

400m曳航水槽、曳引車速度制御装置の更新について

輸送高度化領域 水槽試験研究グループ *堀 利文、塚田吉昭、竹子春弥、長谷川 純

1. まえがき

1966 年に最新技術であるデジタル式速度制御方式を導入した 400m 曳航水槽の曳引車制御装置も、その技術を継承しつつ 1977 年に IC ロジック回路を使用した制御装置に更新された。最近、老朽化のため故障しがちであった速度制御装置を含め、今回の 400m 施設整備改修工事の一貫として、曳引車上の電気設備のすべてを整備更新したので概略を紹介する。

今回の改修工事では、曳引車上の電気設備である速度制御盤、走行モータ界磁盤、速度制御界磁盤、パンタグラフ、主回路接触器、トランス、運転操作盤、配電盤、照明、配線一式、自動制動検出器、速度検出器を更新し、走行モータのオーバーホールを行った。また、制御特性の向上と各種の実験に対応できるような多くの機能を設けた。そして運転者の誤操作の防止、運転機能の充実、車輪荷重の均一化を図った電気盤配置の変更、水槽長さの有効利用と安全の両立を図った制動方法を採用した。なお、走行電力供給法式は曳引車の軽量化の観点等から従来からのワードレオナード式を踏襲した。

2. 速度制御装置

速度制御装置には、主幹用 CPU と速度制御用 CPU の両方に、制御精度の向上のため 1 スキャン 2msec の高速シーケンサを使用している。図 1 に示すように、速度の検出は速度変動に対して高速な追従応答が可能な直流発電機 (TG) を制御ループに採用することで走行負荷の変動に対して高い応答が実現できた。さらに走行レールへのタッチローラーの軸に直結したパルス発生器 (PG) からの信号を速度補正信号として用いることで、速度を高精度に保つシステムとした。走行中は TG と PG の両信号を常時速度制御のフィードバック信号に使用することで外乱の影響が最小限となるように制御をしている。表—1 に性能の概略を示す。走行モータに電力を供給する発電機界磁サイ

リスタには、加減速の繰り返し、あるいは走行方向を変化させた場合に制御のデッドバンドを無くし連続で制御を行う逆並列接続両方向駆動方式を踏襲した。

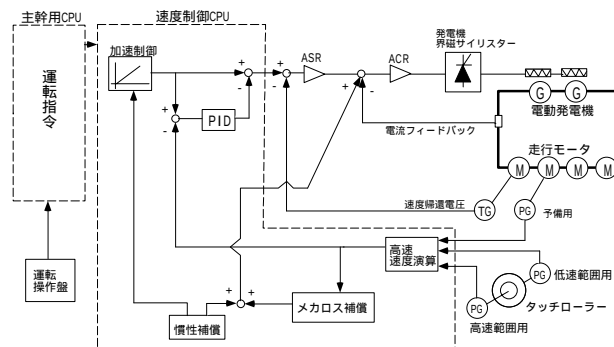


図 - 1 制御システム構成図

表 - 1 性能概略

速度領域	低速範囲	高速範囲	
速度設定範囲	0.1 ~ 6.0	5.0 ~ 15.0	m/s
速度設定ステップ	1		mm/s
加速度、減速度範囲	0.0196 ~	0.882	m/s ²
速度安定度	0.5	0.7	mm/s r.m.s.以下
応答時間	0.2	0.2	sec以下
残流加速度	0	0	mm/s ²
速度整定時間	2	1.8	sec以下
オーバーシュート (S字加速)	0	0	mm/s

3. 運轉操作盤

運転操作盤には確実な運転操作と操作スイッチ類の誤操作を減らすように留意し盤面に配置した。各種の数値設定は液晶パネルによるタッチスイッチ式に置き換えた。運転操作にかかわる設定および安全に対する制限事項の変更は液晶パネル画面の深い階層でのみ設定可能としている。また、故障、制動位置等の表示など運転に必要な種々な情報も表示可能とした。さらに、運転履歴と故障履歴をハードディスクに記録しメンテナンスに役立てるようにした。また、操作盤の背面には速度偏差など各種の信号出力端子を設け、実験者は計測信号とともに曳引車の運転状況を取得し、実験結果の解析時に反映することができる。

4. 制動裝置

制動装置は、高速で走行する曳引車を安全に停

止させるために重要な役割を果たしている。曳引車には最大 0.882m/s^2 (0.09G) の電気回生制動、停電時および空気圧低下時に作動するスプリングで制動、そして空気圧、油圧を介して制動レールを強制的に挟み込む強制制動がある。通常の制動は走行速度に比例した減速度の回生制動で停止するが、故障や緊急の程度に合わせてこれらの制動装置を組み合わせ、より強い制動力で停止するシステムとした。また、図 - 2、図 - 3 に示すように水槽長さ方向へ多数の制動位置検出板を配置し、自動制動の開始位置を速度に応じて順次変更するようにした。これにより水槽長さを有効に使用できるとともに安全に停止できる。その結果、最高速度 15m/s 、実験に使用可能な実用速度 13m/s が実現できた。図 - 4 に速度 13m/s 時の結果を示す。

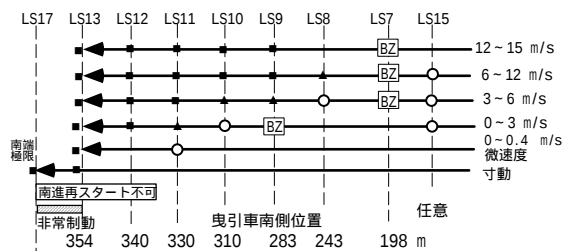


図 - 2 水槽南端制動板位置

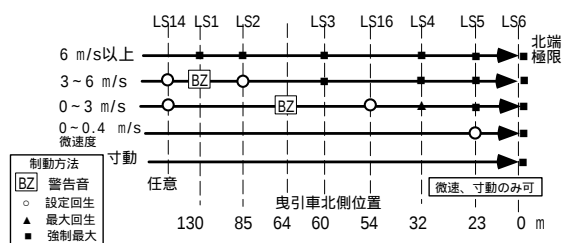


図 - 3 水槽北端制動板位置

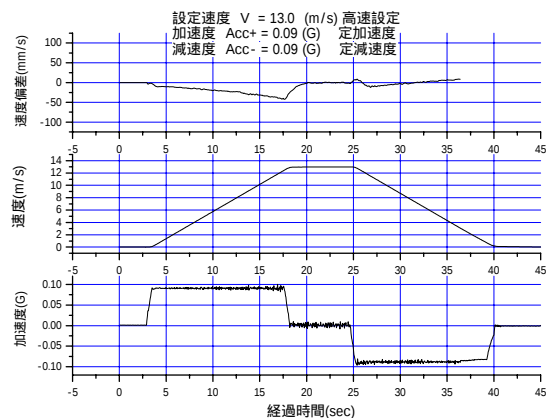


図 - 4 13m/s 時の速度結果

5. 運転モード

通常の試験に使用するデジタルモードでは、20 速度プリセット、加減速度自動計算、南北進混在運転などの機能を新たに追加した。アナログモードでは最大 3m/s まで速度を連続的に変更できる。さらに外部から速度制御を行うために、入力電圧により速度変更が可能な外部アナログモード、そして信号受け渡しの一部に LAN を用いた外部デジタルモードを設けた。また、安全上、水槽南端と北端付近の区間では微速(最大 0.4m/s)と寸動でのみ運転が可能である。

6. 走行モータのオーバーホール

今回走行モータは既存品のオーバーホールを行い再使用することとした。主たる整備内容は、界磁と補極のポール毎リアテスト、絶縁抵抗の測定、コイル抵抗の測定、固定子巻線の洗浄、乾燥および樹脂処理、電機子の洗浄、乾燥および樹脂処理、動的バランス調整、軸受けの交換等である。ただし、各部の劣化が進んでいるため今後はコイルの巻き直し等の整備が必要である。

7. おわりに

設計検討から完成まで約 2 年を費やし、走行モータはオーバーホールで留まっていたはいるが、曳引車上における他の電気設備はすべて更新した。計測の利便性を考慮した信号配線、最新の制御装置の導入による高精度速度制御および安全性の向上など計画通りの整備を行うことができた。

制御装置等電気設備の更新により生まれ変わった 400m 水槽曳引車に、今後は安全で高精度な計測および多種多様な水槽試験を実施し、研究の成果が上がることを期待している。

8. 参考文献

- 1) 「三鷹第 2 船舶試験水槽の建設について」船舶技術研究所報告、第 6 巻第 4 号 昭和 44 年 7 月
- 2) 「 400m 試験水槽および造波機等の整備更新完成図書、電気 1/3 ~ 3/3」平成 15 年 3 月