

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

更換特殊導線 送電容量技術

實習報告



服務機關：台灣電力公司輸變電工程處
出國人職稱：線技課規劃股長
姓名：高梓青
出國日期：90.11.11~90.11.24
報告日期：91.1.11

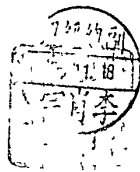
行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：更換特殊導線提高送電容量	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：高梓青/線技課規劃股長/輸變電工程處	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> (1) 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略容 <input type="checkbox"/> (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

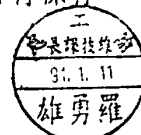
總經理
副總經理



主管處
主管



單位
主管



報告人：雄勇羅



行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

更換特殊導線提高送電容量技術 頁數 28 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

高梓青/台灣電力公司/輸變電工程處/線技課規劃股長/(02)23229827

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：90.11.11~90.11.24 出國地區：日本

報告日期：91.1.11

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

1. 能提高送電容量及抑制弛度增加之特殊導線，以採用間隙型耐熱鋁合金強化系列(GTACSR、GUTACSR)及超耐熱型鍍鋅強化鋁合系列(ZTACIR、XTACIR)最為可行。
2. GTACSR 導線費用約為 ACSR 之 1.5 倍，而 ZTACIR 為 ACSR 之 3.5 倍；若僅以更換導線來考量，則 GTACSR 之建設材料費較 ZTACIR 便宜，ZTACIR 約為 GTACSR 之 1.7 倍。
3. GTACSR 與 ZTACIR 等之導線弛度計算時，須先求出導線等價之彈性係數及線膨

脹係數後，據以求出臨界點之張力及溫度，再求各溫度時之弛度。

4. 使用 GTACSR 與 ZTACIR 等之導線時，鐵配件之終端夾板、掛線夾板、壓接套管等須配合更換。
5. 建議目前送電中之 161KV 或 69KV 架空輸電線路，若因送電電流增加，導致須重建時，可考慮更換此種送電容量可增大 1.6~2 倍之特殊導線，以節省經費並可縮短工期。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網(<http://report.gsn.gov.tw>)

目錄

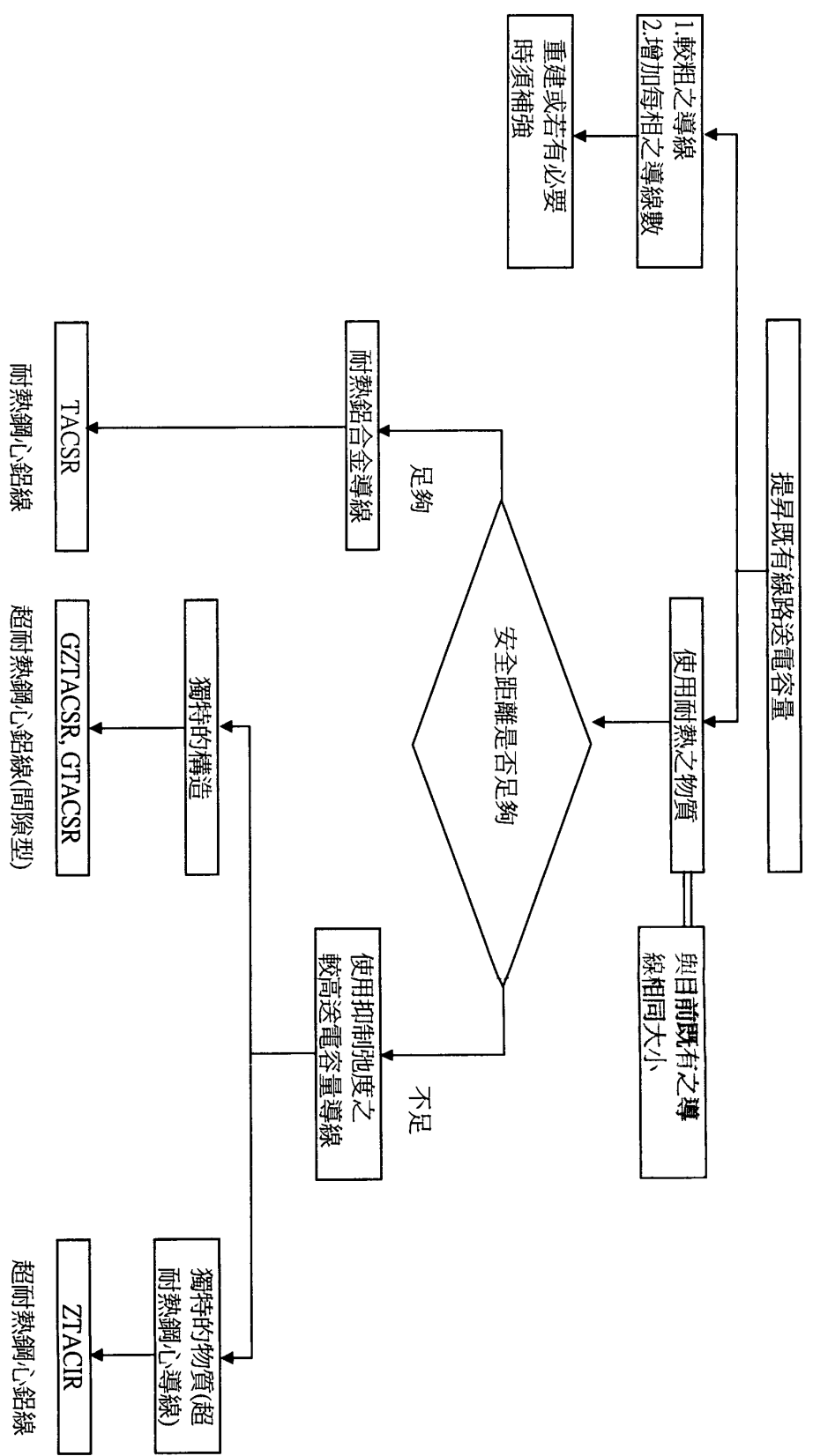
一、前言	第 1 頁
二、特殊耐熱鋁合金導線之種類及特性	第 2 頁
三、鐵配件	第 6 頁
四、以特殊導線更換既有導線之施工方式	第 10 頁
五、遷移點之計算方式	第 15 頁
六、使用特殊導線與一般導線費用之比較	第 23 頁
七、結論	第 24 頁

※本報告相關資料係由日本古河電氣工業株式會社及 J-Power Systems 株式會社
所提供並加以整理而成

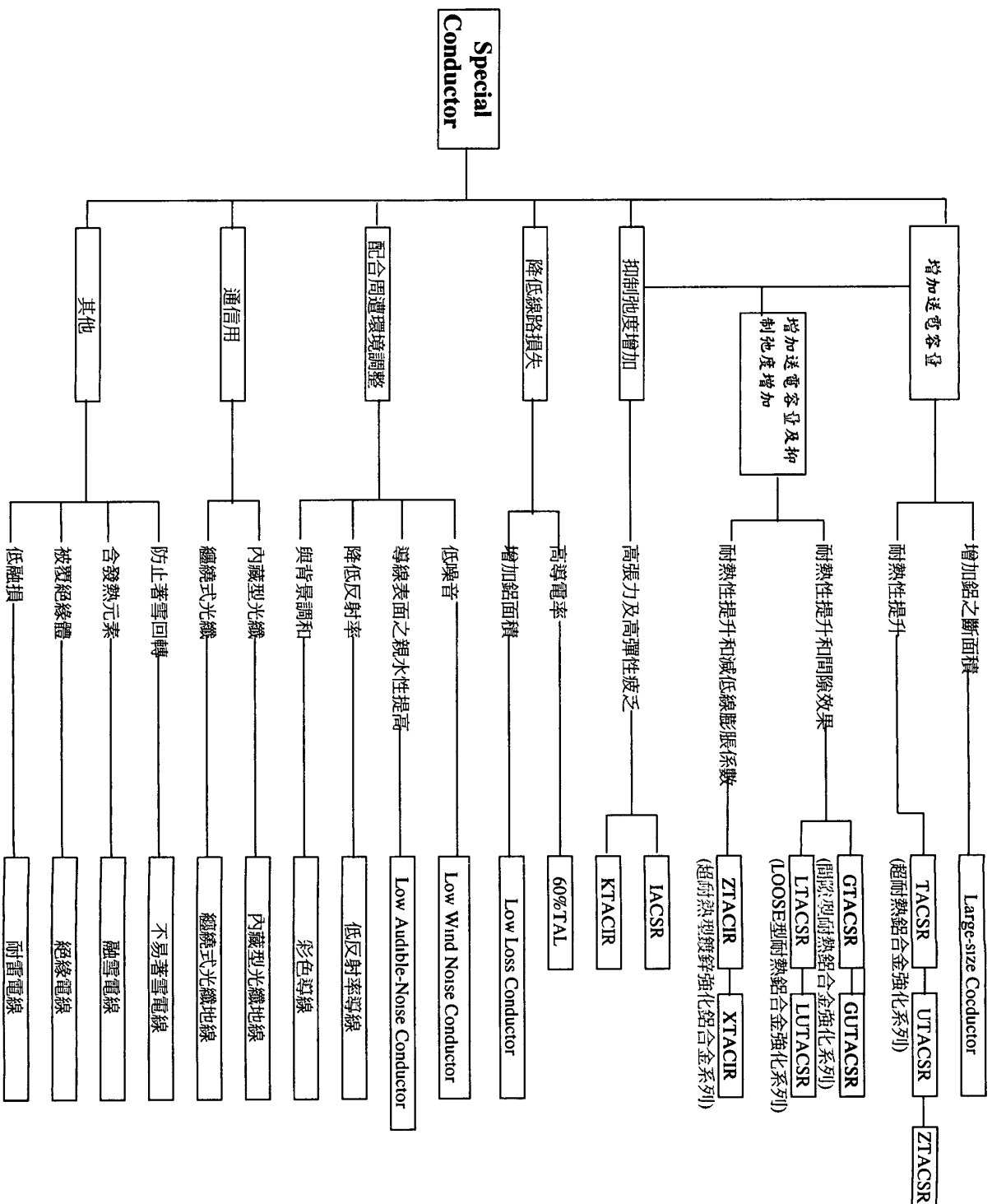
一、前言

當既有架空輸電線路超過使用年限；或因經濟活動之擴張，導致用電量增加；或因 IPP 電廠之加入，而無法在輸電網路上有效統合時，則必須考慮更換升級導線以增加輸電容量，尤其是目前新建線路用地取得相當困難之情形下，利用既有架空線路來更換送電容量較大之導線不失為一可考量之方式。

日本現已開發特殊導線(Special conductor)，分為如下表一所示之種類，然以目前台灣之架空輸電線路而言，由於社會環境之變遷，既設之線路不乏線下有新建房舍或公共設施者，為了不影響線下業主之使用，原則上導線以能保持或小於現有之弛度為優先選定之標的，其選定方式如表二之流程圖所示，以間隙型耐熱鋁合金系列(GTACSR, ZGTACIR, GUTACSR) 和超耐熱型鍍鋅強化系列(ZTACIR, XTACIR) 為較佳之選擇。



表二

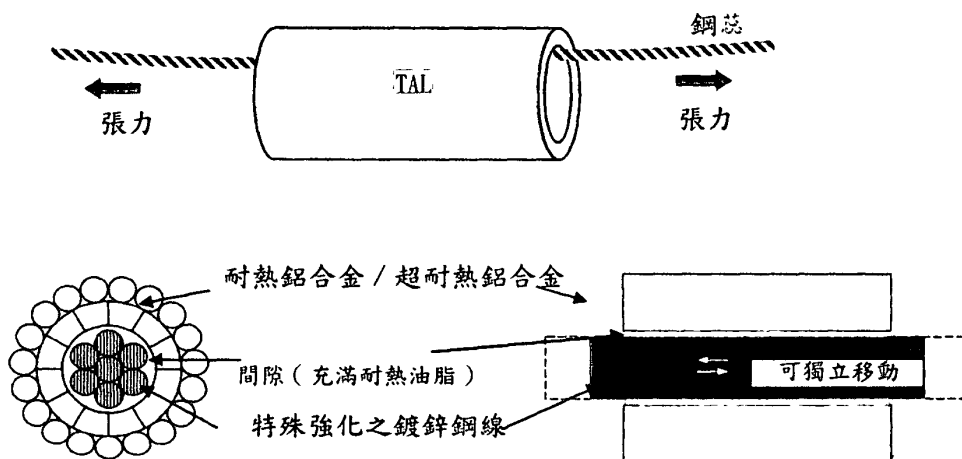


表一

二、特殊耐熱鋁合金導線之種類及特性

2.1 GTACSR/GZTACSR

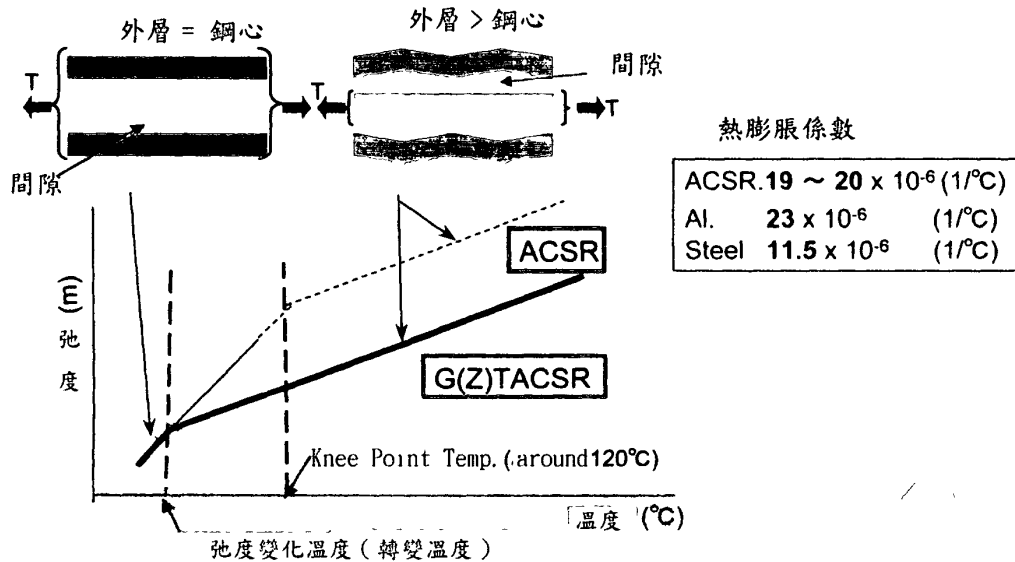
2.1.1. 為構造較特殊之導線，外層鋁線為耐熱/超耐熱鋁合金，與內屬鍍鋅鋼線相鄰之鋁線是由梯形之導線所構成，緊密的連接，使其與鋼心間之摩擦力可減至極低值，使得 GTACSR/GZTACSR 導線內層之鋼蕊可獨立移動如下圖所示



2.1.2. 鋼蕊係以特殊強化之鍍鋅鋼絞線所形成，可提高其最大破壞張力；鋁線係使用耐熱/超耐熱鋁合金，可提升為一般導線(ACSR)的 1.6~1.9 倍之送容量。

2.1.3 此種導線可藉著鋼蕊與鋁線間之間隙作用來

抑制弛度增加，其弛度與導線溫度之變化關係如下圖

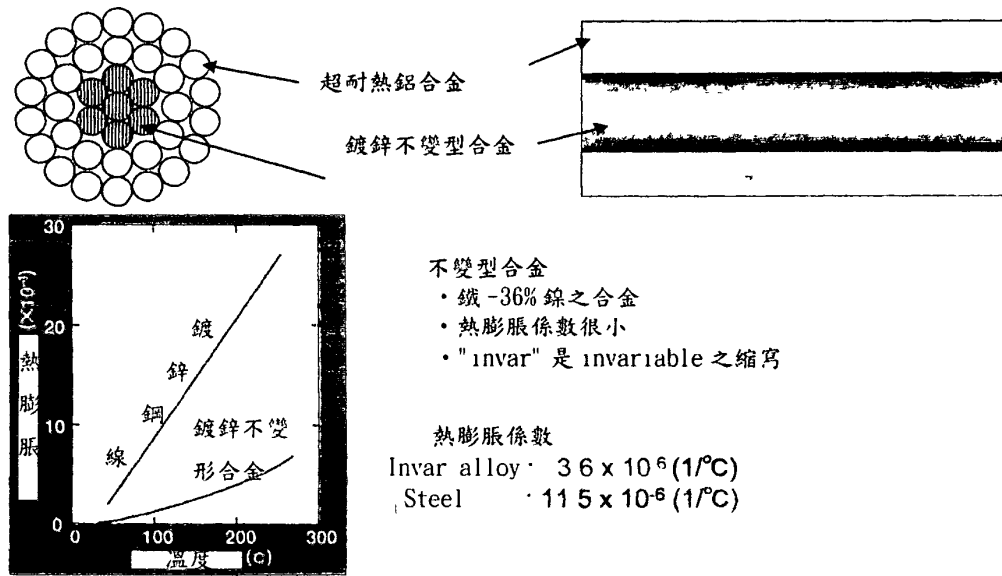


2. 2. ZTACIR/XTACIR

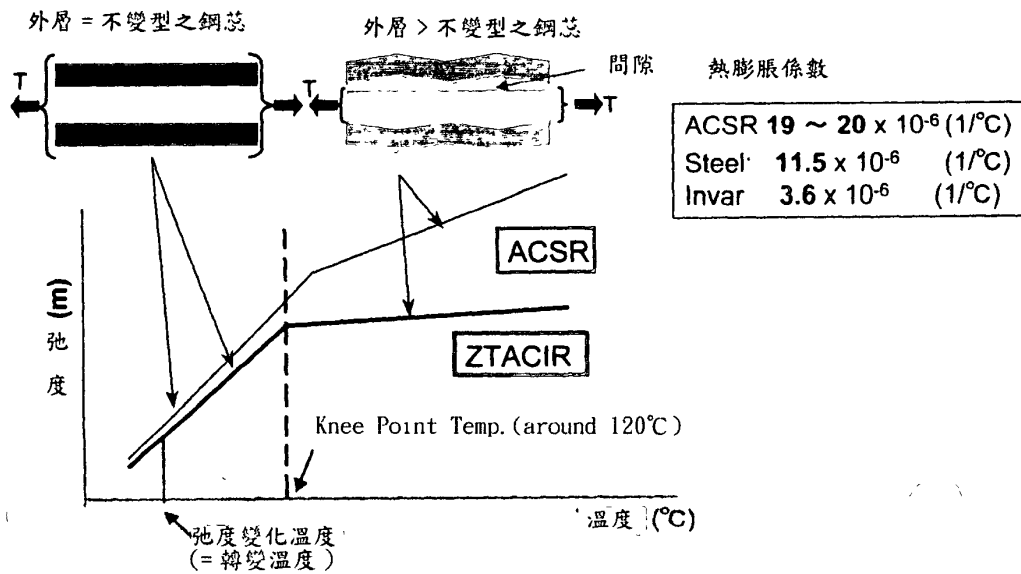
2. 2. 1. 為材料較特殊之導線，外層為超耐熱鋁合金，內層採用一種熱膨脹係數很小之鐵-36%鎳合金，屬於不變型合金，其熱膨脹係數僅約為鋼線之 1/4，如圖(一)所示。

2. 2. 2. 此種導線可提高送電容量為一般導線(ACSR)的 2 倍以上。

2. 2. 3. 由於鋼蕊採不變型之合金，可有效抑制弛度增加，其弛度與導線溫度變化關係如附圖(二)所示。

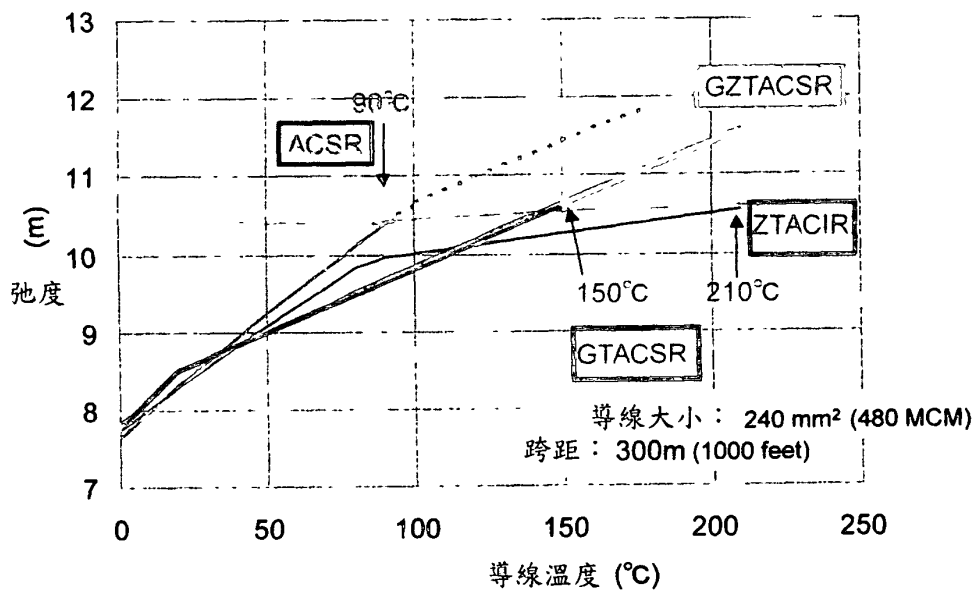


圖(一)

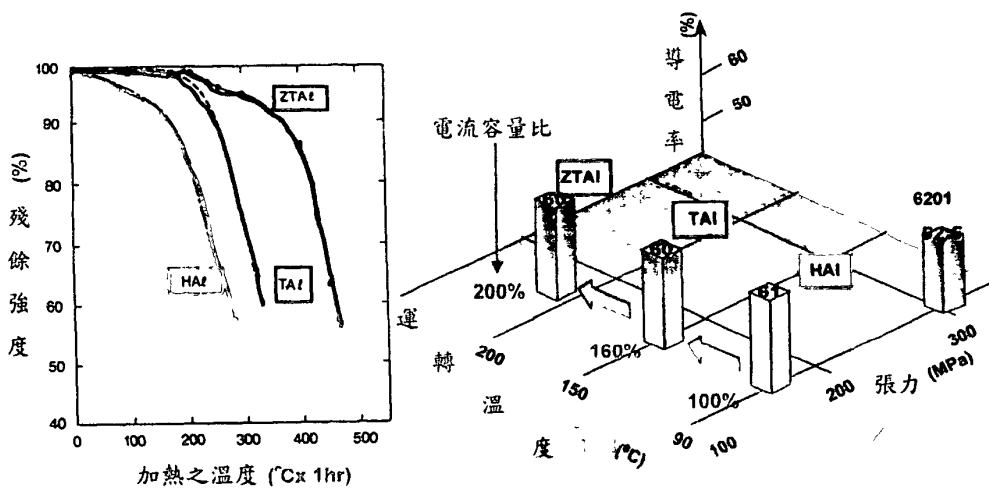


圖(二)

2.3. 一般導線 ACSR 與 GTACSR/GZTACSR、ZTACIR 之弛度與導線溫度變化關係如下圖所示，在相同之弛度下導線之溫度分別為 90°C 、 150°C 、 210°C 。



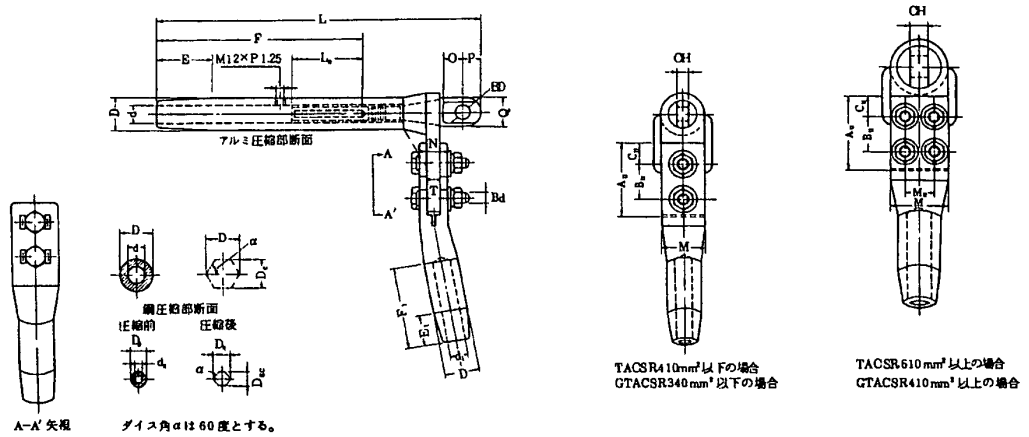
2. 4. 鋁線所採用之耐熱/超耐熱鋁合金(TAl/ZTAl)，由於加上少量之 Zr(鋯)，因能強化其特性，如下圖所示，TAl/ZTAl之運轉溫度及電流容量均較一般導線(HAl)為佳。



三、鐵配件

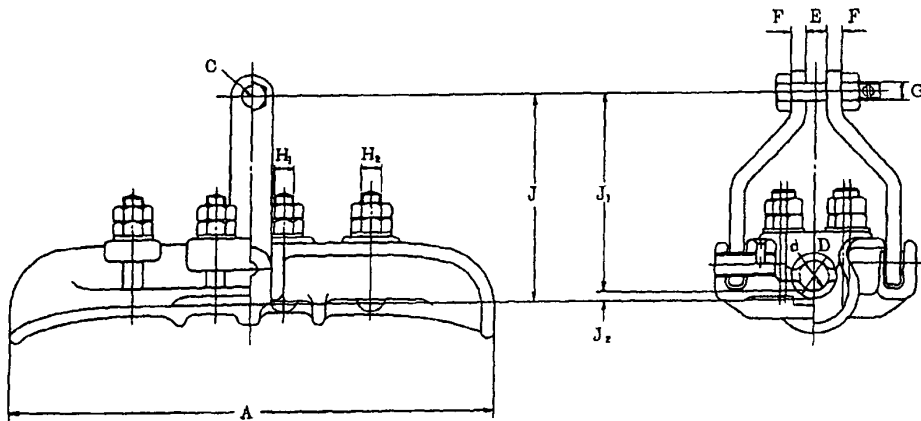
3.1. 間隙型導線使用之終端夾板、掛線夾板，如下圖

所示，其他如壓接套管、導線間隔器、制震器等亦須配合更換。



線種	項目	各部の寸法 (mm)																				圧縮部が アルミ 製の場合 電圧 レベル								
		L	D	Dc	d	d1	E	F	O	P	Q	M	Mu	E1	F1	Au	Bu	Cu	N	T	Le		Ds	Dac	ds	CH	BD	Bd	アルミ 製	本数
330 mm ²	TACSR	516	42	36.4	26.6	28.6	85	325	30	26	42	60	-	42	145	100	51	28	45	22	100	22	19.0	9.9	19	M20	M16	36.4	19.0	2
340 mm ²	GTACSR	718	52	45.0	27.9	27.9	105	515	39	32	60	70	-	52	165	117	57	33	55	26	205	28	24.2	12.0	25	M24	M20	45.0	24.2	2
410 mm ²	TACSR	571	48	41.6	29.9	29.9	95	370	33	28	48	70	-	48	153	117	57	33	55	26	120	24	20.7	11.1	22	M22	M20	41.6	20.7	2
	GTACSR	666	60	52.0	29.2	29.2	120	454	39	32	60	95	49	60	200	112	57	28	60	28	195	26	22.5	11.1	25	M24	M16	52.0	22.5	4
610 mm ²	TACSR	682	60	52.0	35.7	35.7	120	465	39	32	60	95	49	60	180	112	57	28	60	28	140	26	22.5	12.0	25	M24	M16	52.0	22.5	4
	GTACSR	821	68	58.9	35.7	35.7	205	601	39	32	60	100	50	68	210	122	60	30	64	30	205	28	24.2	12.0	25	M24	M16	58.9	24.2	4

GTACSR 終端夾板

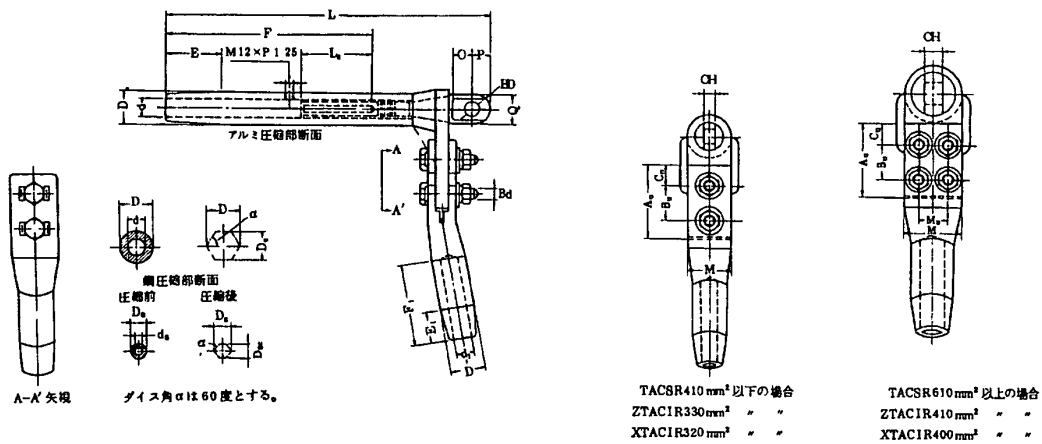


締付トルク・M20=1,500 kgf・cm
M16=1,000 kgf・cm

適合線条 GTACSR mm ²	寸 法 mm												想定最大張力 kgf	線 条 掌 握 力 kgf
	d	D	A	J	J ₁	J ₂	C	E	F	G	H ₁	H ₂		
170	18	30	400	160	154	6	19	19	9	M16	M16	M16	2,408	1,500
260	23	38	470	180	173	7	19	19	12	M16	M20	M16	3,656	2,200
340	28	45	510	207	198	9	22	19	16	M20	M20	M16	4,200	2,600
410													4,360	2,700
610	34	54	510	220	208	12	25	19	16	M20	M20	M16	4,988	3,000

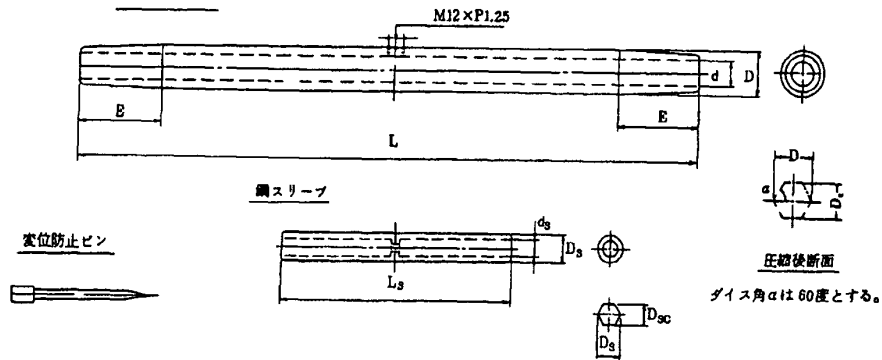
GTACSR 掛線夾板

3.2. 不變型導線(XTACIR/ZTACIR)使用之終端夾板、掛線夾板如下圖所示，其他如壓接套管、導線間隔器、制震器等亦須配合更換。



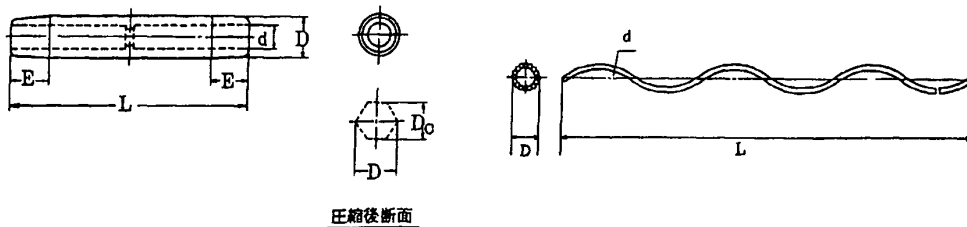
項目	線種	各 部 の 寸 法 (mm)																				圧縮使用ダイス 圧縮方向 対辺方法		ワイヤ 取付用 ボルト 本数							
		L	D	De	d	d ₁	E	F	O	P	Q	M	M ₁₀	E ₁	F ₁	A _u	B _u	C _u	N	T	L _s	D _s	D _s c		d _s	CH	BD	Bd	アルミ	インパ	
410mm ²	TACSR	571	48	416	29.9	29.9	95	370	33	28	48	70	—	48	153	117	57	33	55	26	120	24	20.7	11.1	22	M22	M20	41.6	20.7	2	
	ZTACIR	631	52	450	"	"	105	430	"	"	"	95	49	52	200	112	"	28	60	28	"	"	"	"	"	"	"	M16	45.0	"	4
400mm ²	XTACIR	611	60	52.0	27.9	27.9	120	405	"	"	"	100	50	60	210	122	60	30	64	30	130	26	22.5	13.6	25	"	"	"	52.0	22.5	4
	TACSR	682	60	52.0	35.7	35.7	120	465	39	32	60	95	49	60	180	112	57	28	60	28	140	26	22.5	12.0	25	M24	M16	52.0	22.5	4	
610mm ²	ZTACIR	710	68	58.9	"	"	135	493	"	"	"	100	50	68	230	120	60	30	64	30	"	"	"	"	"	"	"	"	58.9	"	4
	XTACIR	793	"	"	33.6	33.6	"	550	37	"	50	110	60	"	"	130	65	38	66	32	150	32	27.7	15.7	"	"	"	M20	"	27.7	4

XTACIR/ZTACIR 終端夾板



電線サイズ	電線種類	各部の寸法 (mm)										圧縮使用ダイス圧縮方向対辺寸法 (mm)	
		L	D	Dc	d	E	Ls	Ds	Dsc	ds	アルミ	鋼	
410mm ²	TACSR	740	48	41.6	299	95	240	24	207	111	416	207	
	ZTACIR	860	52	45.0	-	105	-	-	-	-	450	207	
400mm ²	XTACIR	810	60	52.0	279	120	260	26	225	136	520	225	
610mm ²	TACSR	930	60	52.0	357	120	280	26	225	120	520	225	
	ZTACIR	986	68	58.9	357	135	-	-	-	-	589	225	
600mm ²	XTACIR	1100	-	-	336	135	300	32	277	157	589	277	

XTACIR/ZTACIR 圧接套管



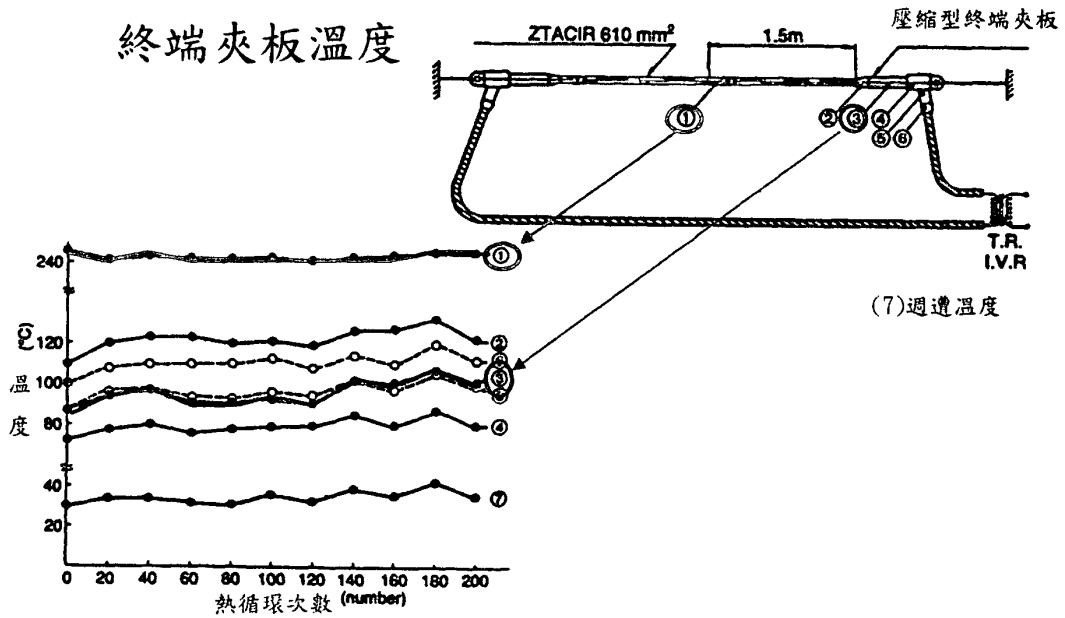
電線サイズ	電線種類	各部の寸法 (mm)					圧縮使用ダイス圧縮方向対辺寸法 (mm)
		L	D	d	E	Dc	
410mm ²	TACSR	305	48	29.9	48	41.6	41.6
	ZTACIR	400	52	29.9	52	45.0	45.0
400mm ²	XTACIR	420	60	27.9	60	52.0	52.0
610mm ²	TACSR	360	60	35.7	60	52.0	52.0
	ZTACIR	460	68	35.7	68	58.9	58.9
600mm ²	XTACIR	460	68	33.6	68	58.9	58.9

電線サイズ	電線種類	各部の寸法 (mm)		取付後標準外径 (mm)	1組分数量 (本)
		L	d		
410mm ²	TACSR	2,500	78	44.1	13
	ZTACIR	2,500	78	44.1	13
400mm ²	XTACIR	3,500	8.6	44.1	11
610mm ²	TACSR	2,500	93	52.8	13
	ZTACIR	2,500	93	52.8	13
600mm ²	XTACIR	3,500	103	52.8	11

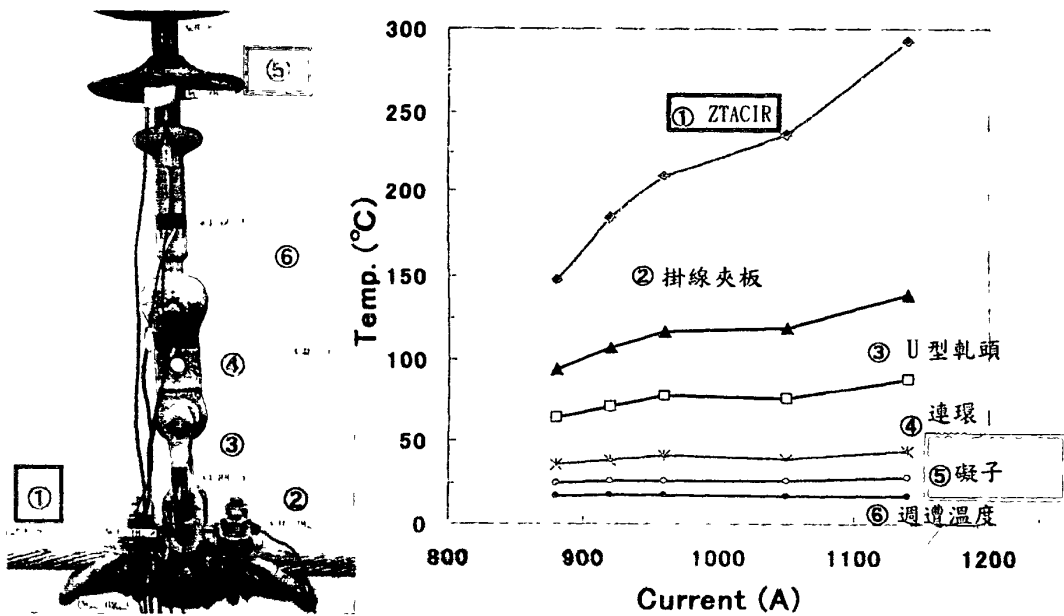
XTACIR/ZTACIR 跳線圧接套管

XTACIR/ZTACIR 成型保護條

3.2.1 其終端夾板及掛線夾板溫度如附圖(一)、
(二)所示，均低於導線溫度。



附圖(一)



附圖(二)

四、以特殊導線更換既有導線之施工方式

4.1. 超耐熱鋁合金強化系列(ZTACIR/XTACIR)之施工方式與一般導線(ACSR)之施工方式相同。

4.2. 間隙型耐熱鋁合金強化系列(GTACSR/GTACSR)則須採用特殊之架線方式，其施工方式如下：

4.2.1. 準備工作

- 檢查鐵塔導線和鐵器是否堪用
- 巡視線路看是否有須搭設保護架地點
- 鐵塔橫擔是否有須補強

4.2.2. 更換 GZTACSR

步驟一

- 既有之導線移置於滑車上
- 放鬆導線張力，並將既有導線之末端接上

GZTACSR

步驟二

- 利用既有導線延放 GZTACSR

步驟三

- 弛度調整作業

(1)先將延架線區間之末端固定。

(2)先架線至設計拉力之 70%。

(3)切斷 GZTACSR 並小心地將鋁夾板後之
鋁線解開。

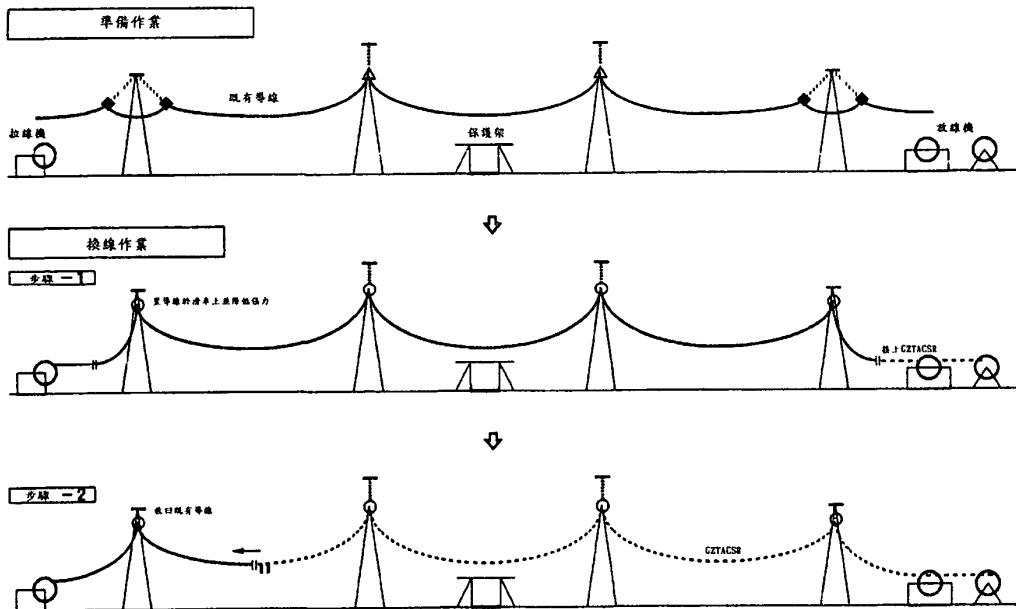
(4)放妥夾線器(鋼蕊)，並拉至指定之張力。

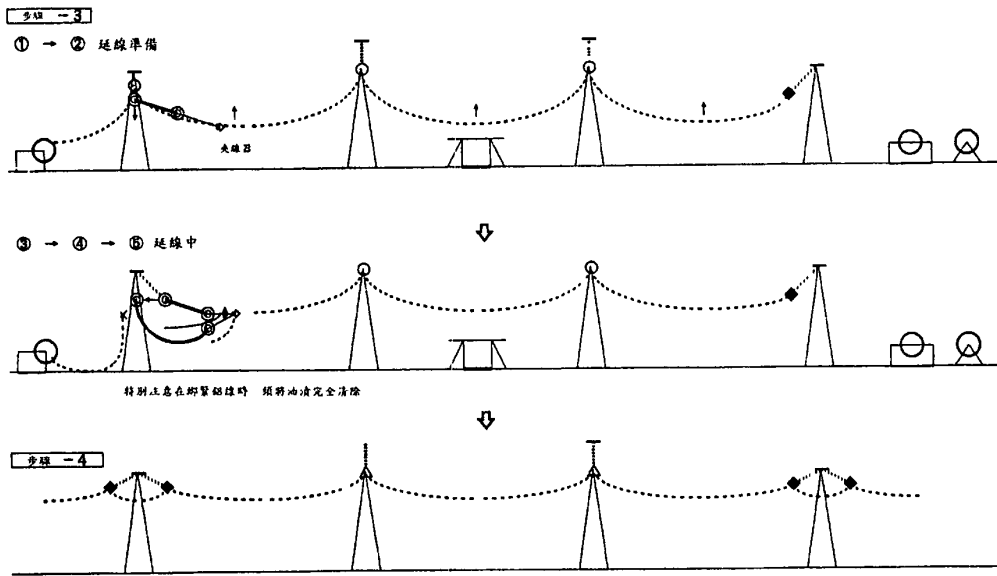
(5)固定鋼蕊夾板，礙子連鐵配件，並在重
新綁緊鋁絞線後固定鋁夾板。

步驟四

- 切斷懸垂夾板之跳線並裝上鐵器

延線作業之步驟示意圖

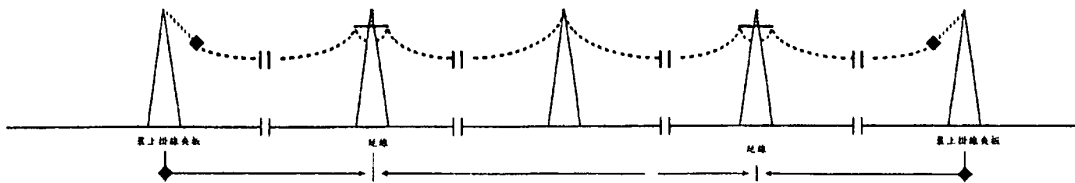




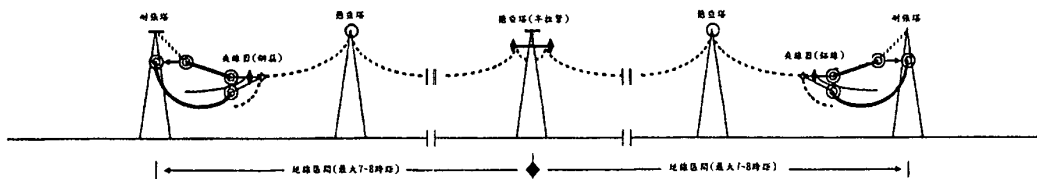
連續數座懸垂型鐵塔之架線方式

為了能充分展現 GTACSR 低弛度優點，以下列方式延線較佳

8~14 跨距

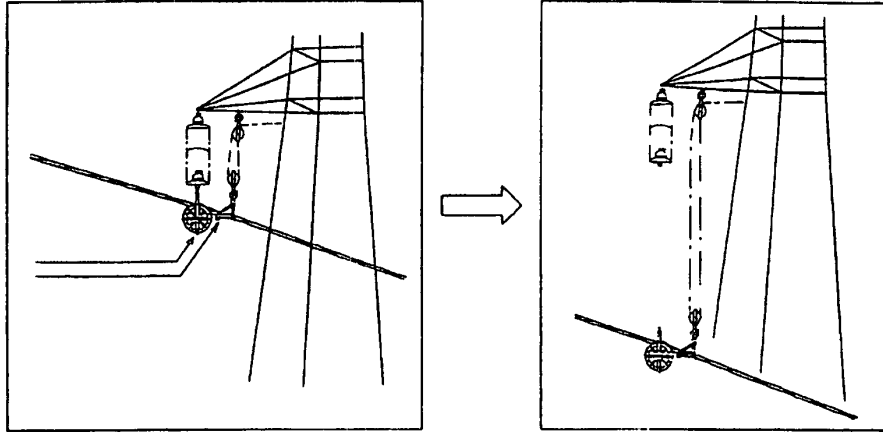


超過 15 個跨距

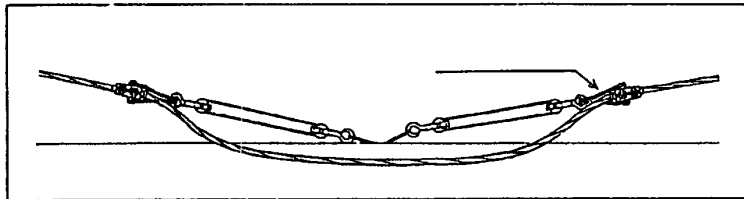


在懸垂型鐵塔使用半緊線配件之延線步驟

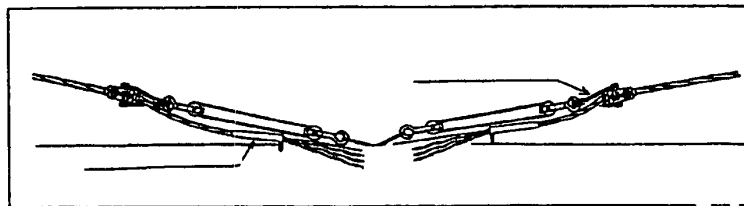
將導線放在地上



固定在地上

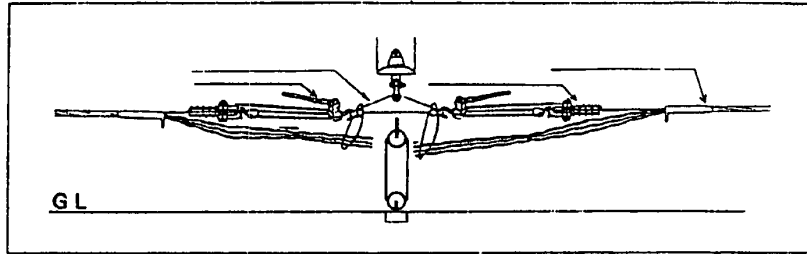


切除鋁線並用夾線器預先調整弛度



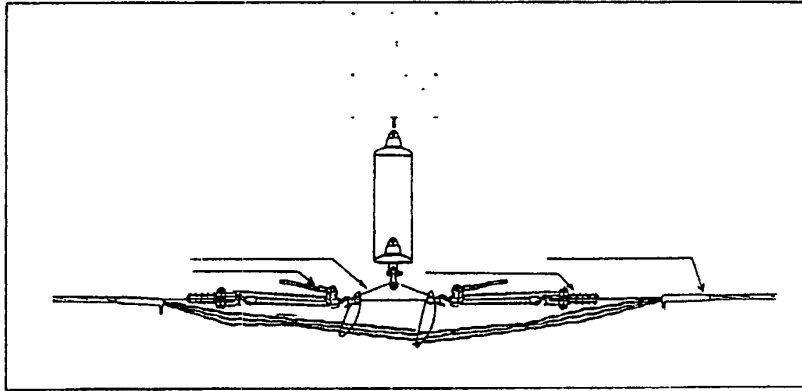
↓

耐張塔使用夾線器之弛度作業



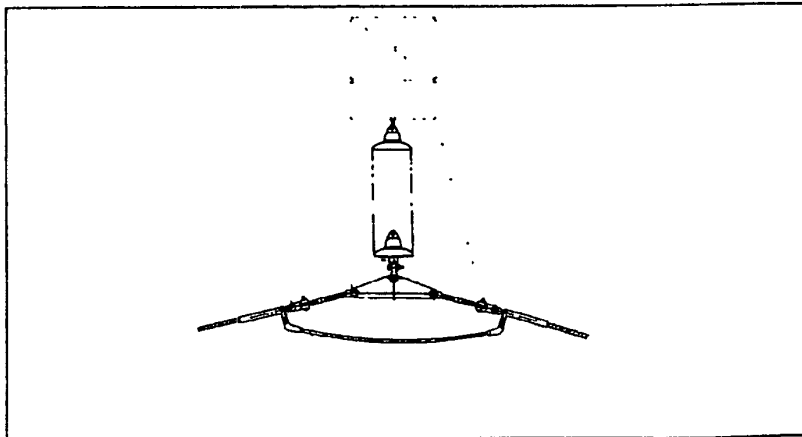
↓

弛度調整



↓

壓接並裝上掛線夾板



五、遷移點溫度(The Turning Temperature)之計算方法

在臨界溫度時，鋁線之張力為零

S: 跨距(m)

W: 導線自重(kg/m)

Aa: 鋁線之截面積(mm²)

As: 鋼蕊之截面積(mm²)

A: 導線總截面積=Aa+As(mm²)

Ea: 鋁線彈性係數(kg/mm²)

Es: 鋼蕊彈性係數(kg/mm²)

E: 導線等價之彈性係數(kg/mm²)

$$\frac{EaAa + EsAs}{Aa + As}$$

α_a : 鋁線膨脹係數值(1/°C)

α_s : 鋼蕊膨脹係數值(1/°C)

α : 導線等價線膨脹係數(1/°C)

$$\frac{\alpha_a E_a A_a + \alpha_s E_s A_s}{E_a A_a + E_s A_s}$$

t₀: 起始溫度(在溫度時鋁線與鋼蕊之長度相同)(°C)

t₁: 最惡劣情況下之溫度(°C)

q₁: 最惡劣情況下之負載係數

l₀: 在起始溫度時之長度 m

T1: 惡劣情況下之最大張力(kg)

tc: 臨界情況下之溫度(在此溫度時鋁線張力變為 0)

Tc: 臨界情況下之導線張力

當導線在緊線溫度 t 時，鋁線張力為 Ta，鋼蕊張力為 Ts，鋁與鋼蕊均等長時，其關係如下：

$$l_0 \left[1 + \alpha_a(t - t_0) \right] \left[1 + \frac{T_a}{E_a A_a} \right] = l_0 \left[1 + \alpha_s(t - t_0) \right] \left[1 + \frac{T_s}{E_s A_s} \right] \dots\dots\dots(1)$$

忽略掉極小數之項目

$$\frac{T_a}{E_a A_a} - \frac{T_s}{E_s A_s} + (\alpha_a - \alpha_s)(t - t_0) = 0 \dots\dots\dots(2)$$

於臨界點時，Ta=0 且 Ts=Tc

$$T_c = E_s A_s (\alpha_a - \alpha_s)(t_c - t_0) \dots\dots\dots(3)$$

另一方面導線經由拋物線(catenary)求得之長度相等於起始長度，經由張力及溫度變化後之長度，得如下關係：

$$S + \frac{q^2 W^2}{24 T_1^2} S^3 = l_0 \left(1 + \frac{T_1}{EA} \right) \left[1 + \alpha(t_1 - t_0) \right] \dots\dots\dots(4)$$

$$S + \frac{W^2}{24 T_c} S^3 = l_0 \left(1 + \frac{T_c}{EA} \right) \left[1 + \alpha(t_c - t_0) \right] \dots\dots\dots(5)$$

忽略極小項，可簡化成為

$$T_c^3 + \left[\frac{q_1^2 W^2 S^2 EA}{24 T_1^2} - T_1 + \alpha(t_c - t_1) EA \right] T_c^2 - \frac{W^2 S^2 EA}{24} = 0 \dots\dots\dots(6)$$

公式(6)經由數值分析計算可得出 Tc 與 tc

若已知起始溫度 t_0 時之張力，可使用下列公式：

$$\left(\frac{T_c}{T_{01}}\right)^3 + \left(\frac{T_c}{T_{01}}\right)^2 (M-1) \frac{\alpha_a - \alpha}{\alpha_a} = \frac{\alpha_a - \alpha}{\alpha_a} M \dots\dots\dots(7)$$

其中

$$M = \frac{W^2 S^2 EA}{24T_{01}^3} \quad T_{01}: \text{在 } t_0 \text{ 溫度，無風無雪時之張力}$$

範例 1

(一) 計算條件

- 電線種類：GTACSR 410mm²
- 電線外徑：D=28.0(mm)
- 電線截面積：A=473.5(mm²)
- 鋼蕊截面積：As=67.35(mm²)
- 電線自重：W=1.678(kg/m)
- 等價彈性係數：E=8390(kg/mm²)
- 鋼蕊彈性係數：Es=21000(kg/mm²)
- 等價線膨脹係數： $\alpha = 18.9 \times 10^{-6} (/^\circ\text{C})$
- 鋼蕊線膨脹係數： $\alpha_s = 11.5 \times 10^{-6} (/^\circ\text{C})$
- 最大使用張力：Tmax=5000(kg)
- 負載條件：15°C 100kg/m²
 -15°C 50kg/m²

6mm 冰雪附著量(0.9)

- 跨距：S=300m
- 緊線溫度：15°C
- 計算溫度：0°C~150°C(無風)

(二)15°C(緊線溫度=遷移點溫度)時張力 T_c ，求法如公式(8)所示

$$T_c^3 + \left\{ \frac{q_1^2 W^2 S^2 EA}{24 T_1^2} - T_1 + \alpha(t_c - t_1)EA \right\} T_c^2 - \frac{W^2 S^2 EA}{24} = 0 \dots\dots\dots(8)$$

q_1 ：最惡劣狀態之負載係數($q_1=1.7962$)

T_1 ：最惡劣狀態之張力(最大使用張力)

t_1 ：最惡劣狀態之溫度

t_c ：遷移點之溫度

$$T_c^3 + \left\{ \frac{1.7962^2 \times 1.678^2 \times 300^2 \times 8390 \times 473.5}{24 \times 5000^2} - 5000 + 18.9 \times 10^{-6} (15 + 15) \right. \\ \left. \times 8390 \times 473.5 \right\} T_c^2 - \frac{1.678^2 \times 300^2 \times 8390 \times 473.5}{24} = 0$$

$$\therefore T_c = 2776(\text{kg})$$

(三)再以公式(8)求出 150°C 時之張力及弛度

$$T_{150}^3 + \left\{ \frac{1.678^2 \times 300^2 \times 21000 \times 67.35}{24 \times 2776^2} - 2776 + 11.5 \times 10^{-6} (150 - 15) \right. \\ \left. \times 21000 \times 67.35 \right\} T_{150}^2 - \frac{1.678^2 \times 300^2 \times 21000 \times 67.35}{24} = 0$$

$$\therefore T_{150} = 2083(\text{kgf})$$

$$\therefore d_{150} = \frac{WS^2}{8T_{150}} = \frac{1.678 \times 300^2}{8 \times 2083} = 9.06(m)$$

以上述方式可分別求出各溫度下之弛度並與 ACSR 410mm² 比較如表一所示

表一 弛度張力計算例

溫度 (°C)	GTACSR 410mm ²		TACSR 410mm ²	
	水平張力 (kg)	弛度 (m)	水平張力 (kg)	弛度 (m)
0	3030	6.23	2999	6.28
15	2776	6.80	2748	6.85
30	2675	7.05	2543	7.40
45	2588	7.30	2372	7.94
60	2499	7.56	2228	8.45
75	2418	7.81	2105	8.94
90	2342	8.06	1998	9.42
105	2271	8.31	1906	9.88
120	2204	8.56	1824	10.32
135	2142	8.81	1751	10.75
150	2083	9.06	1686	11.16

範例 2

計算例

- 電線種類：ZTACIR 410mm
- ZTAl 之截面積： $A_s=413.4\text{mm}^2$
- 弛度不變合金線之截面積 $A_s=67.35\text{mm}^2$
- 電線的截面積： $A=480.8\text{mm}^2$
- 電線外徑： $D=28.5\text{mm}$
- 電線自重： $W=1.687\text{ kg/m}$
- 等價彈性係數： $E=7730\text{ kg/mm}^2$
- ZTAl 的彈性係數： $E_a=6300\text{ kg/mm}^2$
- 弛度不變合金(鋼芯)之彈性係數： $E_s=16500\text{ kg/mm}^2$
- 等價線膨脹係數： $\alpha=17.0\times 10^{-6}(/^\circ\text{C})$ (遷移點以下)
- 弛度不變合金(鋼芯)之線膨脹係數：
 $\alpha_s=2.8\times 10^{-6}(/^\circ\text{C})$ (遷移點以下)
 $\alpha_s=3.6\times 10^{-6}(/^\circ\text{C})$ (遷移點以上)
- 最大使用張力： $T_{\max}=4800\text{ kg}$
- 負載條件： 15°C 100 kg/m^2
 -15°C 100 kg/m^2
6 mm 冰雪附著量(0.9)

· 跨距：S=300m

$$q_1 W = \sqrt{\{(2 \times 6 + 28.5) \times 50 \times 10^{-3}\}^2 + \{6 \times (28.5 + 6) \times \pi \times 0.9 \times 10^{-3} + 1.687\}^2} = 3.044$$

(一) 如公式(8)所示在 15°C 無風無雪時張力 T_{01} 求法如

下：

$$T_{01}^3 + \left\{ \frac{3.044^2 \times 300^2 \times 7730 \times 480.8}{24 \times 4800^2} - 4800 + 17.0 \times 10^{-6} \times (15 + 15) \right. \\ \left. \times 7730 \times 480.8 \right\} T_{01}^2 = \frac{1.687^2 \times 300^2 \times 7730 \times 480.8}{24}$$

$$\therefore T_{01} = 2708 \text{ (kg)}$$

(二) 再以公式(7)方式求遷移點之張力 T_c

$$\text{因 } M = \frac{7730 \times 480.8 \times 1.687^3 \times 300^2}{24 \times 2708^3} = 1.997$$

$$\text{所以 } \left(\frac{T_c}{T_{01}}\right)^3 + \left(\frac{T_c}{T_{01}}\right)^2 \times (1.997 - 1) \times \frac{23.0 - 17.0}{23.0} = \frac{23.0 - 17.0}{23.0} \times 1.997$$

$$\left(\frac{T_c}{T_{01}}\right)^3 + 0.2601 \times \left(\frac{T_c}{T_{01}}\right)^2 = 0.5210$$

$$\text{求出 } \left(\frac{T_c}{T_{01}}\right) = 0.7268$$

$$\therefore T_c = 0.7268 \times 2708 = 1968 \text{ kg}$$

以公式(3)求出遷移點之溫度

$$t_c = \frac{T_c}{E_s A_s (\alpha_a - \alpha_s)} + t_0 = \frac{1968}{16500 \times 67.35 \times (23 - 2.8) \times 10^{-6}} + 15 = 103^\circ\text{C}$$

(三) 在 240°C 導線膨脹係數為 3.6×10^{-6} 求出弛度

$$T_2^3 + \left(\frac{W^2 \cdot S^2 \cdot E_s \cdot A_s}{24 \cdot T_c^2} - T_c + \alpha_s (t_2 - t_c) E_s \cdot A_s \right) T_2^2 \\ = \frac{W^2 \cdot S^2 \cdot E_s \cdot A_s}{24}$$

$$T_2^3 + \left\{ \frac{1.687^2 \times 300^2 \times 16500 \times 67.35}{24 \times 1968^2} - 1968 + 3.6 \times 10^{-6} \times (240 - 103) \right.$$

$$\left. 16500 \times 67.35 \right\} T_2^2 = \frac{1.687^2 \times 300^2 \times 16500 \times 67.35}{24}$$

得出 $T_2 = 1844 \text{ kg}$ 弛度 $= \frac{1.687 \times 300^2}{8 \times 1844} = 10.29 \text{ m}$

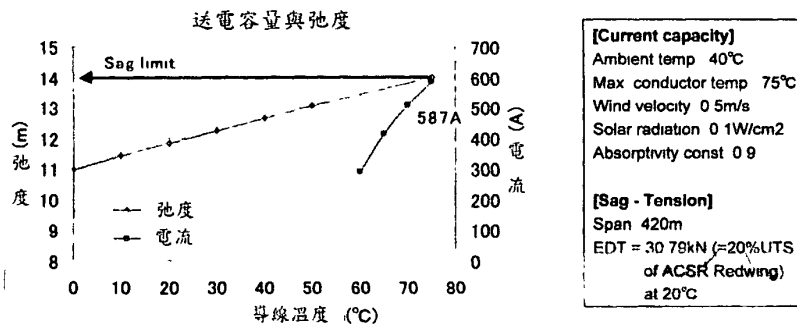
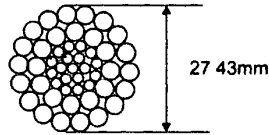
5.1 以既有導線(ACSR Redwing)更換為 GTACSR 導線為

例，當電流提高為 1.76 倍時弛度是相同的，如下

圖(一)、(二)所示。

既有導線 ACSR Redwing(714MCM)

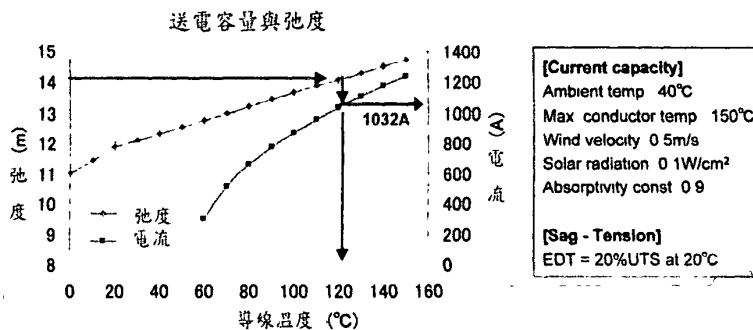
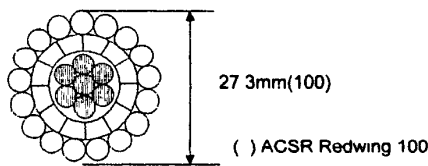
結構 Al 18/3 92mm
Al 12/3 92mm
St 19/2 35mm
自重 1686kg/km



附圖(一)

替換之導線 GTACSR 370mm²

結構 TAI 17/4 15mm
TAI 12/ TZ
Est 7/3 8mm
自重 1666kg/km (99)



附圖(二)

六、使用特殊導線(GTACIR/GZTACSR、ZTACIR)與一般導線(ACSR)費用之比較

6.1. 以目前一般導線 ACSR 為基準與 GTACSR/GZTACSR、ZTACIR 之特殊導線做比較如下表所示。

導線型式	最大運轉之溫度	弛度比	送電容量比	架線方式	材料費
ACSR	90	1	1	目前通用之方式	1
GTACSR	150	1.02	1.6	特殊緊線方式	1.3
GZTACSR	210	1.13	2.0		1.5
ZTACIR	210	1.02			目前通用之方式

相同大小，ACSR=1

6.2. 就相同之弛度比而言，間隙型之導線(GTACSR)材料費為超耐熱不變型導線(ZTACIR)的

$1.3/3.5=0.37$ 倍，較為便宜。

6.3. 再以既有導線更換特殊導線，提升 2 倍送電電流，就不同施工方式之工程費用比較如下表所示，其中以 GZTACSR 取代方式最便宜。

既有之線路：132KV 一回線，導線截面積 410-SQ，送電電流 825 安培
 (在 90°C 時)，需要提升至 2 倍送電電流 (825X2→1650A)

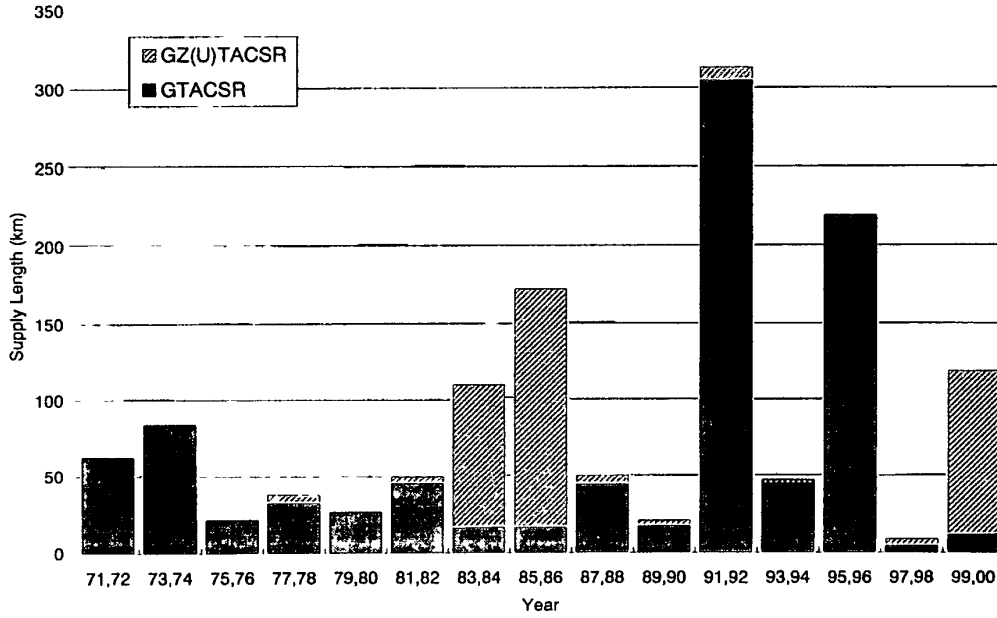
項目		提升方式	以 GZTACSR	以 ZTACIR	拆除設備並重建 ACSR	新建一回線
			410-SQ 取代	410-SQ 取代	410-SQ 兩回線或 ACSR 810-SQ 一回線	ACSR410-SQ
材料費	鐵塔		-	-	34	22
	導線		22	51	30	15
	礙子		-	-	14	9
	鐵器		2	2	10	6
建設費	基礎		-	-	32	22
	裝建		-	-	26	13
	延架線		16	15	26	13
電力損失			不考慮	不考慮	不考慮	不考慮
土地或挖路証之取得			-	-	-	不考慮
總費用			40	68	172	100

七、結論

- 7.1. 間隙型導線(GTACSR/GZTACSR)在日本有近三十年之使用實績，線路回線長度達 1336.6 公里(迄 2000 年 7 月止)，每兩年實績與線路回線長度之關係如下圖表一所示；另不變型導線(XTACIR/ZTACIR)在日本亦有近二十年之使用實績，線路回線長度達 2319.554 公里(迄 1999 年 9 月止)，每兩年實績與線路回線長度之關係如下圖表二所示。
- 7.2. 前(7.1.)所述不變型導線(XTACIR/ZTACIR)之線路回線長度使用實績，在日本較間隙型導線(GTACSR/GZTACSR)之使用實績多。

SEI's GTACSR and GZ(U)ACSR SUPPLY RECORD

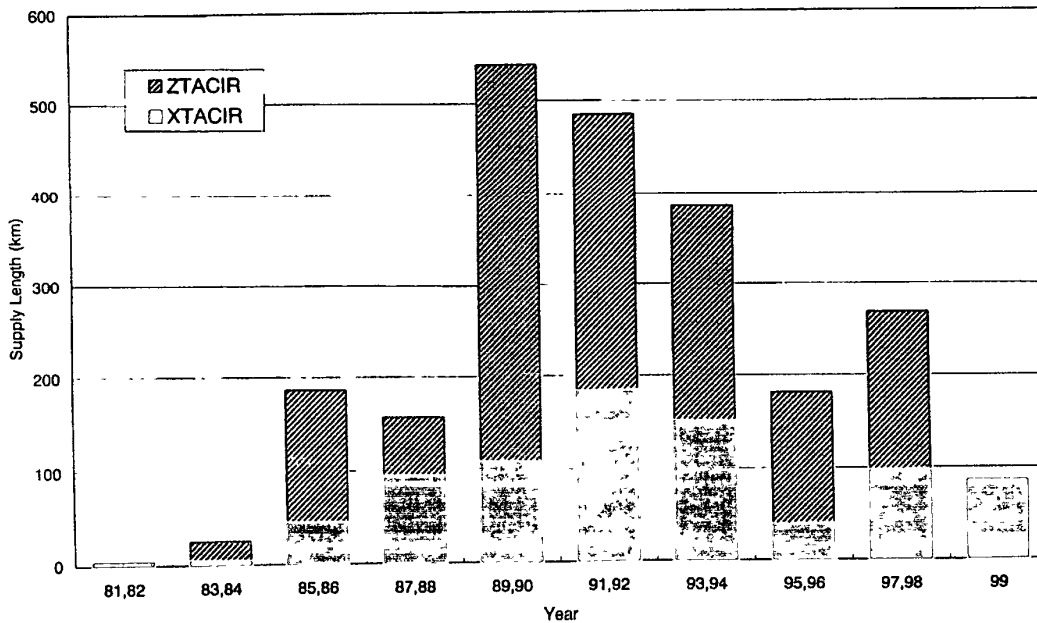
Total Supply Length=1336.6km(~2000.7)



圖表一

SEI's XTACIR and ZTACIR SUPPLY RECORD

Total Supply Length=2319.554km(~'99.9)



圖表二

- 7.3. 由於上述特殊導線在日本應屬成熟產品，以國內目前新建架空線塔位用地取得日益困難下，若經檢討現有送電中之 161KV 或 69KV 架空輸電線路，在維持原有弛度可保持足夠之安全距離時，則可考慮更換此種送電容量可增大 1.6~2 倍之特殊導線以節省經費，並可縮短工期。
- 7.4. 當既有輸電線路更換為特殊導線時，因無需再進行塔位用地交涉，為節省現有人力，以統包方式作業不失為一可行辦法。