

1603 ATき電回路におけるき電回線電流測定について

Study on Measurement of Electric Current in AT Power Feeding

○空岡 義昭、上木 隆喜、正 井上 隆、田中 雅史、甲斐 博之、正 川原 敬治、正 佐々木一臣、西野憲一郎（西日本旅客鉄道）

Yoshiaki SORAOKA, Takayoshi UEKI, Takashi Inoue, Masashi TANAKA, Hiroyuki KAI,
Keiji KAWAHARA, Kazuomi SASAKI, Ken-ichiro NISHINO, West Japan Railway Company

In AT power feeding, when we measure electric current of a feeding, we must compound the current of trolley lines and that of AT feeding lines of which phases are reversed for correct measurements.

This paper describes test results of the measurement of electric current AT power feeding when the current of AT feeding lines of which phases are not reversed, and the comparison with the current of a feeding in usual at a sub-station and a sub sectioning post in Sanyo Shinkansen.

1. き電電流測定の原理

交流AT電化区間において、各き電回線の負荷電流を測定する場合、T（トリ線）相、F（き電線）相の電流を合成し測定する必要がある。それは複線区間においては上下線のATの中性点が接続されており電車負荷電流は上下線それぞれのATから供給されるためである。

図1は、ATき電回路において車両に電力が供給される際の電流を表しています。

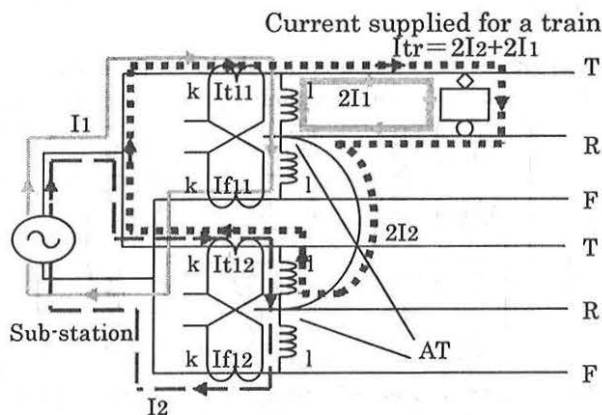


Fig.1 Current supplied for a train in AT power feeding

図1において下りトリ線電流 I_{t11} 、下りき電線電流 I_{f11} 、上りトリ線電流 I_{t12} 、上りき電線電流 I_{f12} とし、下りATに流れる電流を I_1 、上りATに流れる電流を I_2 とし、下り線に在線する車両の負荷電流を I_t とすると、それぞれの電流は以下の式で表すことができる。

$$\text{下りトリ線電流 } I_{t11} = I_1 + 2I_2 \dots (1)$$

$$\text{下りき電線電流 } I_{f11} = -I_1 \dots (2)$$

$$\text{上りトリ線電流 } I_{t12} = I_2 - 2I_1 = -I_2 \dots (3)$$

$$\text{上りき電線電流 } I_{f12} = -I_2 \dots (4)$$

$$\text{車両負荷電流 } I_{tr} = 2I_2 + 2I_1 \dots (5)$$

このとき

$$I_{t11} - I_{f11} = (I_1 + 2I_2) - (-I_1) = 2I_2 + 2I_1 = I_{tr}$$

であることから、車両負荷電流を測定するためにはトリ線電流を測定するCTとき電線電流を測定するCTの極性をたすき掛けに合成することによって求めることができる。

2. 測定結果

平成15年4月15日、新上道SS、新南方SSPにおいてき電電流を測定した際、T相、F相の電流を同一方向で合成したため、想定外の電流が測定された。

そこでこの時のき電回線電流の測定結果と、通常の測定方法に戻した、4月16日のき電回線電流測定結果を比較する。

2-1 新上道SS電流測定結果の比較

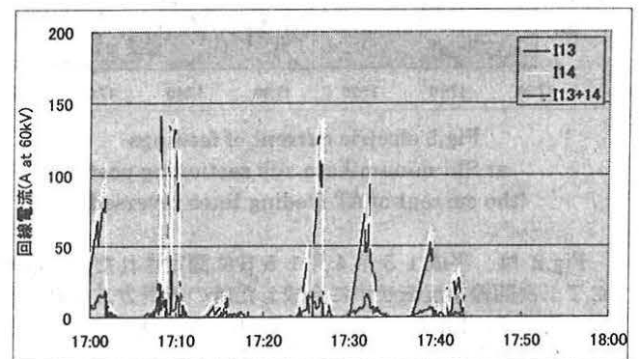


Fig.2 electric current of feedings at Shi-jodo sub-station (the current of AT feeding lines not reversed)

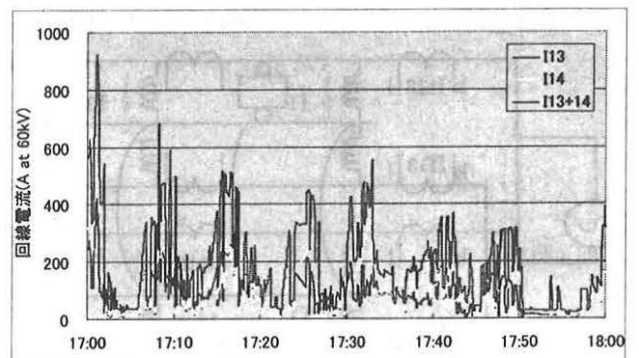


Fig.3 electric current of feedings at Shi-jodo sub-station (the current of AT feeding lines reversed)

Fig.2は、平成15年4月15日に測定された、き電線CT二次回線を反転せずに合成した時の新上道SSのき電電流です。Fig.3は翌4月16日に通常の測定方法で測定した新上道SSのき電電流です。

2-2 新南方 SSP 電流測定結果の比較

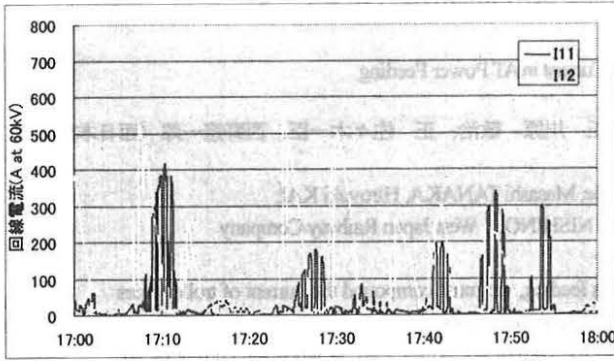


Fig.4 electric current of feedings
at Shi-minamikata sub sectioning post
(the current of AT feeding lines not reversed)

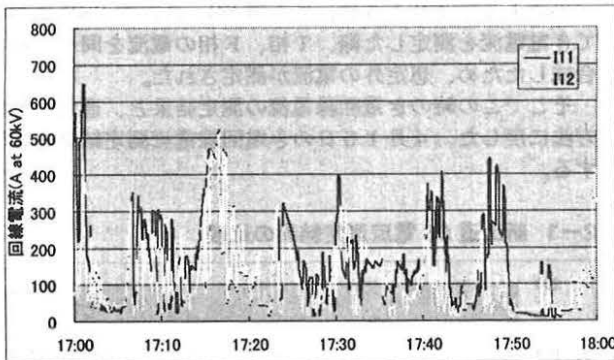


Fig.5 electric current of feedings
at Shi-minamikata sub sectioning post
(the current of AT feeding lines reversed)

Fig.2 は、平成15年4月15日に測定された、き電線CT二次回線を反転せずに合成した時の新南方SSPのき電電流です。Fig.3 は翌4月16日に通常の測定方法で測定した新南方SSPのき電電流です。

3. 測定結果の考察

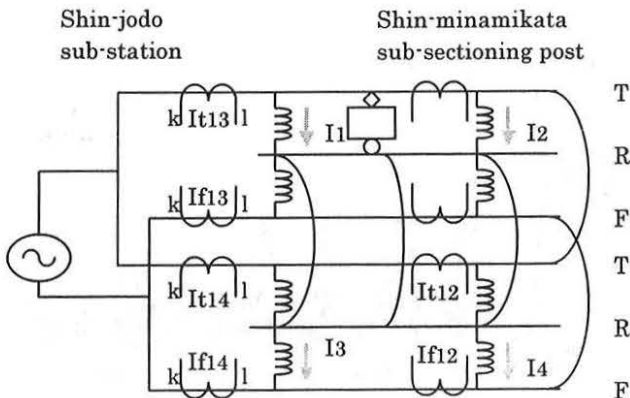


Fig.6 electric current of feedings in AT power feeding
(a train between SS and SSP)

I_{13}, I_{14} : き電回線電流 I_1, I_2, I_3, I_4 : AT 吸上電流
 I_{t13}, I_{t14} : き電回線の T 相電流
 I_{f13}, I_{f14} : き電回線の F 相電流
 a, b, c, d : $0 < a, b, c, d < 1/2$ を満たす変数

Fig.6 は新上道SS、新南方SSP間に列車が在線している場合の電流を表す。この時各ポストのき電回線電流は以下の通り表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{新上道 SS} \quad & I_{t13} = (1-2a)I_1 + (1/2+2b)I_2 + 2cI_3 + (1/2+2d)I_4 \\ & I_{f13} = -I_1 - I_2/2 - I_4/2 \\ & I_{t14} = 2aI_1 + (1/2-2b)I_2 + (1-2c)I_3 + (1/2-2d)I_4 \\ & I_{f14} = -I_2/2 - I_3 - I_4/2 \\ \text{新南方 SSP} \quad & I_{t11} = -2aI_1 + (-3/2+2b)I_2 + 2(c-1)I_3 + (-3/2+2d)I_4 \\ & I_{f11} = -I_2/2 - I_4/2 \\ & I_{t12} = 2aI_1 + (1/2-2b)I_2 + 2(1-c)I_3 + (1/2-2d)I_4 \\ & I_{f12} = -I_2/2 - I_4/2 \end{aligned}$$

この時、き電線の電流を反転せずに合成した時の新上道SS13,14回線、新南方SS11,12回線のき電電流の値はそれぞれ以下の式の通りとなる。

$$\begin{aligned} \text{新上道 SS} \quad & I_{13} = (I_{t13} + I_{f13})/2 = -aI_1 + bI_2 + cI_3 + dI_4 \\ & I_{14} = (I_{t14} + I_{f14})/2 = aI_1 - bI_2 - cI_3 - dI_4 \\ \text{新南方 SSP} \quad & I_{11} = (I_{t11} - I_{f11})/2 = -aI_1 + (-1+b)I_2 + (c-1)I_3 + (-1+d)I_4 \\ & I_{12} = (I_{t12} - I_{f12})/2 = aI_1 - bI_2 + (1-c)I_3 - dI_4 \end{aligned}$$

またこの時、新上道SSの13,14回線電流の和は0となり、Fig.2と整合性がある。

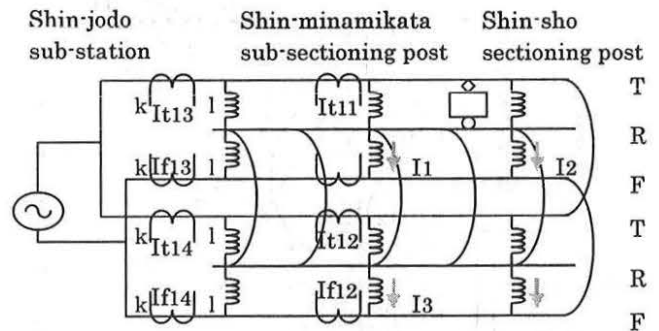


Fig.7 electric current of feedings in AT power feeding
(a train between SSP and SP)

Fig.7 は新南方SSP、新庄SP間に列車が在線している場合の電流を表す。

この時、き電線の電流を反転せずに合成した時の新上道SS13,14回線、新南方SS11,12回線のき電電流を同様求めると、値はそれぞれ以下の式の通りとなる。

$$\text{新上道 SS} \quad I_{13} = I_{14} = 0, \quad \text{新南方 SSP} \quad I_{11} = I_{12} = 0$$

この結果はFig.2、Fig.4と整合性がある。

4. まとめ

従来からATき電方式において負荷電流を測定するためにCTのF相を反転させて合成する方法が提案されていたが、実際にT相、F相の電流を同一方向で合成した場合の測定結果はなかった。

今回の測定結果はき電電流の測定方法、ATき電における電流を理解する上で貴重なデータといえる。