

2601 き電方式変更に伴う運転電力量の削減

Reduction of operation electric power going with improvement of feeding system

○甲斐 博之 (JR 西日本) 正 [電] 石井 順 (JR 西日本)

正 [電] 梅田 繁樹 (JR 西日本) 金井 秀一 (JR 西日本)

勝田 利郎 (JR 西日本)

Hiroyuki KAI, West Japan Railway Company. 2-4-24, Shibata, Kita-ku, Osaka City

Jun ISHII, West Japan Railway Company.

Shigeki UMEDA, West Japan Railway Company.

Hidekazu KANAI, West Japan Railway Company.

Toshirou KATUTA, West Japan Railway Company.

In FY 2000, lump feeding system between up and down line, tie feeding system between up and down line and cross bond system have been built in part of Gakkentoshi line, the reduction was confirmed.

Based on this effect, tie feeding system between up and down line and cross bond system were built in part of JR Takarazuka line to expect the reduction effect of operation electric power in January 2003. To confirm the reduction effect of operation electric power going with improvement of feeding system, we measured at substations. As a result operation electric power is reduced 3.6%.

Keyword: tie feeding system between up and down line, cross bond system, operation electric power

1. はじめに

平成 12 年度、列車運行エネルギー削減を目的に学研都市線の一部区間で上下一括き電、上下タイき電およびクロスボンド方式を試行し、運転電力量削減効果が確認された。この成果を踏まえ節減効果が期待できる JR 宝塚線に上下タイき電およびクロスボンド方式を展開することになり、平成 15 年 1 月にこの設備が完成した。このき電方式変更に伴う運転電力量削減効果を確認するため変電所の運転電力量を測定して、その効果を確認したので以下に報告する。

2. き電方式変更設備

Fig.1 のように、宝塚線に上下タイ設備 2 箇所、クロスボンド 4 箇所を設置した。

3. き電方式変更に伴う運転電力量の比較

き電方式を変更したのはクロスボンドについては平成 14 年 11 月中旬、また上下タイ設備は平成 15 年 2 月上旬である。クロスボンド 4 箇所、上下タイ設備 2 箇所の効果を調べる場合、比較する時期が離れているため車両の補機電力量等に違いがあり運転電力量データを単純に比較できない。

き電方式変更の効果を調べる場合、列車ダイヤ、乗車率、空調稼働等の運転条件を同じにしないと正確な比較はできない。ところが、実際は列車ダイヤ、乗車率、空

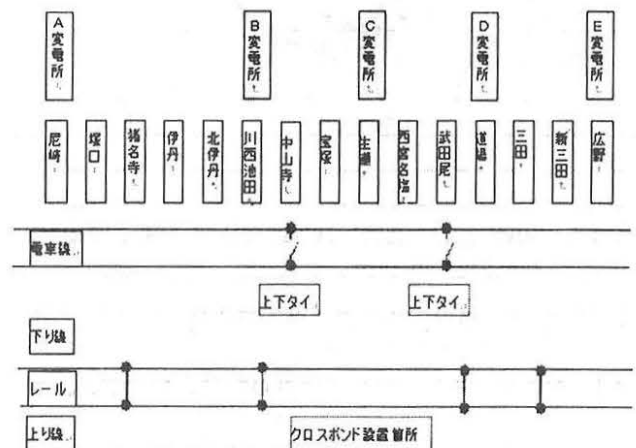


Fig.1 Feeding system of JR Takarazuka Line

調稼働等は日々の運転で違ってくる。そこで、き電方式変更前後の条件がなるべく同じになるようにして検討する必要が生じる。

以下に、比較する運転電力量データについて述べる。

- (1) 作業等に伴う変電所機器停止の影響を除くため、0 時～6 時の間の電力量は使用しなかった。
- (2) 列車ダイヤの乱れが発生した時間、日のデータは除いた。列車ダイヤが事故等で乱れると当然運転電力量に影響するので、列車ダイヤが乱れた時間または日の

データは除いた。

- (3) 列車ダイヤや乗車率になるべく同じパターンになる時間、日のデータを比較した。そのために、同じ曜日配列のデータを比較した。
- (4) JR宝塚線（尼崎～新三田間）の換算車両キロを調査し、き電方式変更前後の換算車両キロを同じにして比較するために、実測した運転電力量を補正した。
- (5) 車両の補機電流が同じパターンになる時間、日のデータを比較する。今回の場合、き電方式変更前のデータは平成14年11月上旬のものであり、き電方式変更後のデータは平成15年3月のものを使用した。この間は季節の違いによる気温の変化があり、それに伴って補機電流が変化するので運転電力量を修正した。

Fig.2は、学研都市線で平成13年11月～12月間に測定した207系(1M1T)の補機電流測定値(平均値)とその時間帯の気温の関係を示したものである。このグラフの温度と補機電流の相関を多項式で表すと、補機平均電流 $y = 0.1548x^2 - 4.8118x + 39.328$ 相関係数 $= 0.58$ となる。このグラフを使用して、気温の変化に伴う運転電力量を求めることにした。

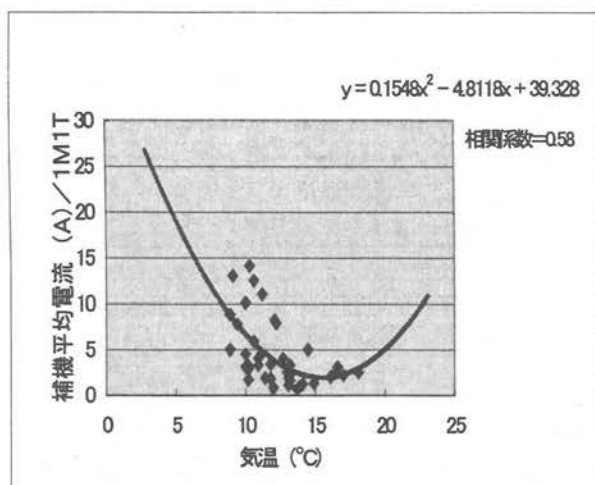


Fig.2 Relation between temperature and auxiliary machine current

4. き電方式変更に伴う運転電力量比較

4.1 換算車両キロの変化に伴う運転電力量の補正

き電方式変更に伴う1ヶ月間の換算車両キロはTable.1のとおりである。クロスボンドを設置した平成14年11月の換算車両キロと上下タイ設置後の平成15年3月の換算車両キロとの比率は99.42%であり、平成15年3月の換算車両キロがやや少ない。そこで、同じ換算車両キロの運転電力量として比較するためにAttached table.1のAfter change of feeding system (Cross bond and tie circuit breaker「on」)小計746,688(kwh)を補正すると、 $746,688 / 99.42 \times 100 = 751,044(\text{kwh})$ となる。

Table.1 Car-kilometer in terms of ten-ton weight of JR Takarazuka line (Amagasaki～Shinsanda)

年月	待機		急行		普通		合計	1日当たり	比率
	定期	臨時	定期	臨時	定期	臨時			
H14.11	607,117	10,240	0	0	8,982,476	10,010	9,609,843	320,328	
H15.3	626,195	10,092	0	0	9,225,631	10,298	9,872,216	318,459	99.42%
合計	1,233,312	20,332	0	0	18,208,107	20,308	19,482,059		
比率	6.3%	0.1%	0.0%	0.0%	93.5%	0.1%	100.0%		

4.2 気温の変化に伴う運転電力量の補正

Attached table.1のデータをもとにき電方式変更前後の運転電力量を比較すると、Fig.3のグラフのようになりき電方式変更後の運転電力量が増えている。これは、Fig.2のように気温の変化に伴って補機電流が変化したため、き電方式変更前の測定時（平成14年11月5日～11月12日）に比べてき電方式変更後の測定時（平成15年3月4日～3月11日）の方が補機電流が増えたためと考えられる。そこで、き電方式変更前の設備では平成15年3月4日～3月11日間の運転電力量がどうなるかを推定する必要がある。その手順についてつぎに述べる。

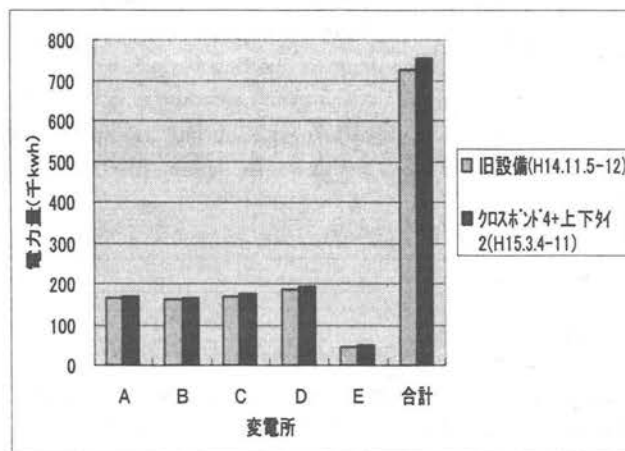


Fig.3 Comparison of operation electric power according to feeding system

4.3 シミュレーション

シミュレータを使用して、き電方式変更前の設備では平成15年3月4日～3月11日間の運転電力量がどうなるかを推定した。平均気温は、き電方式変更前（平成14年11月5日～11月12日）が9.8℃、き電方式変更後（平成15年3月4日～3月11日）が3.4℃である。Fig.2から気温9.8℃時の1両あたりの補機電流は約4アンペア、気温3.4度時は約12アンペアである。補機電流4アンペアでシミュレーションしたときの変電所き電電力量をシミュレーション(1)、補機電流12アンペアでシミュレーションしたときの変電所き電電力量をシミュレーション(2)とすると、シミュレーション(2)/シミュレーション(1) = 8.5%増となった。この流れを簡単に図示するとFig.4のようになる。

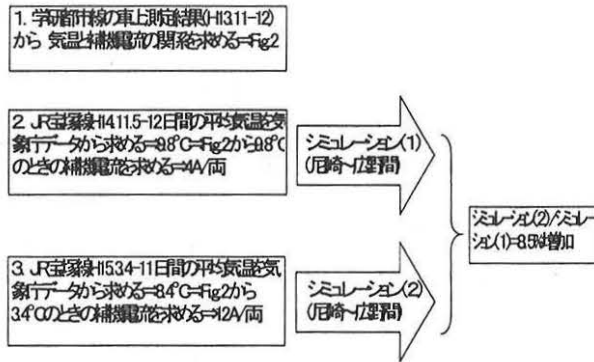


Fig.4 Presumption of operation electric power by temperature compensation

4.4 運転電力量削減の推定

き電方式変更前の運転電力量は Attached table.1 より平均気温 9.8℃で 717,724kwh なので、このき電方式を平均気温 3.4℃で推定するとシミュレーションの結果に基づき 8.5% 増となるので、 $717,724\text{kwh} \times 1.085 = 778,731\text{kwh}$ となる。き電方式変更後の運転電力量は Attached table.1 より 746,688kwh であるが、この値を平成 14 年 11 月と同じ換算車両キロに補正すると 4.1 の結果より 751,044kwh である。したがって、き電方式変更に伴う運転電力量の削減率は、 $100 - 751,044 / 778,731 \times 100 = 3.6\%$ となる。Fig.5 に、運転電力量削減の推定のグラフを示す。

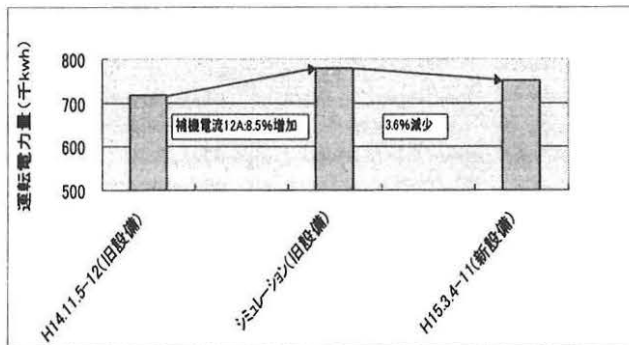


Fig.5 Presumption of reduction of operation electric power

4.5 運転電気料金の削減

平成 14 年 6 月～平成 15 年 5 月間の尼崎変電所～広野変電所間の運転電力量は、43,715,845kwh である (Table.2 参照)。従量料金単価を 9 円とすると、1 年間で約 1400 万円の運転電力料金削減効果が見込まれる。

Table.2 Reduction rate of operation electric power of JR Takarazuka line (H14.6～H15.5)

変電所	平成 14 年 6 月～15 年 5 月
A	9,665,410
B	9,661,753
C	10,501,551
D	11,326,495
E	2,560,636
合計 (kwh)	43,715,845
従量料金単価	9
運転電力量削減率 (%)	3.6
削減電気料金 (円)	14,163,934

5. まとめ

JR 宝塚線の尼崎～広野駅間 (A 変電所～E 変電所間) に上下タイ設備を 2 箇所、クロスボンドを 4 箇所設置することにより、A 変電所～E 変電所間運転電力量の 3.6% を削減できることが分かった。年間の運転電気料金で表すと約 1400 万円の削減効果が見込まれる。

つぎに工事費について述べると、上下タイ設備 2 箇所、クロスボンド 4 箇所について、合計 59,511 千円かかっている。 $59,511 / 14,000 = 4.25$ となり、約 5 年でペイできる。

今回設置した上下タイ設備は、直流高速度しゃ断器、連絡しゃ断装置、保護継電器として 50F、64GP 等を備えるとともに指令所から監視制御できるようになっている。そのため、事故時の上下線分離が容易でありき電系統として信頼性の高いものとなっている。今後、このき電方式の他線区への導入を検討したいと考えている。

Attached table.1 Operation electric power before or after change of feeding system

Before change of feeding system (No cross bond and no tie circuit breaker)								
月日	時間	平均温度℃	A SS	B SS	C SS	D SS	E SS	小計 (kwh)
11月5日 (火)	17時～24時	3.1	10,208	10,401	11,680	12,469	2,956	47,714
11月6日 (水)	6時～18時	8.2	16,701	17,686	17,601	20,212	5,394	77,594
11月7日 (木)	6時～18時	10.3	16,835	16,715	17,337	19,611	4,933	75,431
11月8日 (金)	6時～24時	12.4	24,450	25,700	26,903	29,271	6,851	113,175
11月9日 (土)	6時～24時	5.7	25,012	27,530	27,220	29,914	6,976	116,652
11月10日 (日)	6時～24時	7.4	23,889	25,756	26,787	29,211	7,079	112,722
11月/11日 (月)	6時～24時	14.1	24,046	24,346	26,425	28,770	6,799	110,386
11月12日 (火)	6時～17時	16.8	14,571	14,938	14,966	16,243	3,332	64,050
平均		9.8						
合計			155,712	163,072	168,919	185,701	44,320	717,724

After change of feeding system (Cross bond and tie circuit breaker「on」)								
月日	時間	平均温度℃	A SS	B SS	C SS	D SS	E SS	小計 (kwh)
3月4日 (火)	17時～24時	-0.9	10,691	10,711	12,144	12,900	3,492	49,938
3月5日 (水)	6時～18時	2.4	17,720	17,513	19,577	20,012	5,202	80,024
3月6日 (木)	6時～18時	6.6	17,350	17,293	18,187	20,306	4,719	77,855
3月7日 (金)	6時～24時	8.7	25,832	25,910	27,025	30,274	7,851	116,892
3月8日 (土)	6時～24時	3.2	24,250	23,521	25,320	29,010	8,859	110,960
3月9日 (日)	6時～24時	2.1	25,567	25,581	28,215	31,262	6,933	117,558
3月10日 (月)	6時～24時	2.5	25,758	27,449	28,956	31,637	8,031	121,831
3月11日 (火)	6時～17時	3.2	15,087	16,642	16,478	18,971	4,452	71,630
平均		3.4						
合計			162,255	164,620	175,902	194,372	49,538	746,688