某操场屋面密肋板经济性设计讨论

某操场的屋盖结构平面如图 1 所示,环境类别为一类。不上人屋面活荷载标准值为 0.5kN/m²,屋盖拟采用现浇钢筋混凝土单向板密肋梁形式,试按 照下图 1 所示,布置六种不同数量的密肋梁(图中所示四种),对其进行设计,在保证适用的情况下选择最经济的结构布置方案。

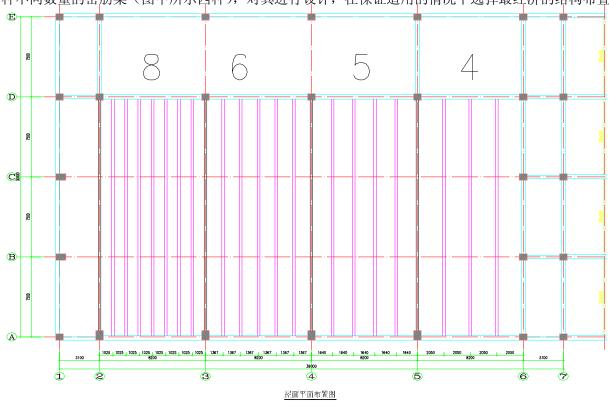


图 1 屋盖结构平面布置图

1、设计资料

- (1) 屋面做法: 20 厚水泥砂浆防水层, 20 厚泥砂浆, 50 厚陶粒, 20 厚水泥砂浆, 70 厚挤塑聚苯板保温层, 10 厚找平层, 80 厚钢筋混凝土板。
- (2) 材料: 混凝土强度 C25; 梁内受力纵筋: HRB335, 其他为 HRB235 钢筋。

2、屋盖的结构平面布置

单向密肋梁与通过柱的主梁连接,柱子布置在屋盖的四周。主梁的跨度 8.2m(纵向), 7.5m(横向), 密肋梁跨度 22.5m, 主梁每跨内按六种设计方案分别布置 2、3、4、5、6、8 根密肋梁, 按单向板设计, 板厚取 80mm。

密肋梁计算跨度(按中间跨): l₀=1.05ln=23310 mm, 密肋梁截面高度 h 按照方案不同取值, 密肋梁截面高宽比 h/b=1.8~2.8, 截面宽 b 取 200 mm。

3、计算结果如图 2-图 7 所示:

=t de 21 45	密肋将区门	可等分人份				每位	û	1025	mm	8	份			
可 <mark>变荷载</mark> 梁恒荷载诊 梁活荷载诊 荷载总设 h0: 板厚hf 梁腹板馬	设计值: 设计值: 计值: '':	12.0114 0.7175 12.7289 940 80 860	kN/m kN/m kN/m mm mm	梁计算路 梁翼缘宽。 α1 C30混綴 335钢) 235钢)	度bf ': : 土fc: 節fy:	23310 1425 1 14.3 300 210	nun nun MPa MPa MPa	屋面活在 板传荷 密肋 C30和	苛载标准值: 苛载标准值: 载标准值: 梁自重: 混凝土ft: 奶间距s:	4.38 0.5 4.4895 5.52 1.43 300	kN/m² kN/m² kN/m kN/m MPa mm	密肋梁高 密肋梁宽 箍筋肢数 弹性模量 截面惯性知 挠度:	b: 200 n: 2 tE 30 EI: 2.581E+1	3 пл
跨中弯矩诊 支座剪力诊 抗弯计:	设计值:	864.540683 148.35533	kN•m kN									容许挠度	: 77.7	пат
鉴别类	型:	(h0—0.5 hf')	- 大子	1467.18 864.540683 于第一类T形缘	kN•m kN•m								
αs	=	M /alfc		=	0.04801521 0.04922685									
ys		1 - (1-2) 0.5×[1+(1-		=	0.04922685									
As	=	0.5 ^ [1 + (1 - M / fy Y		=	3143. 1098	mm²	实配	7:	根圆25	3436	mm²			
纵筋质量计算		长度(6d) 150		净跨 2200	单根钢筋长 223		钢筋密度(k 0.00000		一根梁中纵筋总 551.450			務总质量(kg) 606053		
架立筋							按构造配置纵	筋面积的25%	5			筋总质量(kg) 901513		
纵向构造钢筋	≽	0.1%*b*hw	=	172	mm²	两侧实配2标	艮圆8,间距200	面积为200	nun. ²		8根梁梁中腰角	901919 第总质量(kg) 2.5		
<mark>抗剪计算:</mark> 疑土提供剪力:	:	V=0.7ftbh _o	=	188.188	kN	大手	支座剪力设计值		148.3553295	kN	次仅需构造配 策	i		
筋最小配筋率:		p sv	=	0.00163429	=	n*Asv1/bs	则	Asv1	=	49.0285714	mm²			
		实配2肢箍:		周 8 @ 300	Asv1	=	50.24	mm²	满足最小配箍率	⊱中箍筋总质量 491.064	(kg)	箍筋周长mm 2100	箍筋数量密度(kg/ 592 0.000395	mm.)
钢材总质量 砼总体积	6.2880716 37.296	吨 m³	钢材单价 砼单价	5700 500	元/吨 元/m³ 单跨内8根梁钥	钢材总价格 砼总价格 网材+砼总价:	35842.00793 18648 54490.00793	元 元 元						

图 2 密肋将区间等分八份——区间内梁造价

	宏助炮区	间等分6份				每份	<i>}</i>	1367	mm.	6	份			
可变荷载		147000				V	,	1301	Juli	·	10			
梁恒荷载设		13.808952	kN/m	梁计算路	夸度10:	23310	mm.	屋面恒征	荷载标准值:	4.38	kN/m²	密肋梁高	h: 1000) առա
梁活荷载设	设计值:	0.9569	kN/m	梁翼缘宽	度bf ':	1425	тт	屋面活在	荷载标准值:	0.5	kN/m²	密肋梁宽	b: 200	mm
荷载总设计	计值:	14.765852	kN/m	α1		1		板传荷	ī载标准值:	5.98746	kN/m	箍筋肢数	n: 2	
h0:		940	TILTIL.	C30混凝		14.3	MPa)梁自重:	5.52	kN/m	弹性模量		kN/mm ²
板厚hf		80	тт	335钢)		300	MPa		昆凝土ft:	1.43	MPa	截面惯性知		
梁腹板厚	₽hw:	860	TILTIL.	235钢)	筋fy:	210	MPa	箍角	წ间距s:	300	тт		73, 31	
跨中弯矩设	}计值.	1002.88947	kN•m									容许挠度	: 77.7	7 mm
支座剪力设		172.096005	kN											
4-2-70e 1 1 /	tatr													
		(h0-0.5 hf')	=	1467.18	kN•m								
				大手	1002.88947	kN•m								
				厘	属于第一类 T形象	2								
αs	=	M / a 1 fc 1	Le? Lo2	_	0.05569888									
ξ		m / u r r c r 1 — (1—2 c		=	0.05734299									
Ys		0.5×[1+(1-			0.97132851									
As	=	M / fyy		=	3661.32119	mm²	实配	6根例:	25+2根圆22	3703	mm²			
		,,	2 1.0				50,40	- 10.2		0.00	JILIL			
纵筋质量计算		长度 (6d)		争跨	单根钢筋+		钢筋密度(k		一根梁中纵筋总			筋总质量(kg)		
3//303/(<u>4</u> 211 31		150	2:	2200	223	350	0.00000	0785	642.36	9649	3854	. 217894		
架立筋							按构造配置纵	 節面积的25%	6		8根梁梁中架寸	立筋总质量(kg)		
310-230							DOT WE HOLLOW		•		963.	5544735		
纵向构造钢筋	≥	0.1%*b*hw	=	172	mm²	两侧实配2相	艮圆8,间距200	面积为200	nun. ²			筋总质量(kg)		
12											2	82.5		
抗剪计算:		T 0 Tail		400 400	1.77	 _	中内带上加工 体		450 004005	1.17	L (n ===1/4)/L ===1/	to/e		
凝土提供剪力:		V=0.7ftbh _o	=	188. 188	kN	大于	支座剪力设计值		172.0960051	kN	次仅需构造配)	肋		
筋最小配筋率:		o sv	=	0.00163429	=	n*Asv1/bs	则	Asv1	=	49.0285714	mm²			
The Property		_									31316			
		实配2肢箍:		周 8 @ 300	Asv1	=	50.24	mm²	满足最小配箍率				箍筋数量图度(k	
										368	. 298	2100	444 0.	. 000395
		ndt	ADTH M IV	5700	元/吨	钢材总价格	31170.85109	元						
钢材总质量	5.4685704	吨	钢材单价	9100	767 PB	하기가 쓰시기 비	31110.00102	76						
钢材总质量 砼总体积	5.4685704 27.972	т ³	种材单加 砼单价	500	元/㎡ 元/㎡	配 总价格	13986	元元元						

图 3 密肋将区间等分六份——区间内梁造价

	宏助炫尽	间等分5份				每份	<i>}</i>	1640	m.m.	5	份			
可变荷载	·····································	147000					,	1040	Juli	Ů	W			
梁恒荷载设		15.96384	kN/m	梁计算路	寶10:	23310	m.m.	屋面恒征	荷载标准值:	4.38	kN/m^2	密肋梁高:	n: 1100	тт
梁活荷载设	장计值:	1.148	kN/m	梁翼缘宽	度bf ':	1425	тт	屋面活	荷载标准值:	0.5	kN/m²	密肋梁宽	o: 200	тт
荷载总设i	计值:	17.11184	kN/m	α 1		1			苛标准值:	7.1832	kN/m	箍筋肢数:	ո։ 2	
h0:		1040	тт	C30混凝		14.3	MPa		梁自重:	6.12	kN/m	弹性模量		kN/mm ²
板厚hf'		80	TILTIL.	335钢角		300	MPa		民凝土ft:	1.43	MPa	截面惯性知		
梁腹板厚	Łhw:	960	шт	235钢角	mfy:	210	MPa	箍角	笏间距s:	300	mm.		64.212 : 77.7	
跨中弯矩设 支座剪力设		1162.22783 199.438495	kN•m kN									谷 计预读	: [[.[TILITIL
<u>抗弯计</u> 鉴别类	型:													
al fc b	of' hf'	(h0—0.5 hf')		1630.2 1162.22783 于第一类I形第	kN•m kN•m ≹								
αg	=	M /alfcl	bf'h0²	=	0.05273193									
ξ	=	1 - (1-2 0	(s) 0.5	=	0.0542008									
Ys	=	$0.5 \times [1 + (1 -$	-2 a s) 0.5]	=	0.9728996									
As	=	M / fуч	s ho	=	3828.85263	mm²	实配	8	根圆25	3925	mm²			
	支座锚 固	长度 (6d)	ä	争跨	单根钢筋长	(mm)	钢筋密度(k	a/nm ³)	一根梁中纵筋总	(kg)	5根梁梁中纵	筋总质量(kg)		
纵筋质量计算		150		2200	223		0.00000		671.76			8.81311		
架立筋							按构造配置纵	筋面积的25%	6			立筋总质量(kg)		
纵向构造钢筋	≽	0.1%*b*hw	=	192	mm²	两侧实配2村	艮圆8,间距200	面积为200	mm²		5根梁梁中腰	7032776 筋总质量(kg)		
抗剪计算:											2	82.5		
凝土提供剪力:		V=0.7ftbh ₀	=	208. 208	kN	大手	支座剪力设计值		199.4384952	kN	次仅需构造配:	筋		
筋最小配筋率:		p sv	=	0.00163429	=	n*Asv1/bs	则	Asv1	=	49.0285714	mm²			
		实配2肢箍:		周 8 @ 300	Asv1	=	50.24	mm²	满足最小配箍率				箍筋数量 圆8密度	
										336	. 145	2300	370 0.	000395
钢材总质量	4.8171614	吨	钢材单价	5700	元/吨	钢材总价格	27457.81991	元						
砼总体积	25, 641	m ³	砼单价	500	元/m³	砼总价格	12820.5	元						
MENDA 14 423								元						

图 4 密肋将区间等分五份——区间内梁造价

	区间等分4份				每份	4	2050	тт	4	份				
可变荷载控制:	ZINAWAM				-14 V	V	2000	Juli	4	ν,				
梁恒荷载设计值:	18.1188	kN/m	梁计算跨	渡10:	23310	тт	屋面恒荷	苛载标准值:	4.38	kN/m²	密肋梁高	n:	1100	mm
梁活荷载设计值:	1.435	kN/m	梁翼缘宽原	隻bf ':	1425	тт	屋面活荷	苛载标准值:	0.5	kN/m²	密肋梁宽1):	200	mm
荷载总设计值:	19.5538	kN/m	α 1		1		板传荷	载标准值:	8.979	kN/m	箍筋肢数:	n:	2	
h0:	1040	TILTIL.	C30混凝	_	14.3	MPa		梁自重:	6.12	kN/m	弹性模量			kN/mm^2
板厚hf':	80	mm.	335钢角		300	MPa		凝土ft:	1.43	MPa	截面惯性矩		. 4E+10	mm ⁴
梁腹板厚hw:	960	шш	235钢角	fify:	210	MPa	箍角	间距s:	300	TILTIL.		7	3.3758	mm
跨中弯矩设计值: 支座剪力设计值:	1328.08456 227.899539	kN•m kN									谷 奸烷质	:	77.7	m.m.
抗弯计算 : 鉴别类型:														
alfcbf'hf'	(h0-0.5 hf'	')		1630.2 1328.08456 于第一类T形梁	kN•m kN•m									
αs =	M /alfc	bf' h0²	=	0.06025709										
ξ =	1 - (1-2)	as) 0.5	=	0.06219095										
Y 2 =	0.5×[1+(1-	-2 a s) ^{0.5}]	=	0.96890453										
As =	M / fyч	s ho	=	4393.29281	mm²	实配	4根圆:	25+4根圆28	4424	mm²				
纵筋质量计算	固长度(6d) 150		净跨 2200	单根钢筋长 2238		钢筋密度(k 0.00000		一根梁中纵筋。 770.79			節总质量(kg) 168962			
架立筋						按构造配置纵	筋面积的25%				筋总质量(kg) 922405			
纵向构造钢筋 ≥	0.1%*b*hw	=	192	mm²	两侧实配24	根圆8,间距200	面积为200	mm²			筋总质量(kg) 2.5			
抗剪计算:														
凝土提供剪力:	V=0.7ftbh ₀	=	208.208	kN	小子	支座剪力设计值		227.899539	kN	配筋提供的剪	力满足			
筋最小配筋率:	p sv	=	0.00163429	=	n*Asv1/bs	则	Asv1	=	49.0285714	mm²				
	实配2肢箍:		8 8 @ 300	Asv1	=	50.24	лил ²	满足最小配箍率				箍筋数量		
									268.	. 916	2300	296	0.000)395
钢材总质量 4.405377	2 吨	钢材单价	5700	元/吨	钢材总价格	25110.65006	元							
砼总体积 20.5128	\mathfrak{m}^3	砼单价	500	元/m³	砼总价格	10256.4	元							
				单跨内4根梁钢	材+砼总价:	35367.05006	元							

图 5 密肋将区间等分四份——区间内梁造价

密肋*	F区间等分3份				每份)	2733	m.m.	3	份			
可变荷载控制: 梁恒荷载设计值: 梁活荷载设计值: 荷载总设计值:	梁恒荷载设计值:22.428648梁活荷载设计值:1.9131荷载总设计值:24.341748		梁计算跨 梁翼缘宽[a 1	雙bf ': :	23310 1425 1	mm mm	屋面活在板传荷	荷载标准值: 荷载标准值: 「载标准值:	4.38 0.5 11.97054	kN/m² kN/m² kN/m	密肋梁高 密肋梁宽 箍筋肢数:	o: 200 n: 2	I mm
h0: 板厚hf': 梁腹板厚hw:	1140 80 1060	mm mm	C30混凝 335钢角 235钢角	θ̃fy:	14.3 300 210	MPa MPa MPa	C30}]梁自重: 【凝土ft: 笏间距s:	6.72 1.43 300	kN/m MPa mm	弹性模量 截面惯性矩 挠度: 容许挠度	I: 4.4E4 70.89	-10 mm ⁴
跨中弯矩设计值: 支座剪力设计值: 抗弯计算:	1653.27966 283.703073	kN°m kN											
鉴别类型:	' (h0—0.5 hf	")		1793. 22 1653. 27966 于第一类I形粱	kN•m kN•m								
αs = ξ = Υs =	M /α1 fc 1 −(1−2 0.5×[1+(1-	(as) 0.5	=	0.06242891 0.06450965 0.96774517									
As =	M / fy		=	4995.2727	mm²	实配	8	根圆28	4923	mm²			
纵筋质量计算	描固长度(6d) 150		净跨 2200	单根钢筋长 223		钢筋密度(k 0.00000		一根梁中纵筋总 876.408			筋总质量(kg) .224321		
架立筋						按构造配置纵	筋面积的25%	(工筋总质量(kg)		
纵向构造钢筋 ≥	0.1%*b*hw	=	212	mm²	两侧实配2 <mark>4</mark>	根圆8,间距200	面积为200	mm²		3根梁梁中腰	3060801 筋总质量(kg) 82.5		
<mark>抗剪计算:</mark> 凝土提供剪力:	V=0.7ftbh _o	=	228. 228	kN	小子	支座剪力设计值		283.7030729	kN	配筋提供的剪	力满足		
筋最小配筋率:	p sv	=	0.00163429	=	n*Asv1/bs	则	Asv1	=	49.0285714	mm²			
	实配2肢箍:		周 8 @ 300	Asv1	=	50.24	mm²	满足最小配箍率		(kg) .225	箍筋周长mm 2500	<mark>箍筋数量 圆8密</mark> 222 0	度(kg/mm) .000395
钢材总质量 3.7882 砼总体积 16.78	_	钢材单价 砼单价	5700 500	元/吨 元/㎡ 单踏内3根梁钢	钢材总价格 砼总价格	21593.05578 8391.6 29984.65578	元元元元				2000		

图 6 密肋将区间等分三份——区间内梁造价

	Sto BLAND (ct	间等分2份				毎份		4100			份			
可变荷载构		. 明寺分2份				14 777	r	4100	mm	2	120			
梁恒荷载设		31,7736	kN/m	梁计算路	答度10:	23310	m.m.	屋面恒	荷载标准值:	4.38	kN/m²	密肋梁高	n: 1500	тт
梁活荷载设	计值:	2.87	kN/m	梁翼缘宽	度bf ':	1425	тт	屋面活	荷载标准值:	0.5	kN/m²	密肋梁宽1	o: 200	TILTIL.
荷载总设计	+值:	34.6436	kN/m	α		1			寸载标准值:	17.958	kN/m	箍筋肢数:	ո։ 2	
h0:		1440	JILJIL	C30混凝	t±fc:	14.3	MPa	密肋	〕梁自重:	8.52	kN/m	弹性模量	E 30	kN/mm
板厚hf'	:	80	mm	335钢)	筋fy:	300	MPa	C30}	昆凝土ft:	1.43	MPa	截面惯性矩	I: 8.4E+10	mm.4
梁腹板厚	hw:	1360	m.m.	235辆分	筋fy:	210	MPa	箍角	წ间距s:	300	тт	挠度:	53.0827	mm
												容许挠度	: 58.275	mm
跨中弯矩设	计值:	2352.976423	kN•m											
支座剪力设	计值:	403.771158	kN											
抗弯计算	章:													
鉴别类型														
al fel	of' hf'	(h0-0.5 hf'	')	= 大子	2282.28 2352.97642	kN•m kN•m								
					2552.91642 第一第一类T形									
αs	=	M /alfc	bf' h0²	=	0.05568544									
ξ	=	1 -(1-2	as) ^{0.5}	=	0.05732874									
Ys	=	0.5×[1+(1-	-2 a s) ^{0.5}]	=	0.97133563									
As	=	M / fyv	s h _o	=	5607.43836	mm²	实配	6根圆	28+4根圆25	5655	mm²			
纵筋质量计算		 		净跨	单根钢筋+		钢筋密度(k	g/mm ³)	一根梁中纵筋总			(筋总质量(kg)		
3// A// / A / A		150	2	2200	22	350	0.00000	785	983. 811	0419	1967	. 622084		
架立筋							按构造配置纵	<mark>筋面积的25</mark> 9	«			立筋总质量(kg) 9055209		
纵向构造钢筋	≽	0.1%*b*hw	=	272	mm²	两侧实配2村	很圆8,间距200	面积为200	mm²		2根梁梁中腰	簡節总质量(kg)		
抗剪计算:											2	282.5		
凝土提供剪力:		V=0.7ftbh _o	=	288.288	kN	小于	支座剪力设计值		403.771158	kN	配筋提供的剪	的力满足		
筋最小配筋率:		p sv	=	0.00163429	=	n*Asv1/bs	则	Asv1	=	49.0285714	mm²			
		实配2肢箍:		周 8 @ 300	Asv1	=	50.24	mm ²	満足最小配箍率	·由簽签的 医每	t (1-a)	箍筋周长mm	箍筋数量 圆8密度	(leas/mm)
		>、 自G 2 / 12 / 12 / 12		<u> </u>	ASVI		50. 24	mm_	俩足取小贴抛 等		. 226	雅妍河河下mm 3100		(kg/jilil) 00395
Let II V et m			to 11 at 11			terry was								
钢材总质量 :			钢材单价	5700	元/吨	钢材总价格	16662.54555	売						
企总体积	13.986	m ³	砼单价	500	元/m³ 单跨内2根梁镇	● 社会价格	6993 23655, 54555	元 元						
					半時四四四米	man THE AS IT :	23000.04000	76						

图 7 密肋将区间等分两份——区间内梁造价

4、小结:

由上述密肋梁不同的布置方案可知,在仅保证配筋率以及梁的挠度情况下,在区间内配置梁数量与梁总造价成正比,但是随着配置梁数量的减少, 必然会导致梁截面增加,在仅配置两根梁的图 7 中可以看出,梁高需达到 1500mm 才满足挠度要求。

通过以上不完全统计,可以在今后的梁设计中,对于如何在满足各项要求的情况下,将造价控制在最低,起到一定的借鉴作用。