

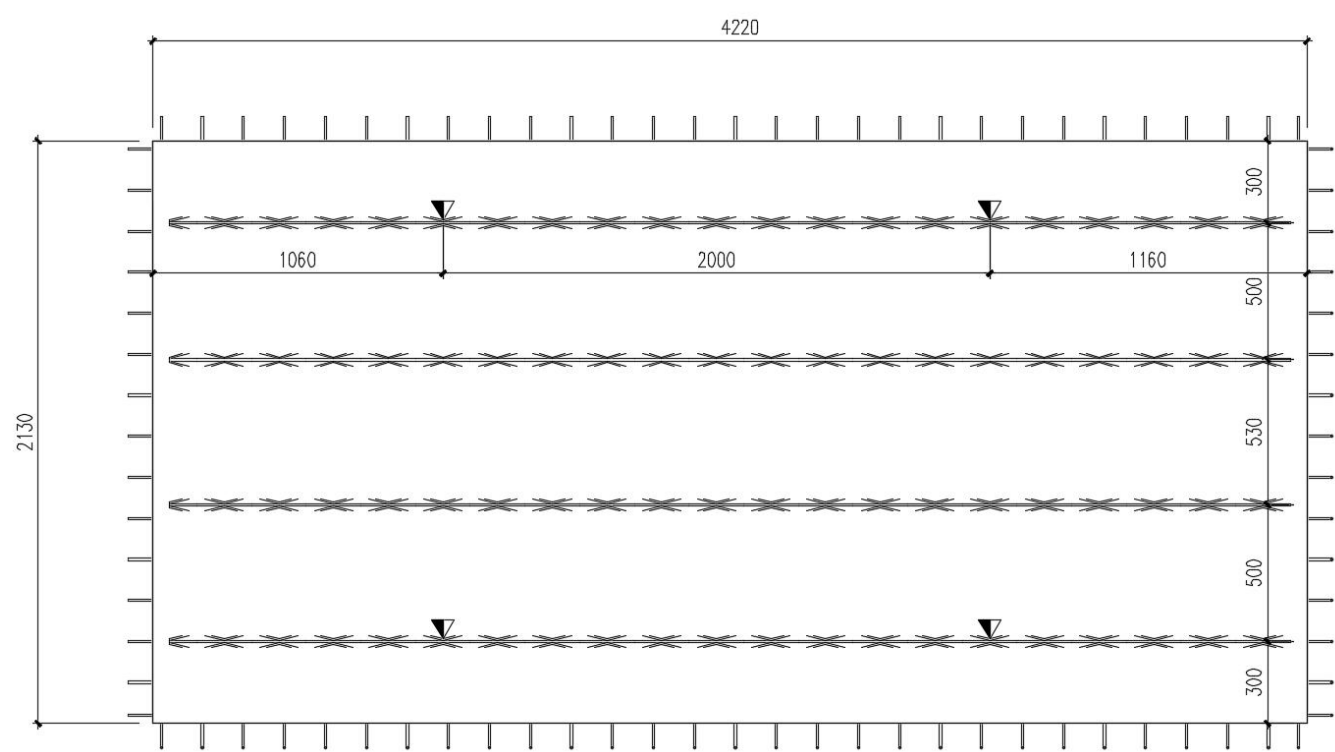
一、叠合板计算书

计算书说明：叠合板计算分为脱模起吊计算、构件堆放计算、构件运输计算、构件施工计算、叠合板叠合板抗剪计算。

由于构件脱模的过程受力远大于构堆放、运输、施工的受力（施工时的每平方施工荷载比脱模过程的小，且支撑间距不大于 1.5m），所以叠合板仅需验算脱模起吊及叠合板叠合面抗剪问题。

以下为叠合板的脱模验算过程：

项目中叠合板种类有多种,叠合板脱模验算时通过验算起吊点距离板边的最大距离、起吊点间的最大距离，得出所有叠合板设计时起吊点的布置要求，从而所有的叠合板起吊过程都满足受力要求。以设置四个吊点最长的板（4220x2130x60）为例进行计算：



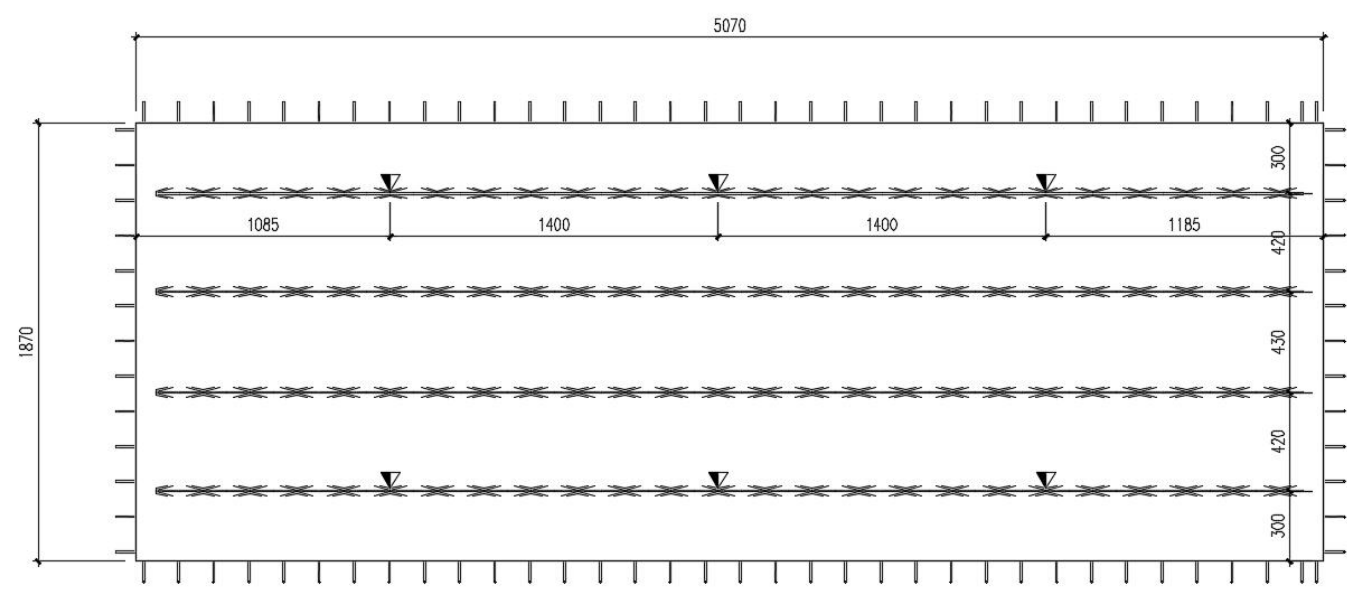
叠合板脱模起吊允许弯矩计算				
参数		数值	单位	参数含义
fck	=	20.1	N/mm ²	fck 为混凝土立方体抗压强度标准值。
fc	=	14.3	N/mm ²	fc 为混凝土轴心抗压强度设计值。
ftk	=	2.01	N/mm ²	ftk 为混凝土轴心抗拉强度标准值。
fyk	=	400	N/mm ²	fyk 为钢筋受拉强度标准值。
h	=	99	mm	h 为预制板底至上弦筋形心的距离。
h1	=	72	mm	h1 为与桁架筋平行的板内分布筋形心到上弦筋形心的距离。
hs	=	72	mm	hs 为下弦筋和上弦筋的形心距离。
t	=	60	mm	t 为预制板的厚度。
Bo	=	600	mm	Bo 为组合梁有效宽度。
A1	=	252.5	mm ²	A1 为组合梁有效宽度内与桁架筋平行的板内分布筋面积。
As	=	101	mm ²	As 为下弦筋面积。
Ac	=	50.5	mm ²	Ac 为上弦筋面积。
α E	=	6.6667		α E 为钢筋与预制板混凝土的弹性模量之比。（α E=Es/Ec）
λ	=	100		λ 为上弦筋长细比。（λ =L/i，i=D/4）
uc	=	0.475		uc 为上弦筋受压稳定系数。（查表求得）
yo	=	30.44915622	mm	yo 为等效组合梁中性轴距。
Io	=	12413167.57	mm ⁴	Io 为等效组合梁惯性矩。
Wo	=	407668.688	mm ³	Wo 为等效组合梁混凝土受拉边缘弹性抵抗矩。（下边缘）
Wc	=	181079.720	mm ³	Wc 为等效组合梁上弦筋受拉边缘弹性抵抗矩。（上边缘）
Mo1	=	0.6146	KN.m	Mo1 为等效组合梁跨中最大正弯矩。 Mo1=0.75*ft*Wo（由叠合板开裂容许弯矩控制的情况一）
Mo2	=	0.69	KN.m	Mo2 为等效组合梁跨中最大正弯矩。（由上弦筋受压失稳控制的情况二）
Mo3	=	5.09	KN.m	Mo3 为等效组合梁跨中最大正弯矩。（由分布钢筋受拉应力控制的情况三）
Mo	=	0.6146	KN.m	Mo 为等效组合梁跨中可承受的最大正弯矩。 Mo=min {Mo1, Mo2, Mo3}。
Mc1	=	7.6053	KN.m	Mc 为等效组合梁支座处最大负弯矩。（由上弦筋受拉屈服弯矩控制的情况一）
Mc2	=	6.5553	KN.m	Mc 为等效组合梁支座处最大负弯矩。（由预制混凝土正截面压应力控制的情况二）
Mc	=	6.5553	KN.m	Mc 为等效组合梁支座处可承受的最大负弯矩。 Mc=min {Mc1, Mc2}。

叠合板脱模起吊弯矩计算				
参数		数值	单位	参数含义
B	=	2.13	m	B 为预制板的宽度。
L	=	4.22	m	L 为预制板的长度。
t	=	0.06	m	t 为预制板的厚度。
S	=	8.9886	m ²	S 为预制板的面积。
G	=	13.4829	KN	G 为预制板的重量。
F1	=	29.66238	KN	F1 为脱模荷载（1.2*自重+S*模板吸附力 1.5）
F2	=	20.22435	KN	F2 为脱模荷载（自重*动力系数 1.5）
F	=	29.66238	KN	F=max {F1, F2} （基本组合）
q	=	3.3	KN/m ²	q 为板均布面荷载（q=F/S）。
Q	=	1.98	KN/m	Q 为组合梁有效宽度内的均布线荷载（Q=q*Bo）。
L1	=	1.06	m	L1 为预制板左端悬挑长度。
L2	=	1.16	m	L2 为预制板右端悬挑长度。
L3	=	2	m	L3 为预制板跨中长度。
M _A	=	1.112364	KN.m	M _A 为等效组合梁支座处负弯矩。
M _B	=	1.332144	KN.m	M _B 为等效组合梁支座处负弯矩。
M _C	=	-0.232254	KN.m	M _C 为等效组合梁跨中正弯矩。

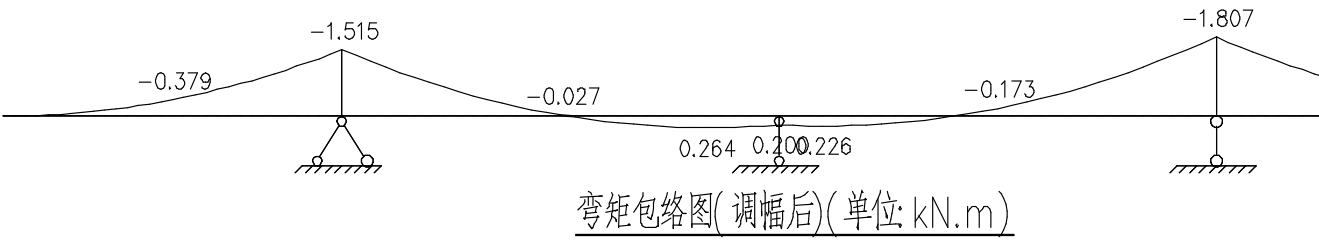
结论：通过与叠合板起吊的弯矩值比较，可知预制板的起吊满足要求。

对于 6cm 叠合板、配筋 C8@180 时，叠合板的吊点设置满足：左右吊点设置再叠合板的 1/4 处，即可满足叠合板脱模要求。

验算 6 个吊点 6cm 厚的预制板。以本项目最长的板（5070x1870x60）为例进行计算：



叠合板脱模起吊允许弯矩计算				
参数		数值	单位	参数含义
fck	=	20.1	N/mm ²	fck 为混凝土立方体抗压强度标准值。
fc	=	14.3	N/mm ²	fc 为混凝土轴心抗压强度设计值。
ftk	=	2.01	N/mm ²	ftk 为混凝土轴心抗拉强度标准值。
fyk	=	400	N/mm ²	fyk 为钢筋受拉强度标准值。
h	=	99	mm	h 为预制板底至上弦筋形心的距离。
h1	=	72	mm	h1 为与桁架筋平行的板内分布筋形心到上弦筋形心的距离。
hs	=	72	mm	hs 为下弦筋和上弦筋的形心距离。
t	=	60	mm	t 为预制板的厚度。
Bo	=	600	mm	Bo 为组合梁有效宽度。
A1	=	252.5	mm ²	A1 为组合梁有效宽度内与桁架筋平行的板内分布筋面积。
As	=	101	mm ²	As 为下弦筋面积。
Ac	=	50.5	mm ²	Ac 为上弦筋面积。
α E	=	6.6667		α E 为钢筋与预制板混凝土的弹性模量之比。（α E=Es/Ec）
λ	=	100		λ 为上弦筋长细比。（λ =L/i，i=D/4）
uc	=	0.475		uc 为上弦筋受压稳定系数。（查表求得）
yo	=	30.44915622	mm	yo 为等效组合梁中性轴距。
Io	=	12413167.57	mm ⁴	Io 为等效组合梁惯性矩。
Wo	=	407668.688	mm ³	Wo 为等效组合梁混凝土受拉边缘弹性抵抗矩。（下边缘）
Wc	=	181079.720	mm ³	Wc 为等效组合梁上弦筋受拉边缘弹性抵抗矩。（上边缘）
Mo1	=	0.6146	KN.m	Mo1 为等效组合梁跨中最大正弯矩。 Mo1=0.75*ft*t*Wo（由叠合板开裂容许弯矩控制的情况一）
Mo2	=	0.69	KN.m	Mo2 为等效组合梁跨中最大正弯矩。（由上弦筋受压失稳控制的情况二）
Mo3	=	5.09	KN.m	Mo3 为等效组合梁跨中最大正弯矩。（由分布钢筋受拉应力控制的情况三）
Mo	=	0.6146	KN.m	Mo 为等效组合梁跨中可承受的最大正弯矩。 Mo=min {Mo1, Mo2, Mo3}。
Mc1	=	7.6053	KN.m	Mc 为等效组合梁支座处最大负弯矩。（由上弦筋受拉屈服弯矩控制的情况一）
Mc2	=	6.5553	KN.m	Mc 为等效组合梁支座处最大负弯矩。（由预制混凝土正截面压应力控制的情况二）
Mc	=	6.5553	KN.m	Mc 为等效组合梁支座处可承受的最大负弯矩。 Mc=min {Mc1, Mc2}。



结论：通过与叠合板起吊的弯矩值比较，可知预制板的起吊满足要求。

叠合板叠合面抗剪验算

本项目所有叠合板均配置了钢筋桁架，且叠合板面设置了 4mm 深度的粗糙面，此时不必验算叠合板面抗剪。

二、预制楼梯计算书

执行规范:

《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010), 本文简称《混凝土规范》
《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012), 本文简称《荷载规范》

钢筋: d - HPB300; D - HRB335; E - HRB400; F - RRB400; G - HRB500; P - HRBF335; Q - HRBF400; R - HRBF500

本项目预制楼梯采用立式模具生产方式, 故本项目预制楼梯的几个受力工况: 脱模、堆放、吊装、运输、使用工况下, 使用工况的受力最大, 故脱模、堆放、吊装、运输工况无另做受力分析。以下为使用工况下的预制楼梯受力计算书:

1 已知条件:

几何信息:

左标高=0.000m ; 右标高=1.800m
平台长度(左)=0mm ; 平台长度(右)=0mm
平台厚度(左)=180mm ; 平台厚度(右)= 180mm
内延长(左)= 400mm ; 内延长(右)= 400mm
平台梁尺寸:
B₂=200mm ; H₂=400mm
B₃=200mm ; H₃=400mm
梯段长度= 3600mm ; 踏步数= 11
梯板厚度= 130mm ; 梯跨长度 L₀= 3350mm , 梯井宽: 150mm
平面类型: 双跑

荷载信息:

附加恒荷载= 1.000kN/m² 活荷载: 3.500kN/m²
恒载分项系数: 1.3 ; 活载分项系数: 1.5 ; 活载调整系数: γ_L=1.00
混凝土等级: C30 , f_c=14.30 N/mm²
混凝土容重: 25.00 kN/mm³
配筋调整系数: 1.00 ; 纵筋保护层厚度: c=15mm
板纵筋等级: HRB400 ; f_y=360 N/mm²
梁纵筋等级: HRB400 ; f_y=360 N/mm²
梁箍筋等级: HRB400 ; f_y=360 N/mm²

验算信息:

挠度限值: L₀/200 ; 裂缝限值: 0.40mm

计算要求:

1) 楼梯板计算; 2) 平台梁计算; 3) 板裂缝验算; 4) 板挠度验算

2 荷载与内力计算:

(1) 荷载计算

标准值(q_k):

左平台: 9.000 kN/m 斜梯段: 10.310 kN/m 右平台: 9.000 kN/m

设计值(q):

左平台: 12.400 kN/m 斜梯段: 14.103 kN/m 右平台: 12.400 kN/m

准永久值(q_e):

左平台: 7.250 kN/m 斜梯段: 8.560 kN/m 右平台: 7.250 kN/m

(2) 内力计算:

a. 楼梯板: 矩阵位移法求解。

3 计算结果:

计算说明:

(a) 简化方法: 取板沿着宽度方向单位长度的板带

(b) 计算方法: 矩阵位移法

单位说明:

弯矩:kN.m/m 剪力:kN/m 挠度:mm
纵筋面积:mm²/m 截面尺寸:mm×mm 裂缝:mm

板段配筋计算结果:

计算板段-1(左内延长): 截面 B×H = 1000×180

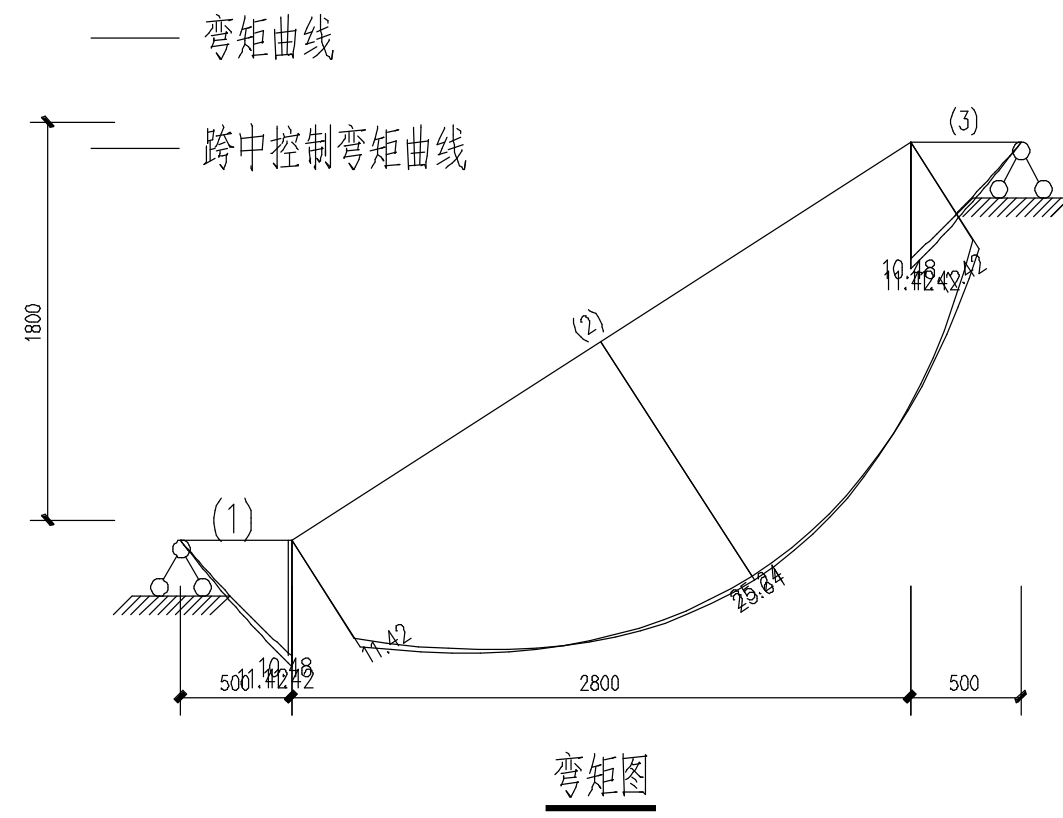
截面:	左	中	右
弯矩(M):	-0.000	11.422	11.422
剪力(V):	25.944	22.844	19.744
截面验算: V _{max} =25.94kN < 0.7β _f hftbh ₀ =160.16kN 截面满足			
上部计算纵筋(As'):	0.000	0.000	0.000
下部计算纵筋(As):	360.000	360.000	360.000
上纵实配: E8@200(251, 0.14%)			
E8@200(251, 0.14%)			
下纵实配: E12@140(808, 0.45%) E12@140(808, 0.45%)			
E12@140(808, 0.45%)			
裂缝(w):	0.000	0.016	0.016

裂缝限值：[ω]= 0.40mm
验算结论：ω_{max}=0.016mm < [ω]=0.40mm ， 满足。

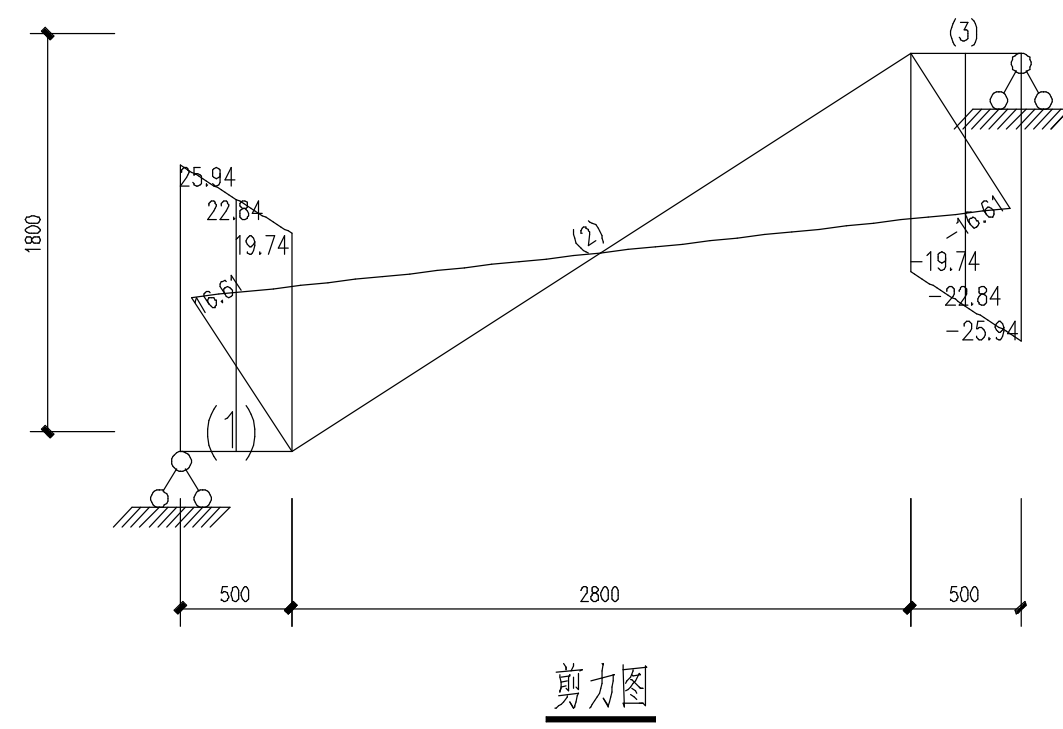
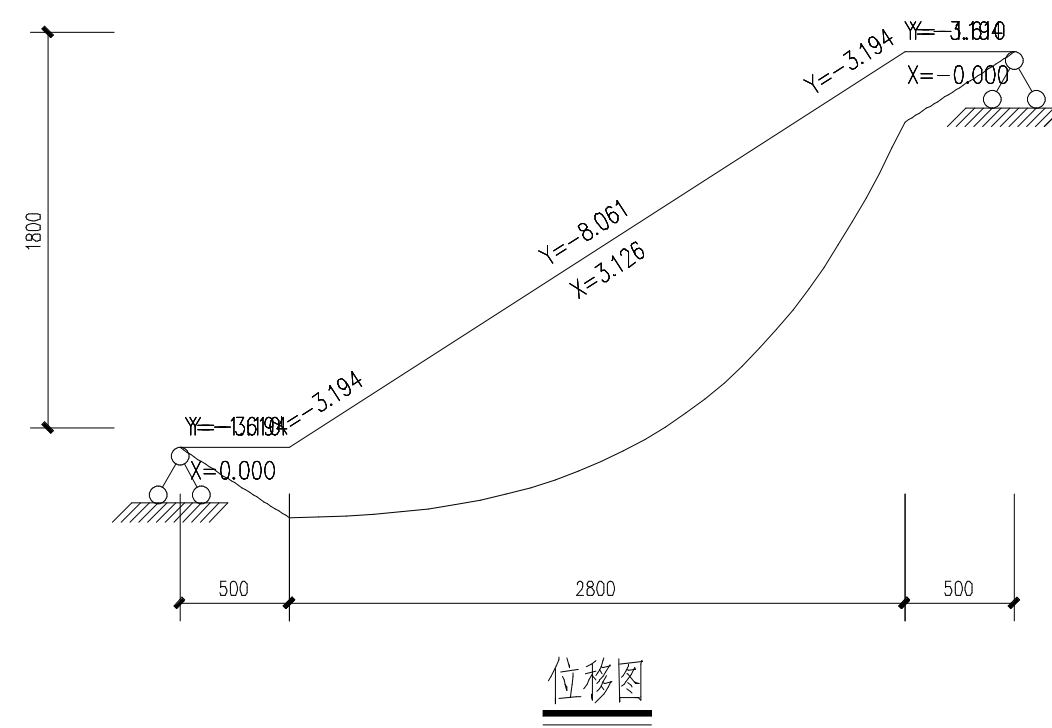
弯矩和剪力图：

计算板段-2(斜梯段)： 截面 B×H = 1000×130				
截 面：	左	中	右	
弯 矩(M)：	11.422	25.643	11.422	
剪 力(V)：	16.608	-0.000	-16.608	
截面验算：V _{max} =16.61kN < 0.7β _h f _t bh ₀ =110.11kN 截面满足				
上部计算纵筋(As')：	0.000	0.000	0.000	
下部计算纵筋(As)：	298.637	704.314	298.637	
上纵实配： E8@200(251, 0.19%)				
E8@200(251, 0.19%)				
下纵实配： E12@140(808, 0.62%) E12@140(808, 0.62%)				
E12@140(808, 0.62%)				
挠度限值：[f]= 21.64mm				
验算结论：f _{max} =0.90 * 23.67 = 21.30mm < [f]=21.64mm(4329/200)， 满				
足。				
裂 缝(w)：	0.020	0.125	0.020	
裂缝限值：[ω]= 0.40mm				
验算结论：ω _{max} =0.125mm < [ω]=0.40mm ， 满足。				

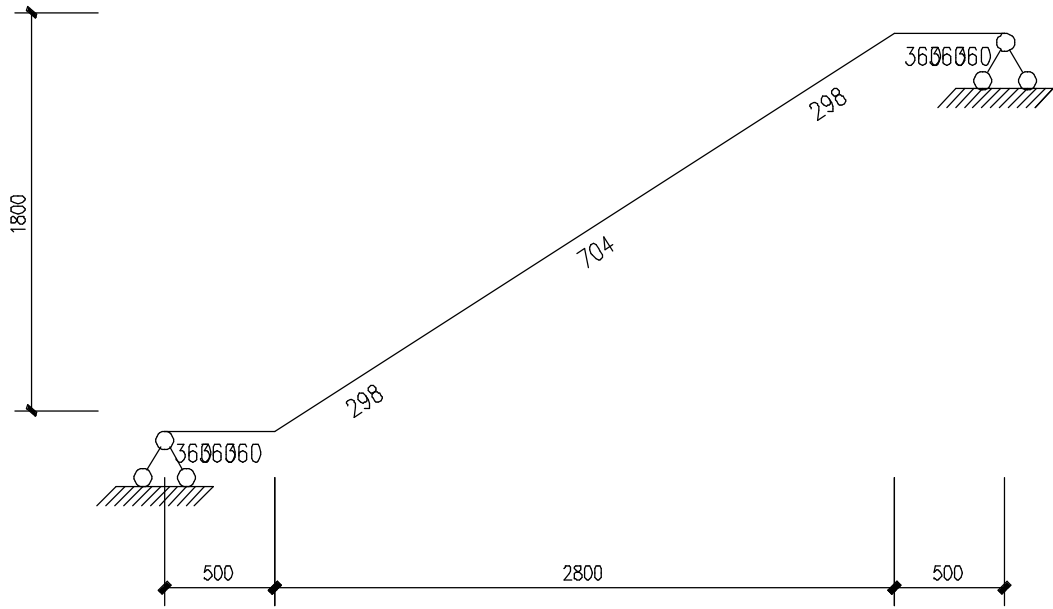
计算板段-3(右内延长)： 截面 B×H = 1000×180				
截 面：	左	中	右	
弯 矩(M)：	11.422	11.422	-0.000	
剪 力(V)：	-19.744	-22.844	-25.944	
截面验算：V _{max} =25.94kN < 0.7β _h f _t bh ₀ =160.16kN 截面满足				
上部计算纵筋(As')：	0.000	0.000	0.000	
下部计算纵筋(As)：	360.000	360.000	360.000	
上纵实配： E8@200(251, 0.14%)				
E8@200(251, 0.14%)				
下纵实配： E10@200(393, 0.22%) E10@200(393, 0.22%)				
E10@200(393, 0.22%)				
裂 缝(w)：	0.028	0.028	0.000	
裂缝限值：[ω]= 0.40mm				
验算结论：ω _{max} =0.028mm < [ω]=0.40mm ， 满足。				



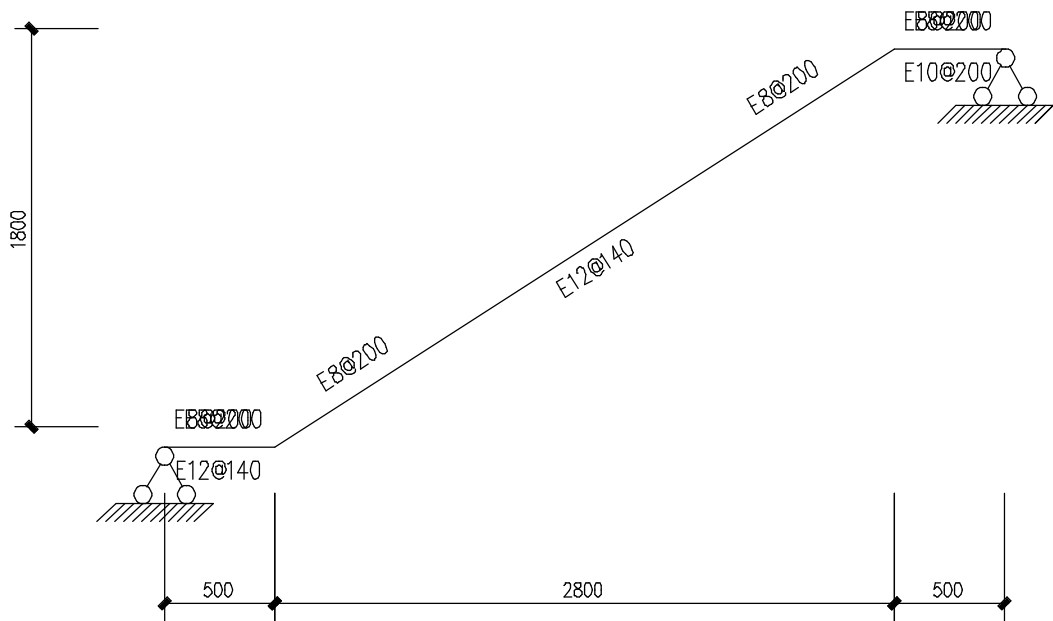
弹性位移图:



配筋简图:



计算配筋简图



选筋简图

挠度、裂缝图:

