

送電鉄塔に使用した 60 kg 耐候性高張力鋼について

海 野 三 蔵*
岡 松 真 之**

1. ま え が き

電力需要の増加に伴って、送電々圧が高くなる傾向にあるが、わが国では現在最大270KVであり、近い将来に効率のよい400KV級の超高圧送電が必要になる。その際に生ずる種々の問題点について検討が進められているが、その一環として、電力中央研究所が東京電力をはじめ各電力会社と共同で、塩原（栃木県塩谷郡）に試験鉄塔の設計にあたり、各種の形式が試みられたが、その一つとしてYAW-TEN60の山形鋼を使用した鉄塔が設計された。YAW-TEN60を使用しでは次の二点があげられる。

1. 送電々圧が高くなると、いきおい鉄塔が大形化されるが、その際に形鋼断面を大きくしないですむよう降伏点の高い鋼材を使用する。
2. 将来は、接合部に高張力ボルトによる摩擦接合を採用することが考えられるが、この場合には亜鉛メッキは出来ず組立後の塗装となり、鋼材自体の耐候性が問題になる。

以下に試験的に使用されたYAW-TEN60の材質、座屈性状および試験鉄塔の概要について報告する。

2. YAW-TEN60 について

前述のような主旨から要求された機械的性質は、降伏点 46 kg/mm^2 以上、引張強さ 60 kg/mm^2 以上という事であった。この性質を満足させ、かつ耐食性を増すため、銅、りん、クロム、チタン等が加えられたが、成分の分析結果および機械的性質の実績は次の通りである。

化 学 成 分 %

寸 法	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ti
L-200×200×25	0.12	0.37	1.45	0.051	0.015	0.36	0.50	0.067
L-150×150×12	0.11	0.42	1.11	0.063	0.013	0.33	0.43	0.027

機械的性質

2.5mm厚

試料	降伏点 kg/mm^2	引張強さ kg/mm^2	伸び %
1	52.3	72.9	14.0
2	52.4	72.5	13.5
3	52.8	72.0	12.0
4	52.0	70.8	12.5
5	50.8	68.3	16.0
6	51.2	69.0	13.0
7	54.1	74.1	13.5
8	51.5	67.8	14.0

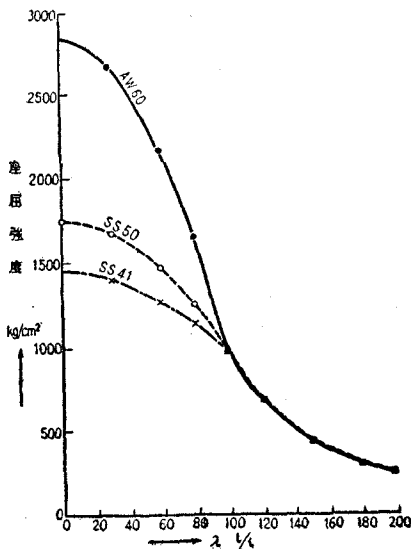
12mm厚

試料	降伏点 kg/mm^2	引張強さ kg/mm^2	伸び %
1	52.6	67.1	18.0
2	53.6	72.6	19.0
3	55.6	79.6	19.0
4	48.2	62.2	21.0
5	50.8	64.4	19.0
6	55.3	70.5	18.5
7	50.5	63.4	21.0
8	49.8	62.6	20.0
9	50.3	62.4	21.0
10	49.9	62.5	21.0

以上の通り要求された性質を十分に満足している。

3. YAW-TEN 60 形鋼の座屈について

鉄塔の設計に当り、YAW-TEN 60 の座屈強度は才 1 図の様に、SS 41 に対して定められている座屈曲線を一応降伏点の比率（YAW-TEN 60 の降伏点を 4500 kg/cm^2 として）に従ってそのままスライドしたものが採用された。



才 1 図 送電用鉄塔座屈曲線

SS 41 の座屈強度

$$0 < \lambda = l/i \leq 100$$

$$1450 - 480 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$100 < \lambda \leq 220$$

$$970 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad //$$

SS 50 の座屈強度

$$0 < \lambda \leq 100$$

$$1750 - 780 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad //$$

$$100 < \lambda \leq 220$$

$$970 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad //$$

YAW-TEN 60 の座屈強度

$$0 < \lambda \leq 100$$

$$2840 - 1870 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad //$$

$$100 < \lambda \leq 220$$

$$970 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2$$

この仮定を実験的に確認するため、東大奥村研究室が2,000トン試験機を使って行った実験の概要は次の通りである。

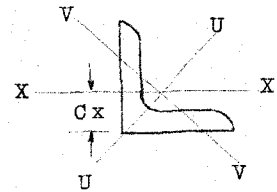
材料の機械的性質

座屈用試験体の端部より採取した引張試験片(JIS1号)による機械的性質は

引張強さ	平均	64.5	kg/mm^2 (60~69)
降伏点	〃	48.5	〃 (45~50)
降伏比	〃	75.5	%
伸び	〃	21.2	〃 (17~23)
ヤング率	〃	2.12×10^6	kg/cm^2 (2.06~2.17)
ポアソン比	〃	0.269	(0.253~0.278)
比例限界	〃	33.0	kg/mm^2 (24~35)

試験体

座屈試験に使用した山形鋼はL-150×150×12であるが、実際の寸法は若干公称より大きく、その実測値は次表の通りである。



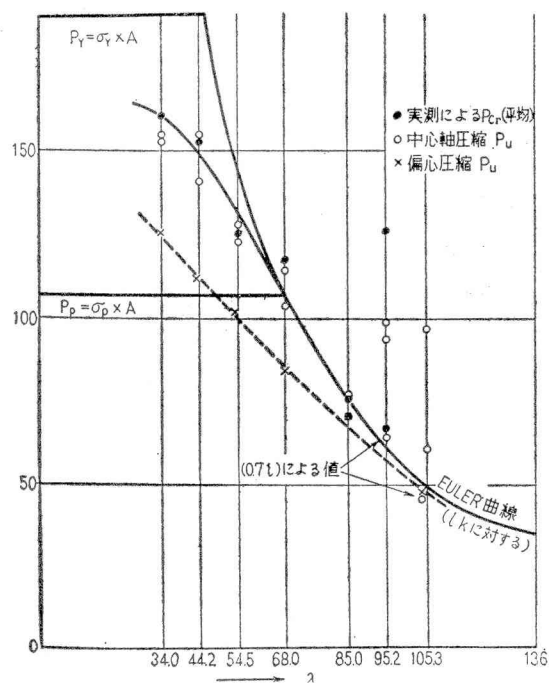
	厚さ mm	断面積 cm^2	重心 C_x cm	I_x cm^4	i_x cm
公称	12.0	34.56	4.12	721.2	4.57
平均	12.3	35.47	4.15	758	4.61
min~max	12.1~12.4	34.95~35.87	4.15	745~772	4.60~4.62

	I_u cm^4	i_u cm	I_v cm^4	i_v cm
公称	1163	5.80	279.5	2.84
平均	1202	5.82	308	2.94
min~max	1190~1212	5.81~5.83	300~313	2.92~2.96

公称よりいずれも可成り大きくなっているが、高張力形鋼の圧延は大変むずかしく、圧延のままの高張力形鋼あるいは圧延後調質を行った場合等について研究が進められている。

以上の材料を使用し、材長100~310cm(細長比34.0~105.3)の範囲で7種類選んで試

験体を製作し、端部は球面
 支承の状態で実験した。
 荷重の各段階において、鋼
 材の変形、応力等の測定を
 行い、最終座屈荷重に至る
 までの試験体各部の変化を
 調べた。その結果をまとめ
 たものが第2図である。



第2図 細長比—限界荷重

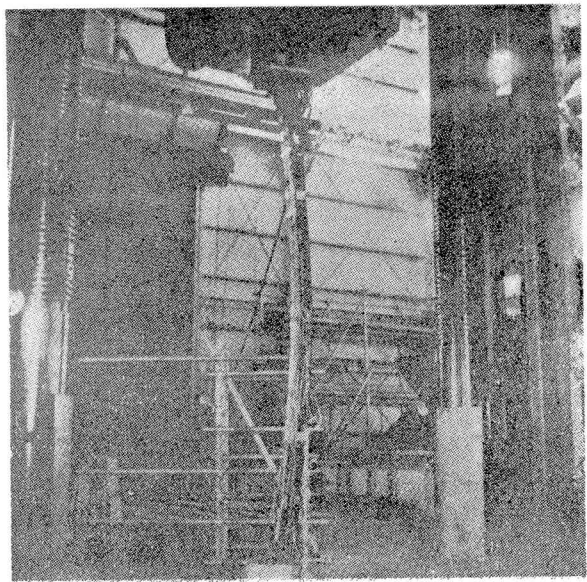


写真 1
 座屈試験
 ($\lambda = 105.3$)

これらの結果を総合すると、細長比 85 が Euler 曲線適用の限度であり、又今回採用した座屈曲線もほぼ妥当なものであることが明らかになったと思われる。

4. 鉄塔について

鉄塔の詳細については他に発表されているので、その概略だけをのべる。

鉄塔の設計は次の様な条件で行なわれた。

想 定 風 速 最大 40 m/sec

気 温 $-15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$

断 線 条 件 なし

着 氷 条 件 想定最大風速の時には着氷なし

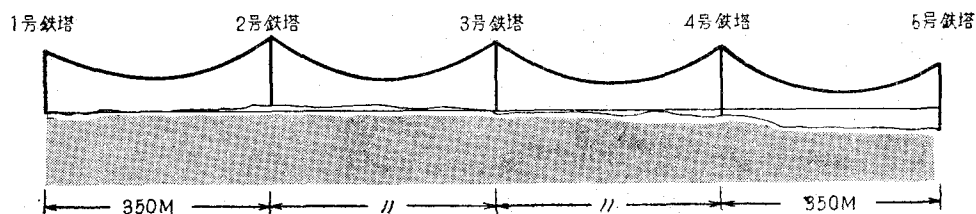
経 間 長 350 m (才 3 図)

導体の最低地上高 10 m

架空地線の弛度 導体の弛度の 75%

鉄 塔 形 式

1 号鉄塔	引 留 鉄 塔	D 型 (高さ 44.8 m)	SS 50+SS 41 使用
2 "	懸 垂 鉄 塔	A 型 (48.2 m)	SS 50+SS 41 使用
3 "	"	" (")	MC 鉄塔
4 "	"	" (")	YAW-TEN 60+SS 41 使用
5 "	支線付引留鉄塔	" (")	SS 50+SS 41 使用



才 3 図 鉄塔縦断図

才 4 図がこの様な条件で設計された 4 号鉄塔の構造図である。YAW-TEN 60 は支柱部分 (図の太線) にのみ適用された。

5. 結 び

鉄塔が大型化して行けば必然的に部材も大型になることは否めない。しかし送電鉄塔のように僻地に建設されるものは、できるだけ部材の重量を軽くしなければならず、ここに高張力形鋼の利用がクローズアップされるのは誠に当然と考えられる。本報告はその最初のケースとして試作されたものであり、今後種々の実験、検討を経て更に合理的な断面の高張力形鋼の開発に努力したい。

最後に、今回の鉄塔について鋼材量を比較してみると次のようになる。

YAW-TEN60 と SS41 を混用して設計した場合

所要鋼材量 17,076 kg

SS41 のみで設計した場合

所要鋼材量 18,780 kg

参 考 文 献

- ・ 「送電鉄塔部材に使用する高張力鋼の座屈試験報告」

電力中央研究所技術研究所報告（1961. 5）