



# Zip Line Adventure

## 【設計・施工・管理編】

2012 パートナースミーティング

於 岐阜県郡上市 ひるがの 高原スキー場

2012年11月6日～7日

# 【 I 】踏査(調査)

地形・地質



気象



コースレイアウト



樹木・樹種・樹齢



距離・高低差



工事の方法





## 【Ⅱ】線路測量

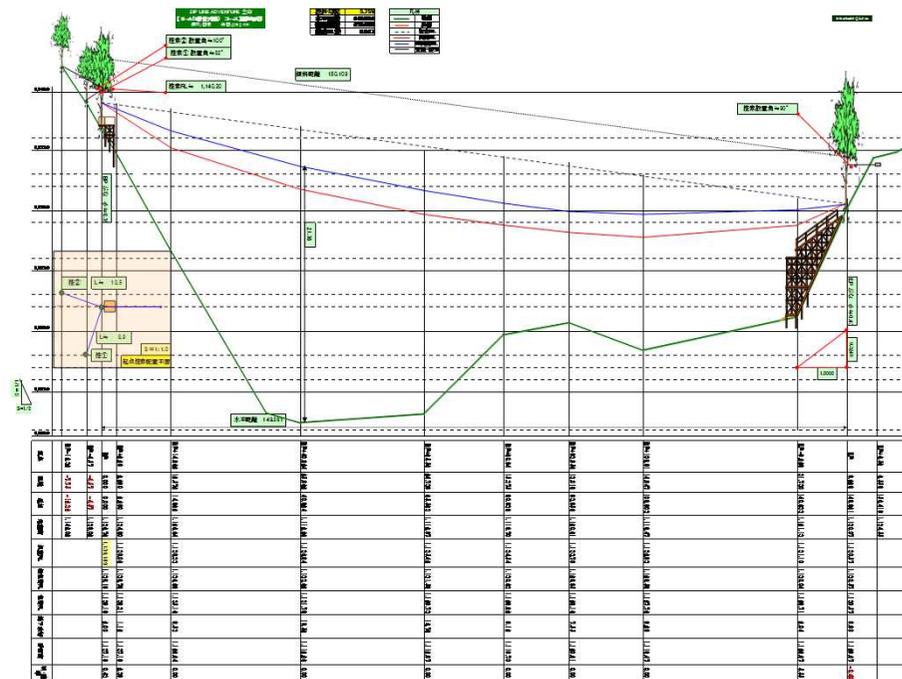


2010年12月【軽井沢】



## 【Ⅲ】設計

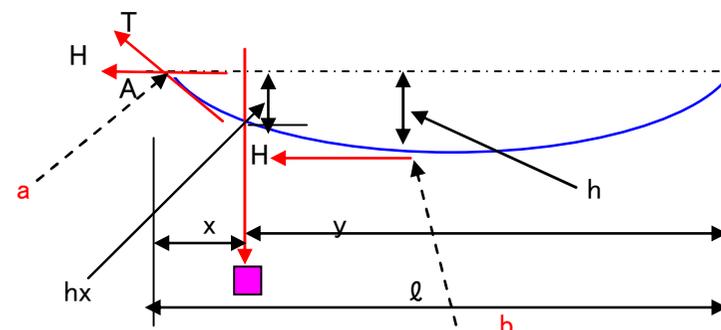
- ①実測成果整理
  - ②垂下量計算
  - ③安全率計算・主要資材選定
  - ④その他計算作業
  - ⑤縦・横断図作図
  - ⑥土量積算
  - ⑦ステージ等施工図作図
  - ⑧資材数量算出・概算見積作成
  - ⑨工事の方法書(案)作成
- ・・・実測成果が出てから 約1.5ヶ月



本線の安全率を算出

最大荷重(120kg): 衝撃荷重は最大荷重の3倍として算出。

φ12 6×24 G/O A種 合成繊維芯



最大張力

$$T = (w\ell + W + 3W) / 8h \cdot \sqrt{\ell^2 + 16h^2}$$



ZIPLINE ADVENTURE<sup>5</sup>

# 【IV】建設





## ステージ製作

2011年4月【軽井沢】

2012年7月【ひるがの高原】

部材仕訳 2012年7月【ひるがの高原】



20110525  
NO. 6 起点支柱  
と ステージ

ステージ設置 2011年6月【立山山麓】



20110417  
NO. 1 終点支柱  
控索アンカー主材



控索アンカー主材 2011年4月【びわ湖パレー】



20110616  
NO.6 起点ステー  
ジと支柱

ステージ完成 2010年7月【湯沢高原】



201107  
軽井沢  
起点ステージ

ステージ完成 2011年6月【立山山麓】



201107  
NO.5 起点部

予測通り  
完成  
建設は20歳未満  
の者が、不明

ステージ完成 2011年7月【びわ湖パレー】

ステージ完成 2011年7月【軽井沢】



201107  
NO.5 起点部

予測通り  
完成  
建設は20歳未満  
の者が、不明

ステージ完成 2011年7月【びわ湖パレー】



ステージ完成 2012年7月【ひるがの高原】



架線 2010年7月【湯沢高原】



2011.07  
軽井沢  
NO.2起点  
架線施工状況

架線 2011年7月【軽井沢】



2011.05  
A-2  
結線状況  
φ12 6×7 70G I  
架線 2011年4月【びわ湖パレー】



架線 2012年7月【ひるがの高原】

## 【V】他のコース





2011年3月【栃木県】控索  
【φ20 IWRC 6×WS(36) SS/O】



リットクラン  
2連使用  
デッドアイシンプル  
使用

本線【IWRC 6×WS(26) G/O】



シャックル【強力 長シャックル】使用荷重≒4倍  
φ≒35.0



本線終点側端末 (クリップ)



2009年8月【栃木県】支柱 国産



2012年8月【滋賀県】支柱 国産(埋設部)



2012年8月【滋賀県】金物(全 輸入)



# 【VI】本線の安全率



最大荷重(120kg): 衝撃荷重は最大荷重の3倍として算出。		* 索道設備の準じた場合、架設時(ロープ新品時)、【3.5】以上の安全率が必要です。			
φ12 6×24 G/O A種 合成繊維芯					
		コースNO.	NO.A		
		水平距離入力	107.600	ℓ: 水平両支点AB間の距離(m)	107.600
			2.830	h: 本線のたわみ量(m)	2.830
			0.478	w: 本線の単位長さ当たりの荷重(kgf/m)	0.478
				L: 本線abcの長さ(m)	107.798
			120	W: 集中荷重(kg): 衝撃荷重は集中荷重の3倍とする。	120
				最大張力(kgf)	2,539.76
				引張応力σ1=最大張力÷有効断面積	50.80
				引張安全率=破断荷重(公称引張強さ)÷引張応力σ1	3.25
				φ12 6×24普通Z A種の場合 断面積(mm <sup>2</sup> )	50.00
		単位重量(kg/m)	0.478		
		破断荷重(kgf/mm <sup>2</sup> )	165.19		
最大張力	$T = (wℓ + W + 3W) / 8h \cdot \sqrt{ℓ^2 + 16h^2}$				
ℓ=100mの場合	$\{(0.478 \times 100 + 120 + 3 \times 120) \div 8 \times 2.63\} \times \sqrt{100 \times 100 + 16 \times (2.63 \times 2.63)}$				
		=	1948.91 kgf		
最大張力	23.47418	108.1938	2539.760		
			2,539.76 kgf		
引張応力σ1=最大張力÷有効断面積	.....		50.80		
引張安全率=破断荷重(公称引張強さ)÷引張応力σ1	.....		3.25		

## 【VII】衝撃荷重



<b>運動量の変化</b>			
運動量 = 速度 × 質量			
: 120kgの物体を1m落下させた時の運動量は			
$120 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.0}$		≒ 531kg	
: 120kgの物体を0.5m落下させた時の運動量は			
$120 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5}$		≒ 375kg	

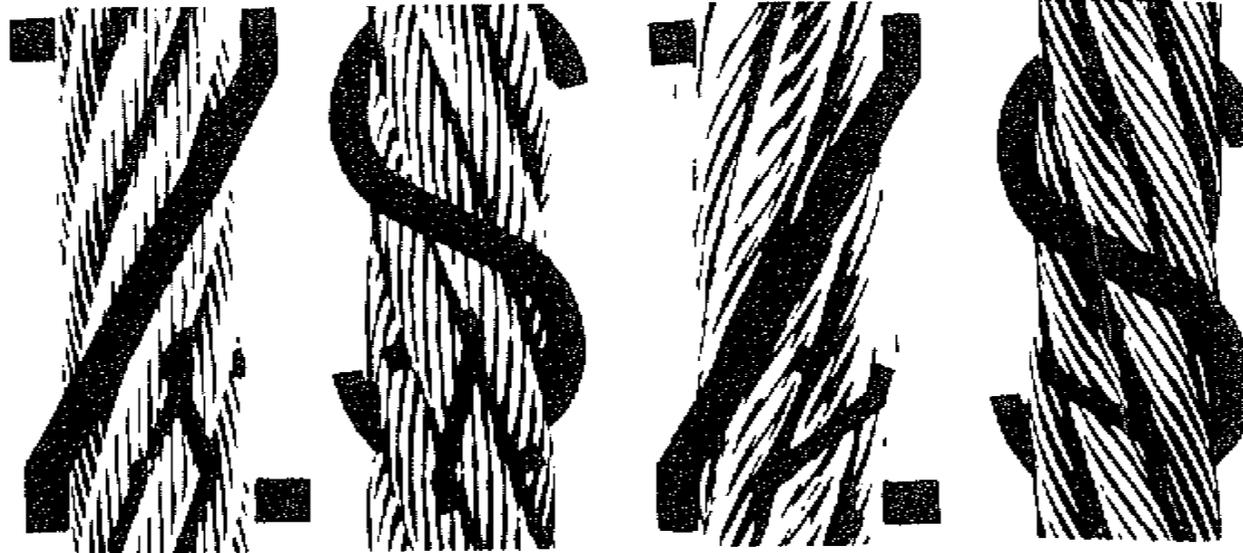
★飛び込み等のスタートがロープに与える負荷

## 【Ⅷ】資料(ロープの撚り方及び方向)



### 2.4 より方およびより方向

より方向にZより、Sよりがあり、より方による区分として、普通よりとラングよりがあります。ロープ中のストランドのより方向とストランド中の素線のより方向が反対になっているものを普通より、同じより方向のロープをラングよりといいます。



普通Zより

普通Sより

ラングZより

ラングSより

ロープ → Z

S

Z

S

ストランド → S

Z

Z

S

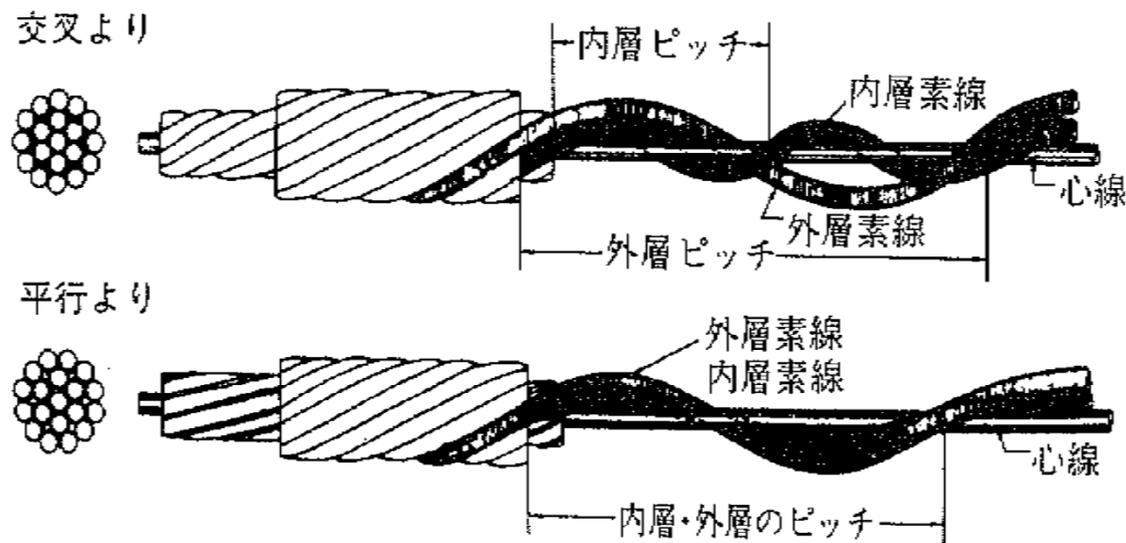
## 【Ⅷ】資料(交叉よりロープ 6×24 6×7 等)



### 2.6 点接触よりロープと平行よりロープ

#### 2.6.1 点接触よりロープ(Point Contact Lay Rope or Cross Lay Rope)

“交叉より”とも呼ばれます。一層ずつより合わされ、上層と下層のより長さが異なるため、各層の素線が互いに交叉して点接触の状態になります。従って、素線間が滑りやすく、柔軟性に富みますが、ロープが屈曲をうけたり、引張力や外圧を受けた場合、素線間における局部曲げ（2次曲げ）の発生や、接触圧が高くなる等で内部摩擦が多く、平行よりに比べて曲げ疲労に対する耐力が少なくなります。



## 【Ⅷ】資料 平行よりロープ 6×Ws() 6×s()

### 2.6.2 平行よりロープ(Linear Contact Lay Rope or Equal Lay Rope)

“線接触より”とも呼ばれます。全素線が1工程で、上層、下層のより長さが同じように加工されていて、各素線間が平行して互いに線接触となっています。このため柔軟性は不足しますが、使用中内部素線間の面圧が低くて済み、内部摩耗が少なく、耐屈曲疲労性に優れ、多少無理な曲げに対しても型崩れが少なく丈夫です。

#### シール形(Seale)

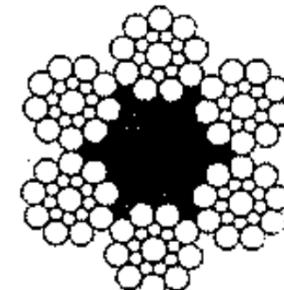
内層と外層の素線数を同一にした形で、外層線が比較的太いので、特に耐摩耗性に優れています。

#### ウォーリントン形(Warrington)

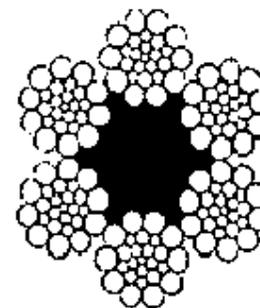
外層素線数は内層素線数の2倍ですが、外層素線径が2種類あって、内層の凹部に太い線、凸部に細い線が配置された形で、構成素線径の寸法差が少なく、特性としては前記の2つの形の間となります。

6 × S (19)

F C

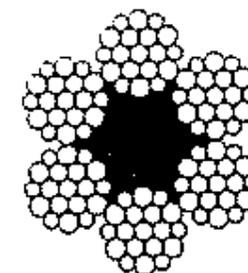


6 × WS (26)



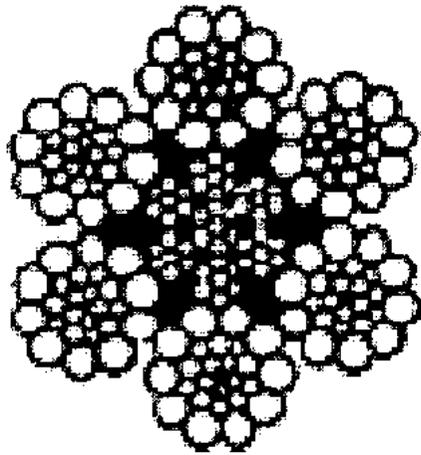
6 × W (19)

F C



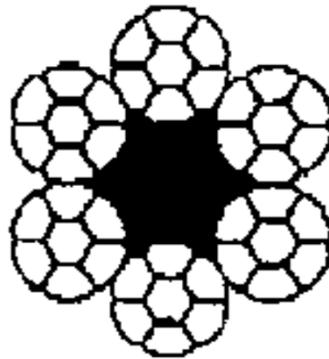
# ロープの種類

IWRC 6×WS(26)



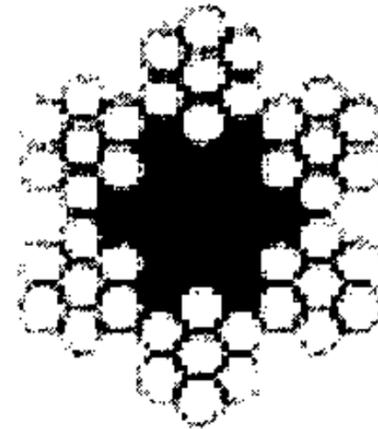
$$7 \times 7 + 6 \times \{1 + 5 + (5 + 5) + 10\}$$

6×P+7



$$6 \times (1 + 6)$$

6×7

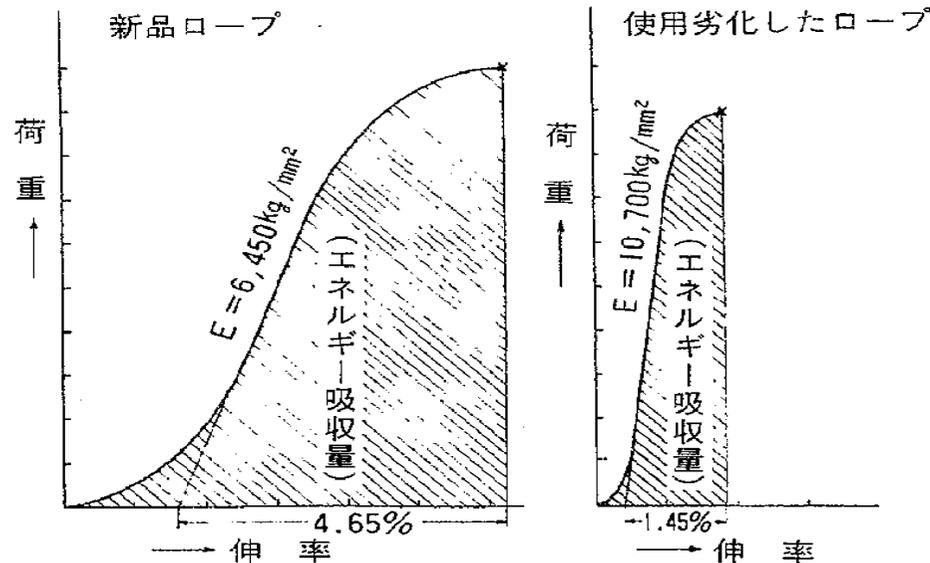


$$6 \times (1 + 6)$$

## 【Ⅷ】資料(新品・使用劣化ロープへの衝撃荷重)

### 7.4 衝撃荷重

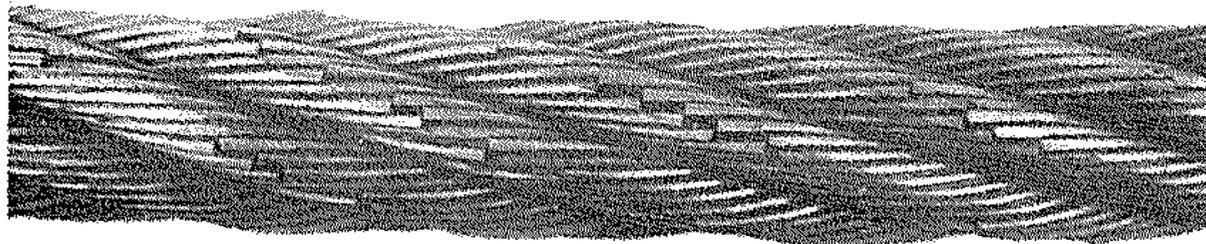
ロープは荷重がかけられると、構成上のよりのしまりによる伸びと、素線の塑性変形の伸びが起こってから破断に至ります。この伸びは新品時には充分ありますが、使用劣化によって減少し、衝撃荷重を受けた場合のエネルギー吸収力も比例して減少します。



新品及使用劣化ロープの荷重—伸び試験結果の1例

衝撃引張り試験のデータをみますと、新品ロープ(伸び率4.65%)では、略々静的破断荷重と同じ耐力を持っています。しかし、劣化の進んだロープ(伸び率1.45%)の場合、静的破断荷重は新品時に比べ約90%程度ですが、衝撃引張り荷重試験の破断強度は約20%と減少しています。

## 【Ⅷ】資料 ロープの変形・断線



▲繰り返し曲げ疲労による素線断線の発生状況



▲ハンマーリングによる素線損傷



▲つぶれによる変形

# 【Ⅷ】資料 新品 と 使用済み



## 【Ⅷ】資料 主要な日常管理



- ①ワイヤロープの芯には常に油が供給されていることがベスト。この油が切れると素線同士の摩擦から断線・破断に至ります。張力を増す毎に供給量を増やす事が必要。芯の油が無くなると、逆に有害な水分を吸収し、素線の腐食を促進し、芯自体が種々の応力を受けて摩耗消耗します。
- ②ロープが破断する以前に、素線がまず切れ始め、その後放置しておく、破断に至ります。本線に素線の断線が見受けられたら要注意です。
- ③伸びが止まると次は切れる方向に進む。伸びの状態を観察し、記録することをお奨めします。  
合わせて直径の計測・記録もお願いします。
- ④接合部・折り曲げ部へ応力が集中・・・まず最初に、接合部・折り曲げ部に発生することが多いので、最初に点検が必要。また、支柱取り付け部等、交差・かじりが起きないように管理する必要があります。
- ⑤支柱は、地表面から地中30cm位の間が腐れ等発生し易いので、年1回位は防腐剤等の塗布をお奨めします。それより深い埋設部、地表に出ている部分では設置後数年間は問題は発生しないと考えられますが、点検保守時考慮願います。