

# ブレード起立装置と自走式台車による風力発電用ブレード輸送

## Goldhofer 社製 ブレード起立装置 FTV550 と 自走式モジュールトレーラー PST/SL-E

梶原 克弘

風力発電用ブレードは、全長が長いだけでなく非常に繊細な製品であるため、これらの輸送において細心の注意を払う必要がある。

また、風力発電の特性上、建設用地への搬入道路は山間地の狭い林道であることが多く、輸送経路に曲線部、勾配、上空支障物等があり困難極まる輸送となる。

本稿で紹介したブレード起立装置(以下、起立装置という)と自走式モジュールトレーラー(以下、自走式台車という)の組み合わせによる風力発電用ブレード輸送は、これらの難題を解決する一助となるだろう。

キーワード：ブレード起立装置, 自走式モジュールトレーラー, 狭小道路, 支障物の回避

### 1. はじめに

起立装置の運用方法として以下の2種類がある。

- ・自走式台車との組み合わせ (写真-1)



写真-1 自走式台車+起立装置での輸送例

ここでは自走式台車との組み合わせによる輸送を紹介したい。

主に風力発電建設用地付近の中継基地からの2次輸送での使用を想定している (図-1)。

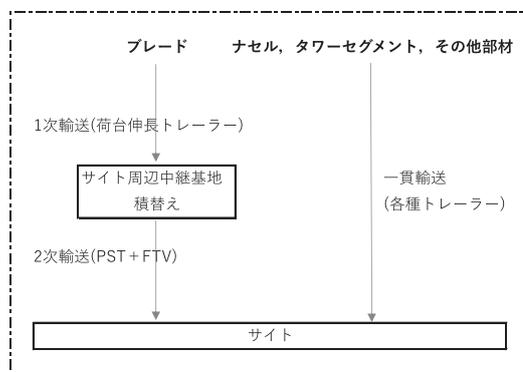


図-1 輸送概略図

- ・被けん引式モジュールトレーラーとの組み合わせ (写真-2)



写真-2 トラクター+被けん引式モジュールトレーラー+起立装置での輸送例 (一貫輸送で使用可能な場合もある)

### 2. 製品の概要と特徴

輸送車両は、起立装置と自走式台車およびパワーパックで構成される。

パワーパックから供給される油圧により、自走式台車や起立装置の操作を行う。

4 MW クラス相当のブレード輸送を想定。

許容可能なロードモーメントは 550 mt。

ロードモーメントはブレード重量とその荷重中心位置の距離との掛け算で算出される。

(例えば、重量 20 t・荷重中心の位置 15 m のブレード)

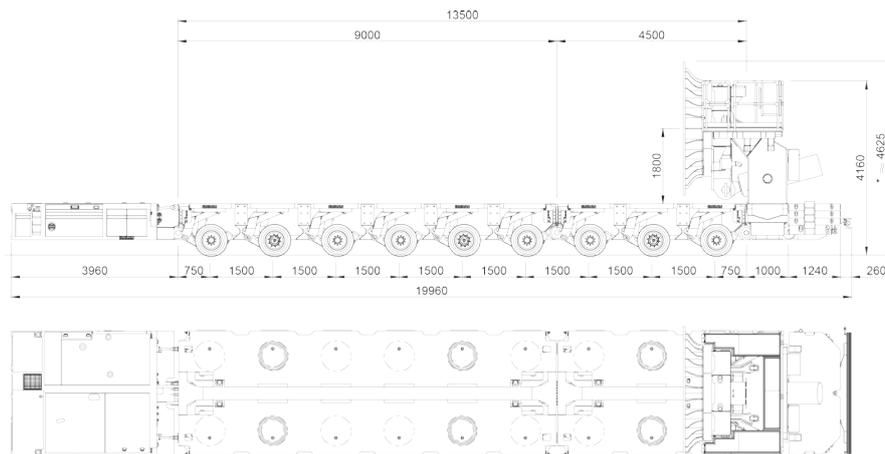


図-2 PST/SL E9+FTV550

表-1 起立装置の主要諸元

|              |              |
|--------------|--------------|
| 重量           | 約 15,700 kg  |
| 積載モーメント      | 550 mt       |
| 起立角度         | 60°          |
| 回転角度         | 360° 無制限     |
| カウンターウエイト 3枚 | 約 4,300 kg/枚 |

表-2 自走式台車の主要諸元

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| 全長                 | 約 18,000 mm  |
| 全幅                 | 3,000 mm     |
| 車両重量               | 47,200 kg    |
| 最大積載量 (1 km/h 時)   | 約 357,000 kg |
| 最大積載量 (15 km/h 時)  | 約 210,000 kg |
| 車軸列数               | 9            |
| 油圧駆動車軸列数           | 3            |
| ステアリング角度           | ± 135°       |
| ステアリングシステム         | マルチウエイステアリング |
| 油圧サスペンション<br>ストローク | ± 300 mm     |
| 最高速度               | 15 km/h      |

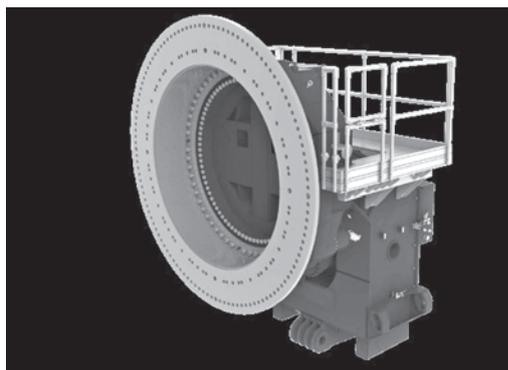


写真-3 起立装置 前面のリングが接続アダプター

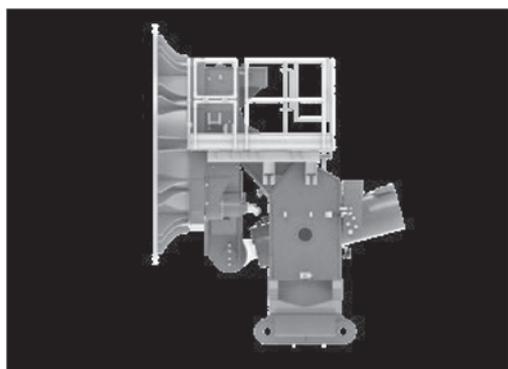


写真-4 起立装置 (側面)

ドの場合、 $20 \times 15 = 300$  mt となる)

ブレードは、交換可能な接続アダプターを介して起立装置本体へ接続するため、様々な種類のブレードを輸送することが可能である。(一つの接続アダプター

で複数のブレードに対応可能)

ブレードのサイズや重量、および輸送経路の状況に適した自走式台車を編成し、安全かつ合理的に輸送を行う。

ブレードの起立や回転の操作により、ブレードが輸送経路へ及ぼす影響の範囲を変化させ、経路周辺の樹木や電線等の支障物の回避や狭小曲線部の走行を行う(写真-5, 6, 図-3)。

起立装置には起立と回転の機能があるが、左右への旋回機能はない。

一方、起立装置と組み合わせる自走式台車は、マルチウエイステアリング機能により、様々なステアリング操作が可能である(図-4)。

これらの複合操作により、急カーブが多い山間地の林道等での輸送を行う。

自走式台車は、パワーバックから供給される油圧による油圧モーター駆動で走行するため、最高速度が15 km/hと一般的な車両と比較してかなりの低速である。

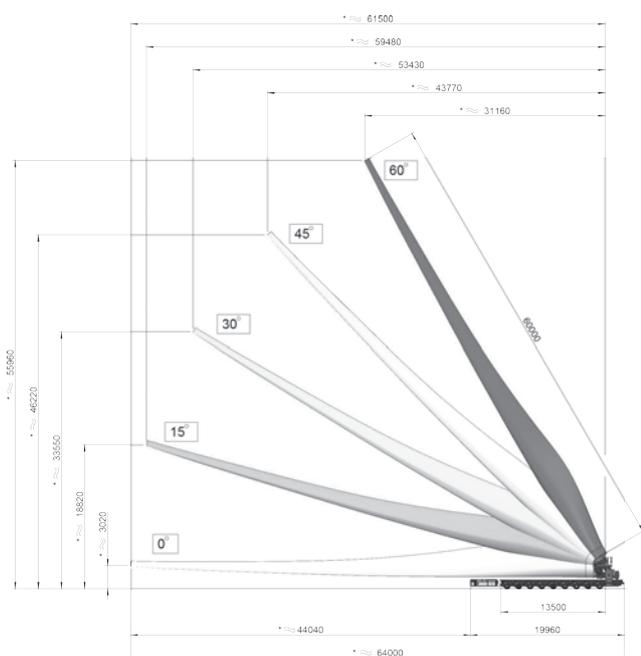
また、現場での実稼働時は概ね0.5～1 km/h程度の車速で走行するため、建設サイト付近の2次輸送での使用に適していると言える。



写真一5 ブレードを起立させることで平面上の全長を短縮する



写真一6 ブレードを伏せることで上空の支障物を回避する



図一3 FTV ブレード起立角度

他のメーカーには、左右への旋回機能を備えより細かい支障物回避動作が可能なブレード起立装置もあるが、旋回機能を使用する場面では、ロードモーメントが下落する一面もある。

(例：通常時 650 mt 旋回時 350 mt)

許容ロードモーメントの維持と横方向の安定性を確保した運用のため、当該メーカーとしては自走式台車のカルーセルステアリングモードでの支障物回避操作を推奨している (図一5)。

現在日本国内では、300 mt、500 mt、550 mt の起立装置が稼働しているが、発電能力の増大に伴うブレードの長大化を見据え、850 mt クラスの起立装置を開発しており、国内導入が待たれるところである。

長大化したブレードを安全に輸送するため、組み合わせる自走式台車の車軸数の増加や、モジュールの横連結による車幅の拡幅等で、より安定性を高める運用方法を提案できる。

### 3. 起立装置の操作

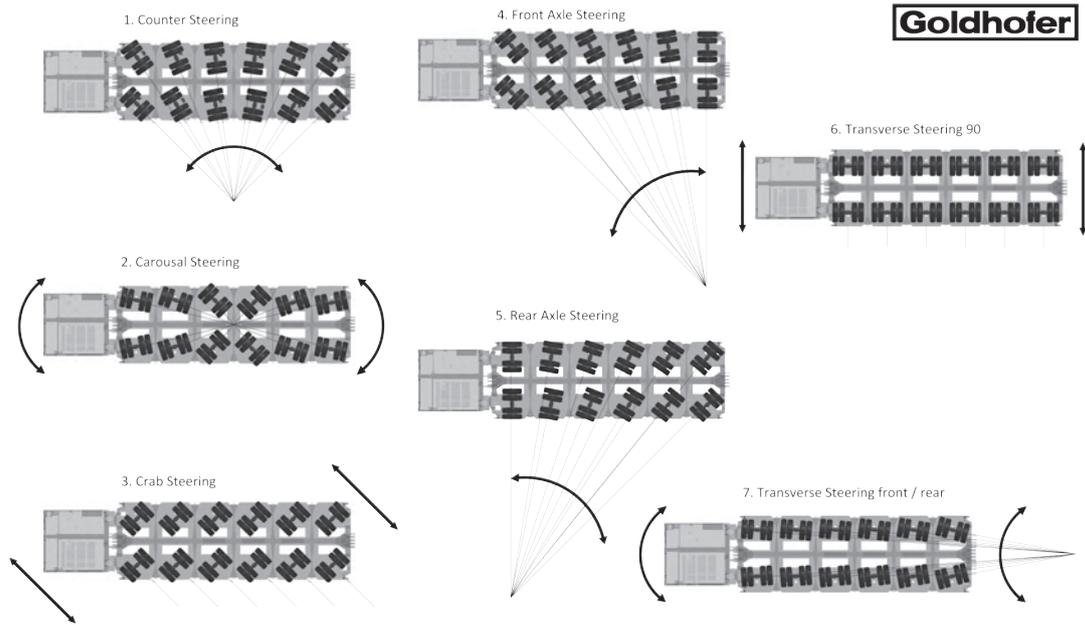
- ・輸送状況によっては、組み合わせる自走台車の安定性や駆動車軸の軸重確保のため、自走台車の荷台上に追加バラストを積載する必要がある。
- ・ブレードの種類や輸送経路の状況によっては、安全面の観点から最大起立角度 60° の操作をしない方が良い場合がある。
- ・ブレードの回転や風の影響でブレードの重心位置が変動することがあり、操作する上でこれらの変異値を常時観察する必要がある。
- ・ブレードの輸送開始前に現地の信頼できる天気予報データを収集することや、風速計を連続的に観察しながら作業を進めることが重要となる。

つまり、安全な運行を行うためには、低重心で自走台車の足元をしっかりと安定させ、周辺環境の変化に細心の注意を払いながら操作しなければならない。

### 4. 自走式台車の活用

自走式台車は、複数のステアリングモードによる急カーブの走行や支障物の回避等、繊細な操作が可能である。(前述、図一4のステアリングモードを参照)

また、起立装置を分離すると広く平らな荷台を利用可能なので、下の画像のようなタワーセグメントやナセルの2次輸送だけでなく、大型クローラークレーンを建設サイト間で移動させる時の重量部材輸送にも活用可能である (写真一7)。



Main steering modes  
PST/SL-E - PST/ES-E

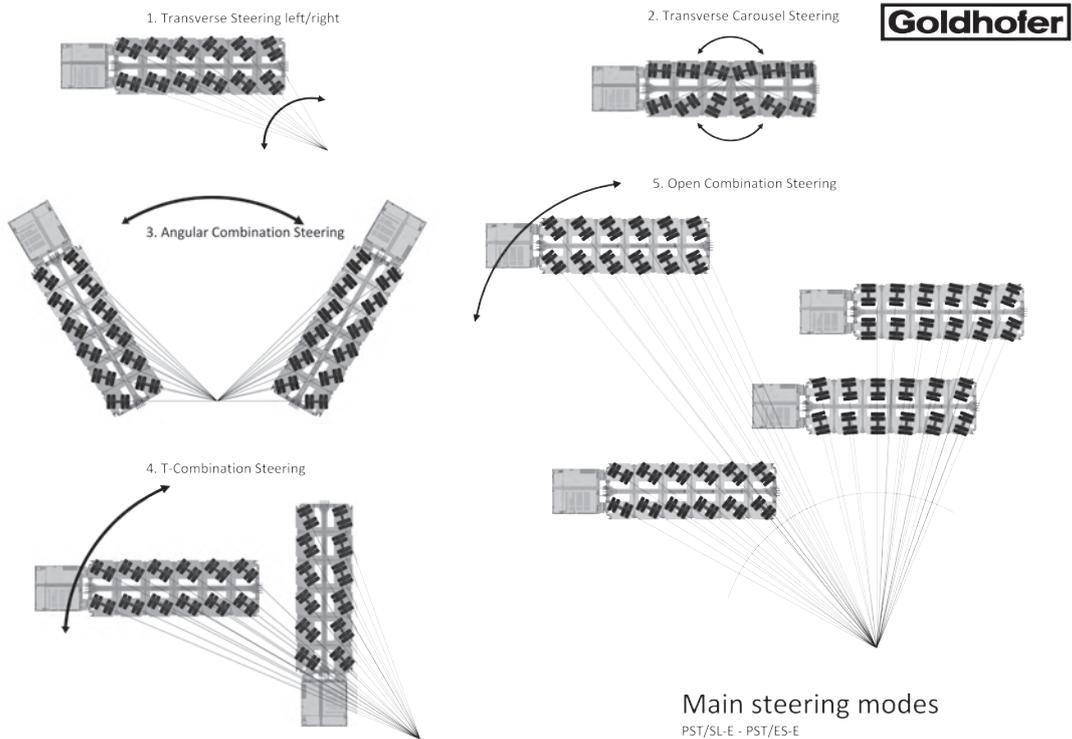


図-4 Steering modes PST-E

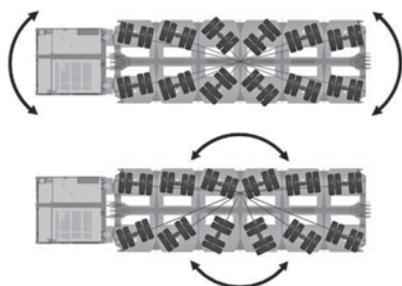


図-5 カルセルステアリング

5. おわりに

起立装置 FTV はブレード輸送での用途に限られるが、自走式台車 PST/SL-E は風力発電建設現場において様々な用途での運用が可能である。

- ・長尺重量物の輸送
- ・クレーンの大型コンポーネント輸送
- ・狭小曲線路の走行



写真一七 タワーセグメントの輸送例

- ・ 繊細なステアリング操作
- ・ 複数台での連携操作

JCMA

これらの運用にあたっては、安定性や安全の確保のため、様々な情報収集やシミュレーションソフトによる技術的な検討を行い、卓越したオペレーション技術で対応することが重要である。

一般的にあまり目に付かない場所での稼働が多い車両ではあるが、特殊重量物の輸送において非常に重要な役割を担う車両なので、実際に工事や輸送で使用を検討される方々はもちろんのこと、読者各位に興味を持っていただければ幸いである。



【筆者紹介】

梶原 克弘 (かじはら かつひろ)  
伊藤忠 TC 建機株  
建機・仮設第二事業部 大阪支店  
支店長代行