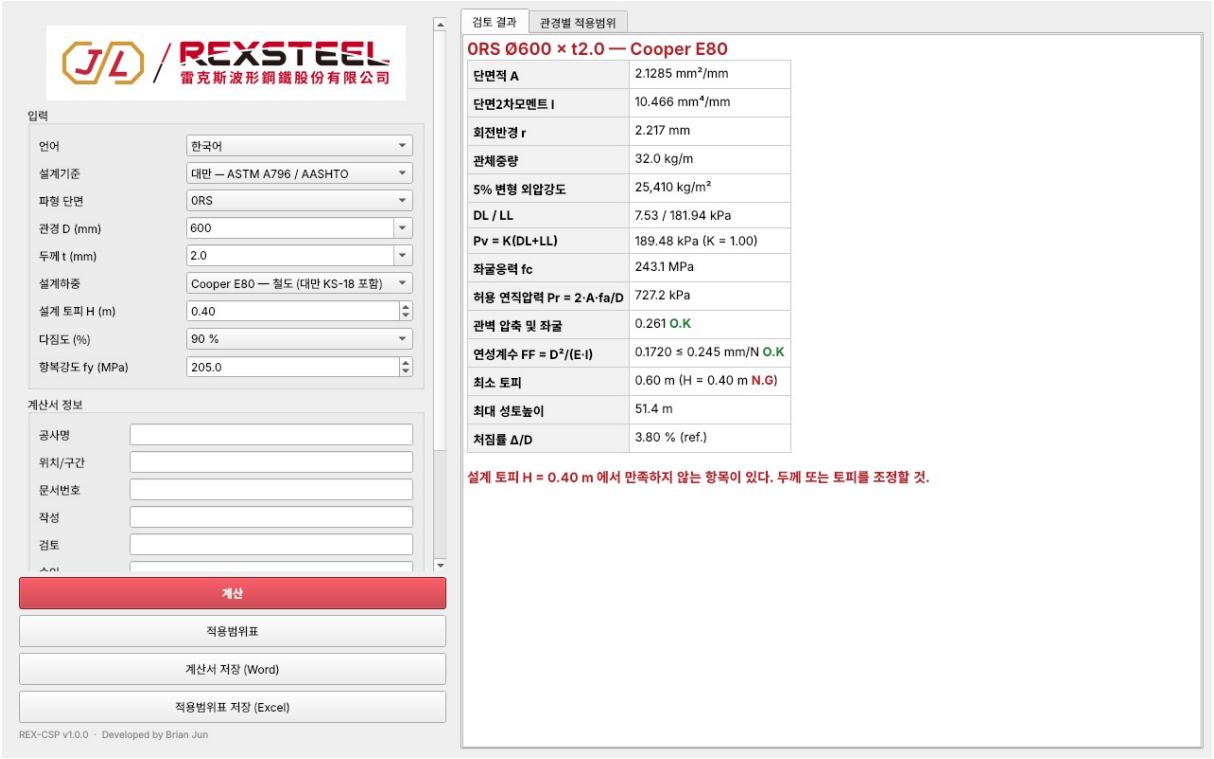


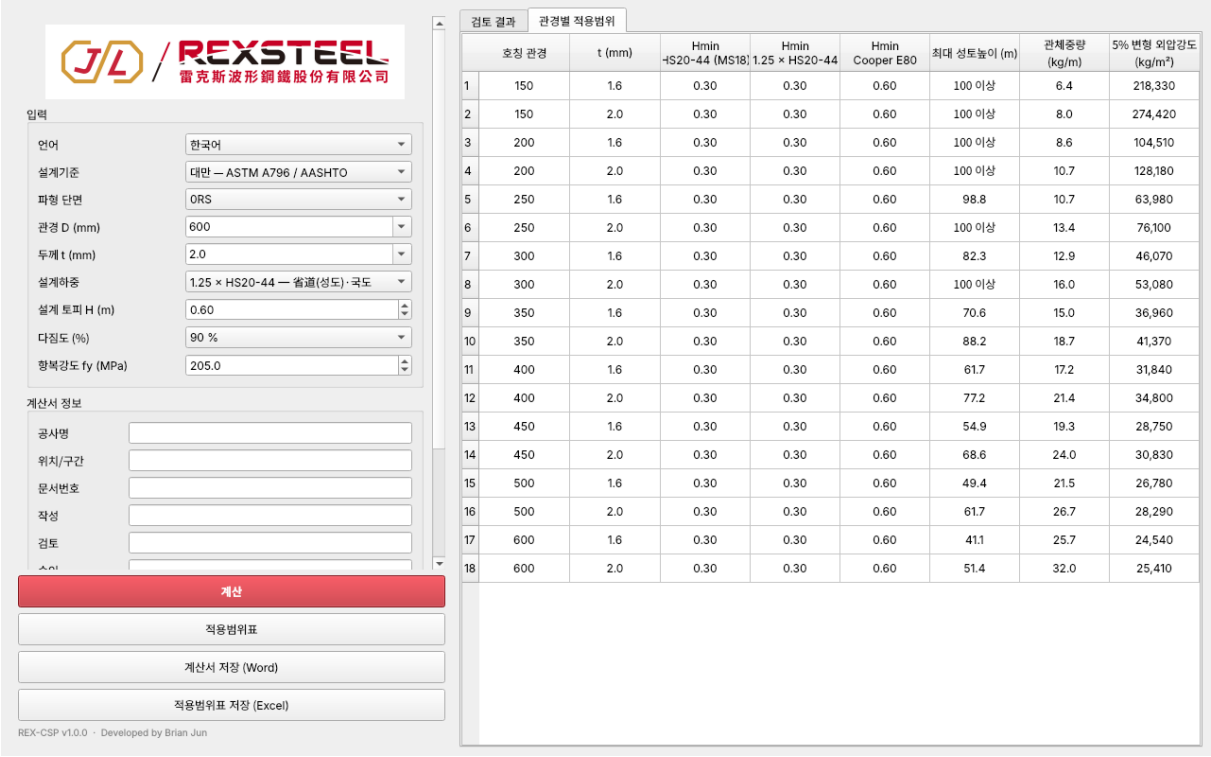
그림 5-2 N.G 예 — 철도 Cooper E80, H = 0.4 m (최소 토피 0.6 m 미만)

빨간 N.G 항목이 있으면 결론 문장도 빨간색으로 표시된다. 두께를 올리거나 토피를 조정한 뒤 다시 계산한다.

6

관경별 적용범위표

1. 단면과 설계기준을 고른다. (관경·두께·토피는 상관없음)
2. 「적용범위표」를 누르면 「관경별 적용범위」 탭에 표가 나온다.
3. 「적용범위표 저장 (Excel)」로 엑셀 파일을 만든다.



	호칭 관경	t (mm)	Hmin HS20-44 (MS18)	Hmin 1.25 × HS20-44	Hmin Cooper E80	최대 성토높이 (m)	관체중량 (kg/m)	5% 변형 외압강도 (kg/m²)
1	150	1.6	0.30	0.30	0.60	100 이상	6.4	218,330
2	150	2.0	0.30	0.30	0.60	100 이상	8.0	274,420
3	200	1.6	0.30	0.30	0.60	100 이상	8.6	104,510
4	200	2.0	0.30	0.30	0.60	100 이상	10.7	128,180
5	250	1.6	0.30	0.30	0.60	98.8	10.7	63,980
6	250	2.0	0.30	0.30	0.60	100 이상	13.4	76,100
7	300	1.6	0.30	0.30	0.60	82.3	12.9	46,070
8	300	2.0	0.30	0.30	0.60	100 이상	16.0	53,080
9	350	1.6	0.30	0.30	0.60	70.6	15.0	36,960
10	350	2.0	0.30	0.30	0.60	88.2	18.7	41,370
11	400	1.6	0.30	0.30	0.60	61.7	17.2	31,840
12	400	2.0	0.30	0.30	0.60	77.2	21.4	34,800
13	450	1.6	0.30	0.30	0.60	54.9	19.3	28,750
14	450	2.0	0.30	0.30	0.60	68.6	24.0	30,830
15	500	1.6	0.30	0.30	0.60	49.4	21.5	26,780
16	500	2.0	0.30	0.30	0.60	61.7	26.7	28,290
17	600	1.6	0.30	0.30	0.60	41.1	25.7	24,540
18	600	2.0	0.30	0.30	0.60	51.4	32.0	25,410

그림 6-1 관경별 적용범위 — 대만 0RS (도로·철도 하중 동시 표시)

최소 토피는 하중별로, 최대 성토높이·관체중량·5% 변형 외압강도는 두께별로 표시된다. 대만 0RS 값은 카탈로그(型錄(형록) 12|13 쪽) 표와 18 행 모두 같다.

7

계산서 출력

7.1 계산서 정보 입력



그림 7-1 계산서 정보

항목	내용
공사명 · 위치/구간 · 문서번호	표지와 머리글. 문서번호 예: RXS-2026-TW-CAL-001
작성 · 검토 · 승인	표지 결재란
회사명 · 주소	표지 하단과 바닥글. 대만/한국 기준별로 따로 기억한다.
로고	JV (浚利 × REXSTEEL) / REXSTEEL
적용범위표 포함	체크하면 계산서 6 장에 관경별 적용범위표를 붙인다.

표 7-1 계산서 정보 항목

7.2 저장

1. 「계산서 저장 (Word)」을 누른다. (자동으로 다시 계산한 뒤 저장)
2. 저장 위치·파일명을 확인한다. 기본 이름: 문서번호_단면_D 관경_t 두께_하중.docx
3. 저장 후 Word 가 자동으로 열린다. 필요하면 Word 에서 PDF 로 저장해 제출한다.

7.3 계산서 구성

장	내용
표지	로고, 제목, 공사 정보, 결재란, 회사명
1 설계 개요	적용 기준, 강관 제원, 재료·지반 조건, 하중 조건
2 단면 성질	A, I, r, 전개길이비, 관체중량, 5% 변형 외압강도
3 설계 하중	토압, 활하중(분포 방법·충격계수·토피별 값), 설계 연직압력

장	내용
4 구조 검토	관벽 압축·좌굴, 연성계수, 최소 토피, 처짐, 최대 성토높이 — 모든 식에 숫자 대입
5 검토 결과 요약	작용값·허용값·이용률·판정, 결론, 시공 조건
6 관경별 적용범위	(선택) 해당 단면 전 관경·두께 표

표 7-2 계산서 구성



REXSTEEL

파형강관 구조계산서

Structural Calculation — Buried Corrugated Steel Pipe

1RS Ø1000 × t2.0 | KRL-2012 | KDS 47 10 / ASTM A796

공사명	○○선 횡단 배수관
위치/구간	STA. 12+340
문서번호	RXS-2026-KR-CAL-001
작성일	2026-11-03
작성	전병건
검토	
승인	

Rexsteel Inc.

경상남도 함안군 산인면 무곡 5길 15-33 | www.rexsteel.kr

RXS-2026-KR-CAL-001 파형강관 구조계산서 1RS Ø1000 × t2.0

4

구조 검토

4.1 관벽 압축 및 좌굴

최굴 한계관경 = r/(k)·√(24E/fu) = (4.476/0.33)·√(24 × 205,940/274.6) = 1,820 mm

D = 1000 ≤ 1,820 → fc = fu − fu²/(48E)·(kD/r)² = 233.1 MPa

허용압축응력 fa = min(fy, fc)/SF = min(205.9, 233.1) / 2.0 = 102.97 MPa

관벽 압축력 T = Pv·D/2 = 92.74 × 1.000 / 2 = 46.37 kN/m

허용 연직압력 Pr = 2·A·fa/D = 2 × 2.1668 × 102.97 / 1000 × 1000 = 446.2 kPa

Pv / Pr = 92.74 / 446.2 = 0.208 → O.K

4.2 연성계수 (취급·시공 강성)

연성계수 FF = D³/(E·I) = 1000³ / (205,940 × 43.413) = 0.1118 mm/N ≤ 0.245 mm/N → O.K

4.3 최소 토피

규정 최소토피 (철도: D/4 이상, 0.6 m 이상, 침목 하면 기준) = max(0.250, 0.60) = 0.60 m

최소 토피 Hmin = 0.60 m (Pv ≤ Pr) → H = 1.00 m ≥ Hmin → O.K

4.4 처짐 (Iowa 공식)

Δx = DL·Kx·(DL+LL)·R³ / (E·I + 0.061·E'·R³) = 35.48 mm

처짐률 Δ/D = 3.55 % ≤ 5 % → O.K

4.5 최대 성토높이

최대 성토높이 = 9.3 m (최장 자배)

나선 폭심(Lock seam) 관으로 이음 검토 대상이 아니다 (ASTM A760 형식 시험 성적으로 확인).

Rexsteel Inc. · www.rexsteel.kr 4

RXS-2026-KR-CAL-001 파형강관 구조계산서 1RS Ø1000 × t2.0

6

관경별 적용범위

호칭 관경 (mm)	t (mm)	Hmin KL-510	Hmin KRL-2012	Hmin LS-22	최대 성토높이 (m)	관체중량 (kg/m)	5% 변형 허용 강도 (kg/m²)
300	1.6	0.30	0.60	0.60	59.1	13.1	112,870
300	2.0	0.30	0.60	0.60	72.6	16.3	138,560
300	2.7	0.30	0.60	0.60	97.1	21.9	185,020
300	3.2	0.30	0.60	0.60	100 이상	25.9	219,600
350	1.6	0.30	0.60	0.60	39.9	15.3	76,410
350	2.0	0.30	0.60	0.60	48.4	19.0	92,590
350	2.7	0.30	0.60	0.60	63.9	25.6	121,650
350	3.2	0.30	0.60	0.60	75.3	30.3	143,630
400	1.6	0.30	0.60	0.60	29.2	17.5	55,950
400	2.0	0.30	0.60	0.60	34.9	21.7	66,790
400	2.7	0.30	0.60	0.60	45.2	29.2	86,390
400	3.2	0.30	0.60	0.60	52.9	34.6	100,980
450	1.6	0.30	0.60	0.60	22.6	19.7	43,590
450	2.0	0.30	0.60	0.60	26.6	24.5	51,200
450	2.7	0.30	0.60	0.60	33.9	32.9	64,970
450	3.2	0.30	0.60	0.60	39.3	38.9	75,210
500	1.6	0.30	0.60	0.60	18.5	21.8	35,680
500	2.0	0.30	0.60	0.60	21.4	27.2	41,230
500	2.7	0.30	0.60	0.60	26.7	36.6	51,270
500	3.2	0.30	0.60	0.60	30.6	43.2	58,740
600	1.6	0.30	0.60	0.60	13.7	26.2	26,720
600	2.0	0.30	0.60	0.60	15.4	32.6	29,940
600	2.7	0.30	0.60	0.60	18.5	43.9	35,740
600	3.2	0.30	0.60	0.60	20.8	51.9	40,070
700	1.6	0.30	0.60	0.60	11.3	30.6	22,170
700	2.0	0.30	0.60	0.60	12.4	38.1	24,190
700	2.7	0.30	0.60	0.60	14.3	51.2	27,850
700	3.2	0.30	0.60	0.60	15.8	60.5	30,570
750	1.6	0.30	0.60	0.60	10.5	32.8	20,720
750	2.0	0.30	0.60	0.60	11.4	40.8	22,360
750	2.7	0.30	0.60	0.60	13.0	54.8	25,340
750	3.2	0.30	0.60	0.60	14.2	64.9	27,550
800	1.6	0.30	0.60	0.60	9.9	34.9	19,610
800	2.0	0.30	0.60	0.60	10.7	43.5	20,970
800	2.7	0.30	0.60	0.60	12.0	58.5	23,420
800	3.2	0.30	0.60	0.60	12.9	69.2	25,240
900	1.6	0.30	0.60	0.60	9.1	39.3	18,060
900	2.0	0.30	0.60	0.60	9.6	48.9	19,020
900	2.7	0.30	0.60	0.60	10.5	65.8	20,740
900	3.2	0.30	0.60	0.60	11.2	77.8	22,020

Rexsteel Inc. · www.rexsteel.kr 6

그림 7-2 계산서 예 — 한국 1RS Ø1000 t2.0, KRL-2012 (표지 · 4 장 · 6 장)

8

한국판 (도로·철도)

8.1 도로 KL-510

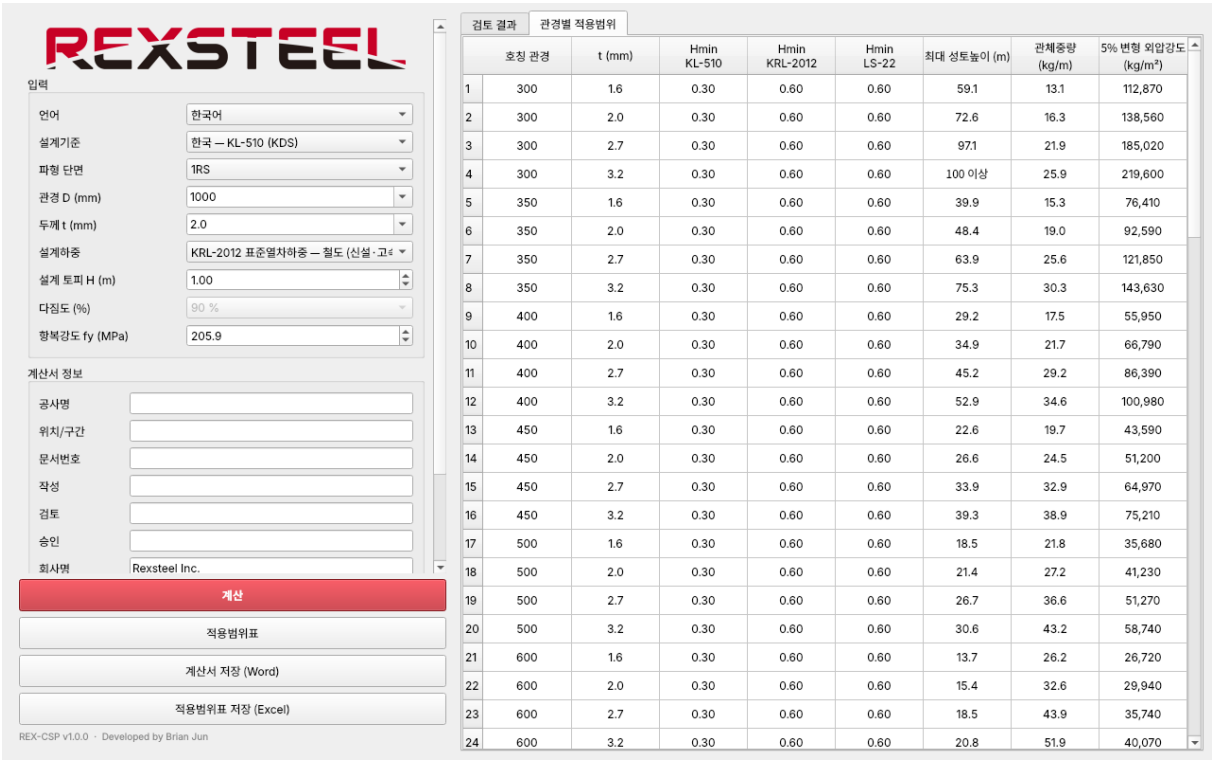


그림 8-1 한국 KL-510 — 1RS Ø1000 t2.0, H = 1.5 m

8.2 철도 KRL-2012 · LS-22



그림 8-2 한국 철도 KRL-2012 — 1RS Ø1000 t2.0, H = 1.0 m



	호칭 관경	t (mm)	Hmin KL-510	Hmin KRL-2012	Hmin LS-22	최대 성토높이 (m)	관체중량 (kg/m)	5% 변형 외압강도 (kg/m²)
1	300	1.6	0.30	0.60	0.60	59.1	13.1	112,870
2	300	2.0	0.30	0.60	0.60	72.6	16.3	138,560
3	300	2.7	0.30	0.60	0.60	97.1	21.9	185,020
4	300	3.2	0.30	0.60	0.60	100 이상	25.9	219,600
5	350	1.6	0.30	0.60	0.60	39.9	15.3	76,410
6	350	2.0	0.30	0.60	0.60	48.4	19.0	92,590
7	350	2.7	0.30	0.60	0.60	63.9	25.6	121,850
8	350	3.2	0.30	0.60	0.60	75.3	30.3	143,630
9	400	1.6	0.30	0.60	0.60	29.2	17.5	55,950
10	400	2.0	0.30	0.60	0.60	34.9	21.7	66,790
11	400	2.7	0.30	0.60	0.60	45.2	29.2	86,390
12	400	3.2	0.30	0.60	0.60	52.9	34.6	100,980
13	450	1.6	0.30	0.60	0.60	22.6	19.7	43,590
14	450	2.0	0.30	0.60	0.60	26.6	24.5	51,200
15	450	2.7	0.30	0.60	0.60	33.9	32.9	64,970
16	450	3.2	0.30	0.60	0.60	39.3	38.9	75,210
17	500	1.6	0.30	0.60	0.60	18.5	21.8	35,680
18	500	2.0	0.30	0.60	0.60	21.4	27.2	41,230
19	500	2.7	0.30	0.60	0.60	26.7	36.6	51,270
20	500	3.2	0.30	0.60	0.60	30.6	43.2	58,740
21	600	1.6	0.30	0.60	0.60	13.7	26.2	26,720
22	600	2.0	0.30	0.60	0.60	15.4	32.6	29,940
23	600	2.7	0.30	0.60	0.60	18.5	43.9	35,740
24	600	3.2	0.30	0.60	0.60	20.8	51.9	40,070

그림 8-3 한국 1RS 적용범위 — KL-510 · KRL-2012 · LS-22 동시 표시

9

계산 방법 요약

항목	대만판 (ASTM A796 / AASHTO)	한국판 (KL-510 방식)
흙 단위중량	18.83 kN/m³ (1,920 kgf/m³)	18.63 kN/m³
강재	fy 205, fu 270, E 200,000 MPa	fy 205.9, fu 274.6, E 205,940 MPa
도로 활하중	1.75H 분포, 바퀴 겹침 합산, 2 대 병행	KL-510 2:1 분포 + 차로하중
철도 활하중	Cooper E80 압력표 (충격 포함)	E80 압력표 × 하중비: KRL-2012 0.685, LS-22 0.606
충격계수 (도로)	0–0.3 m 30 %, 0.3–0.6 m 20 %, 0.6–0.9 m 10 %	i = 0.4(1−0.5H) ≥ 0.1
하중계수 K (H ≥ D)	0.86 / 0.75 / 0.65 (다짐 85 / 90 / 95 %)	0.75
좌굴 토양강성 k	0.44 (85 %) / 0.22 (90 % 이상)	0.33
최소 토피	도로 0.3 m·A796 §11 식 이상 / 철도 D/4 이상, 0.6 m 이상 (관벽 압축 O.K)	도로 D ≤ 1200: 0.3 / ≤ 1800: 0.45 / 그 이상 0.6 m, 철도 D/4 이상·0.6 m 이상
처짐	참고값 (E′ 6.9 MPa, Kx 0.1)	Δ/D ≤ 5 % (E′ 5,044 kPa, Kx 0.1088)

표 9-1 대만판·한국판 계산 방법

10

검증 결과 · 유의사항

10.1 시험 결과 (2026-11-03)

시험 항목	대상	결과
KL-510 엑셀 계산서 대조 (1RS·3RS)	108 행	108 행 일치
대만 카탈로그 적용범위표 대조 (0RS)	18 행	18 행 일치
전 조합 계산 실행 (기준×단면×관경×두께×하중)	936 건	오류 0 건
계산서 Word 출력 (대만·한국 × 한국어·번체 × 0RS·1RS·3RS)	6 건	6 건 정상

표 10-1 프로그램 시험 결과

10.2 유의사항

- 0RS 내측 굽힘반경 r = 7.94 mm 는 KS 미규정으로 AISI 1½×¼ 값을 가정했다. 1RS·3RS 는 17.5 mm.
- 철도하중은 ASTM A796 / AREMA Cooper E80 압력표(충격 포함)를 기준으로 하며, 대만철로 KS-18 을 포함한다. 한국 KRL-2012·LS-22 는 축하중비로 환산한 값이며 KDS 47 10 원문 대조 후 확정한다.
- 철도 최소 토피는 ASTM A796 §11 에 따라 침목 하면 기준 D/4 이상, 0.6 m 이상이다. 발주처(국가철도공단 등) 기준이 더 크면 그 값을 따른다.
- 나선 록심(Lock seam) 관이므로 이음 강도 검토는 하지 않는다.
- 편토압, 연약지반, 특수 하중, 다련 설치 등 표준 조건을 벗어나면 별도 구조 검토가 필요하다.
- 계산서는 기술 검토용이며, 최종 제출 전 기술자가 내용을 확인한다.

10.3 파일 위치

구분	위치
프로그램 원본	E:\CSP
설정 (회사명·문서정보)	%LOCALAPPDATA%\REX-CSP\settings.json
오류 기록	%LOCALAPPDATA%\REX-CSP\logs

표 10-2 파일 위치