

# リンゴわい化栽培支柱の強度からみた支柱選択と補強法

## 第1報 鋼管支柱について

藤根 勝栄・伊藤 明治・武藤 和夫・小野田 和夫・佐々木 仁

(岩手県園芸試験場)

Intensity of Support Poles and Method of Reinforcement in Dwarfed Apple Cultivation

### 1. Steel pipes

Shouei FUJINE, Akiharu ITŌ, Kazuo MUTŌ, Kazuo ONODA and Hitoshi SASAKI

(Iwate Horticultural Experiment Station)

### 1 は し が き

リンゴわい化栽培では、支柱が不可欠であり、鋼管や木材等の棒支柱、又はトレリスの利用を奨めており、これら支柱の架設に当たっては、十分な強度を有する資材を使用するようにしている。

しかし、実際には多種多様の資材と架設方法が取り入れられており、台風の通過の際に支柱強度あるいは架設方法の不備により、倒伏や折損などの被害を受ける事例も多く見られた。

これらのことから、樹高、樹幅、及び結実量の多少と風速の影響を加味した、支柱資材とその補強方法を、計算により検討した。

なお、本実験に当たっては、関係メーカーから資料提供を受けた。深く謝意を表する。

### 2 方 法

支柱用鋼管の種類は、一般構造用材〔JIS・STK-41〕(以下STK-41という)と、機械構造用材〔JIS・STK-M〕(以下STK-Mという)が主であり、この2種について検討を行った。

#### (1) 鋼管支柱の基本材質及び防蝕様式

##### 1) STK-41

外径 34 mm, 42.7 mm, 60.5 mm

肉厚 2.3 mm

- 防蝕様式 ① 溶融亜鉛メッキ (500 g/m<sup>2</sup>)  
 ② ポストジंक+アクリル被覆  
 ③ ポストジंक+ポリエステル被覆

##### 2) STK-M

外径 38.1 mm

肉厚 1.2 mm, 0.9 mm

防蝕様式 ポストジंक+塩ビ被覆

#### (2) 補強方法

棒支柱の補強方法は、支柱の上端をワイヤーあるいは6~8番の針金で固定、張線し、植並みの両端はアンカーに張線する方法とした。なお、横ぶれ防止のため、10 m程度の間隔で十字に張線を行ったうえ、同様にアンカー留め

とした。以下補助架線方式と呼ぶことにする。

#### (3) 計算式

強度について、圧縮荷重、曲げ応力はゴルドン・ランキンの公式により、また、風に対するモーメントは施設園芸協会の基準により求めた。

D ; 外径 d ; 内径

$$Z ; 断面係数 \quad z = \frac{\pi}{32} (D^4 - \frac{d^4}{D})$$

$$I ; 断面二次モーメント \quad I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$$

$$A ; 断面積 \quad A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$i ; 断面二次半径 \quad i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

E ; ヤング率 (2100 ton/cm<sup>2</sup>を使用)

F ; F値 一般メッキ材 …… 2.4 t/cm<sup>2</sup>

未焼鈍材 …… 4.5 t/cm<sup>2</sup>

(引張試験破断力係数 ; 抗張力の70%値, 又は降伏点のうち小さい方の値)

V ; 風速 N ; 果実重量 (kg/本)

a ; 遮へい率 (20%とした)

c ; 風力係数 (平面の場合の1.2を使用)

H ; 樹高 W ; 樹幅 (2 mとした)

h<sub>1</sub> ; 樹高 (裾高を引いたもの)

h<sub>2</sub> ; 裾高 (0.5 mとした)

1) 棒支柱のみの場合

支柱に対するモーメントMは、

$$M = 0.016 ach_1 W V^2 \sqrt{H} (\frac{1}{2} h_1^2 + h_1 h_2)$$

支柱の果実による圧縮荷重は

$$\text{限界細長比 } \lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6 F}}, \quad \text{細長比 } \lambda = \frac{2H}{i}$$

となり、 $\lambda > \lambda$ であれば、許容圧縮応力度  $f_c$  は、

$$f_c = \frac{0.277 F}{(\frac{\lambda}{\lambda})^2}$$

で、短期の場合  $f_c' = 1.5 f_c$  である。

$$\text{短期応力度 } \sigma_c = \frac{N}{A}$$

$$\text{圧縮側曲げ応力度 } c\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

とし、ここで  $\frac{\sigma_c}{f_c'} + \frac{c\sigma_b}{F} = \theta$  とおけば、 $\theta < 1$  であれば合

格であり、 $\theta$ が小さい程強度に余裕があることになる。

2) 補助架線方式の場合

この場合、風によるモーメントMは

$$M = \frac{0.016 a c h_1^2 W V^2 \sqrt{H} (2 h_2 + h_1)^2}{8 H^2}$$

となり、以下は同様に計算できる。

3 結果及び考察

強風時には、風速30 m/s以上で大部分の果実が落果するので、樹高3 m、果重40 kgで、風速30 m/s以上に耐えることが支柱強度の目安と考えられる。

STK-41の、外径34 mm、肉厚2.3 mmの棒支柱では、樹高2.5 mで、1樹当たりの果重が40 kg、風速30 m/sまでは耐えるが、樹高が3 mになると、果重20 kg以上、風速25 m/s以上では不合格であった。STK-41の場合、棒支柱では

外径42.7 mm以上の規格が必要であった。一方これに補助架線方式をとると、外径34 mmでも、樹高3.5 m、果重50 kg、風速35 m/sまで耐えることができ、大幅な強度の増大がみられた。

STK-Mの、外径38.1 mm、肉厚0.9 mmの棒支柱では、樹高が3 mの場合は、果重20 kgでも風速25 m/sに耐えられない。また同材の肉厚1.2 mmのものでは、樹高が3 mの場合は、果重40 kgで風速22 m/sが限界となる。一方補助架線方式では、肉厚0.9 mmで、樹高3 m、果重40 kg、風速35 m/s以上まで耐えることができる。また、肉厚1.2 mmのものでは、樹高3 m、果重40 kgで、風速45 m/sまで、樹高3.5 mでも果重40 kgで風速30 m/s以上に耐えることができるなど強度の増大がみられる。

これらのことから、STK-41あるいはSTK-Mなどの支柱を使用する場合は、補助架線方式をとることにより大

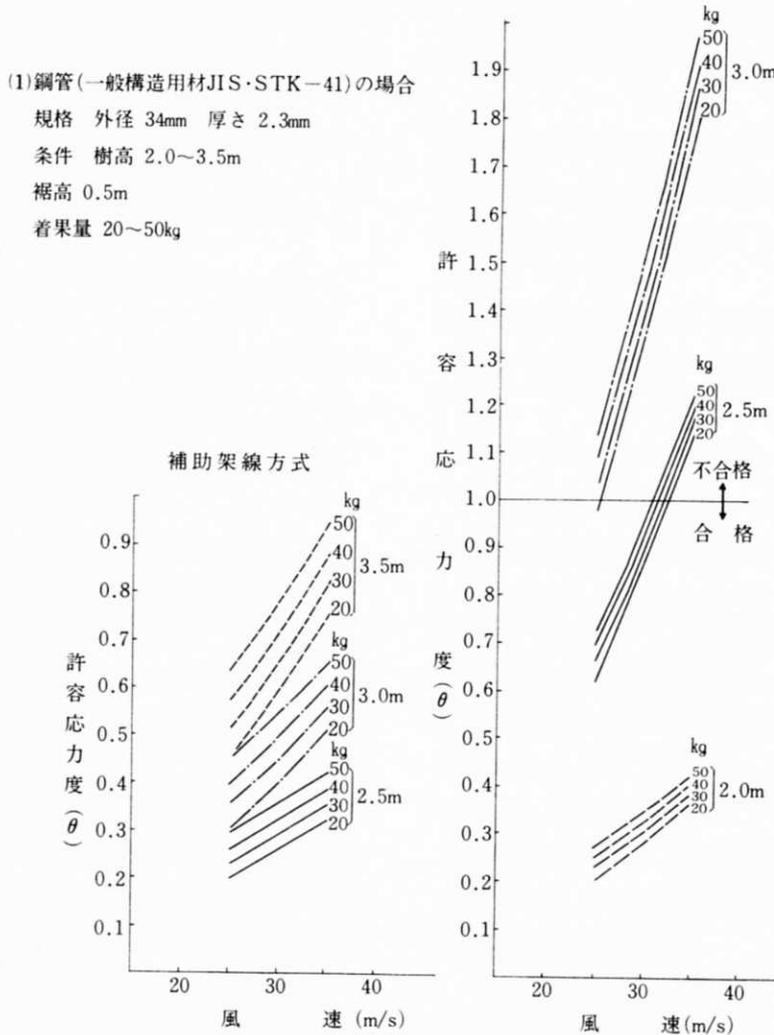


図1 支柱強度計算図

幅な強度増が期待でき、強風時の被害を軽減しうる。

なお、M 26台を中心としたわい化栽培では、結果部位を地上2.5 mとし、樹高は3~3.5 mを目標としており、補助架線方式では、作業上あるいは主幹をまっすぐに誘引する都合上、支柱の高さは地上2.5~3.0 mとしたい。したがって実際の支柱の長さは3.0~4.0 mのものを使用し、地中には75 cm前後埋設するのが良い。

4 ま と め

リングわい化栽培用の鋼管支柱の強度を計算し、その補

強方法を検討した。支柱の強度は、樹高3 m、果重40 kgで風速30 m/s、以上に耐えることを目安とした。

(1) STK-41は、棒支柱として使用する場合、肉厚2.3 mmでは強度が不足し、外径42.7 mm以上が必要である。

(2) STK-Mは、肉厚0.9 mm及び1.2 mm、外径38.1 mmでは強度が不足した。

(3) しかし、上記のいずれの支柱でも、補助架線による補強方法をとれば、強度が著しく増加し、強風被害を軽減できる。