

6相整流器と12相整流器が混在する電区間における高調波の一考察について

○[電]木浪 宏之¹・梅田 繁樹 山本 宏次 中村 悦章 延原 隆良
 (西日本旅客鉄道株式会社)
 森本 大観²
 (鉄道総合技術研究所)

Study of harmonics in feeding section where six pulse rectifier and twelve pulse rectifier coexist

¹Hiroyuki Kinami, Shigeki Umeda, Hirotsugu Yamamoto, Yoshiaki Nakamura,
 Takayoshi Nobuhara (West Japan Railway Company)
²Hiroaki Morimoto (Railway Technical Research Institute)

It was confirmed that the fifth and the seventh harmonics at twelve pulse rectifier in feeding section where six pulse rectifier and twelve pulse rectifier coexist.

Therefore we understood that the fifth and the seventh harmonics flows out wire for aerial transmission line connecting six pulse rectifier and twelve pulse rectifier.

キーワード：高調波、6相整流器、12相整流器、連絡送電線

Key Words: harmonics, six pulse rectifier, twelve pulse rectifier, wire for aerial transmission line

1. はじめに

現在、在来線変電所の整流器は、高調波低減効果が大きく、電源側高調波低減策として12相整流器が広く使用されている。一般的に12相整流器では、受電側に11次、13次の高調波が発生する。一方6相整流器では、受電側に5次、7次の高調波が発生する。今回、6相整流器と12相整流器が混在する電区間においては、12相整流器を用いている変電所の受電電流に本来発生し得ない5次および7次高調波が含有されることが確認された。

そこで筆者らは、12相整流器を用いている変電所の受電電流測定を実施した結果から、今回の高調波発生要因が6相整流器と12相整流器が連絡送電線により連係されていることによる相互作用である可能性があることが分かったので報告する。

2. 連絡送電線におけるシリコン整流器用変圧器

同一送電線系統に接続される変電所においては、送電系統に及ぼす高調波電流の影響を少なくするため図1のように変圧器の結線を選定する。

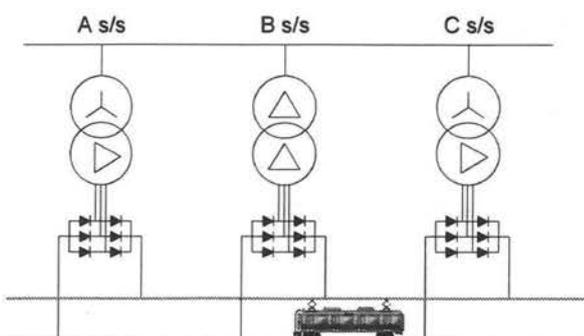


図1. 変圧器結線の選定

今回の測定回路の送電線は、図2に示すようにA及びB変電所が連絡送電線により接続され、C変電所は別の送電線に接続されている。

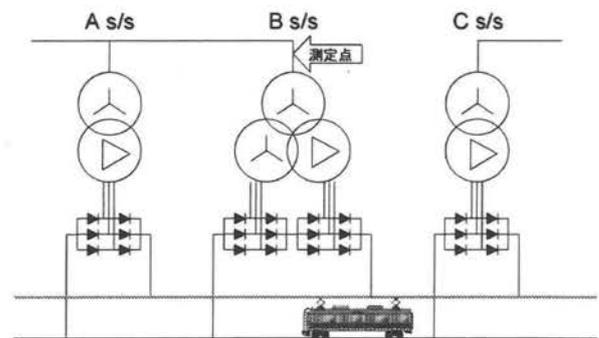


図2. 測定回路の概要

3. 測定結果

電車がB変電所とC変電所間で力行しているときのB変電所で観測された受電電流波形を図3に示す。受電電流波形に大きな歪みは観測されなかった。

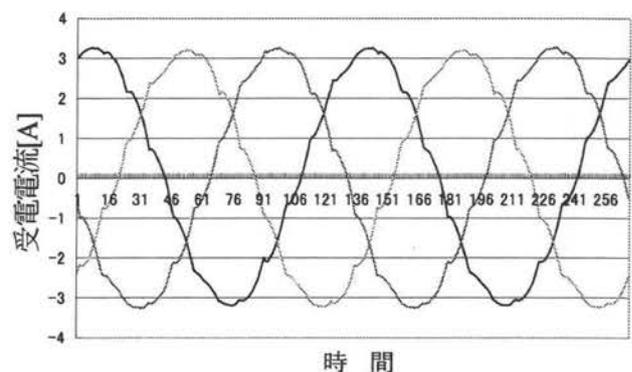


図3 受電電流波形 (B s/s と C s/s 間力行時)

図 3 の受電電流波形において、周波数解析をした結果を図 4 に示す。基本波の 1 次 (60Hz) 以外の周波数はほとんど観測されていないことが分かる。

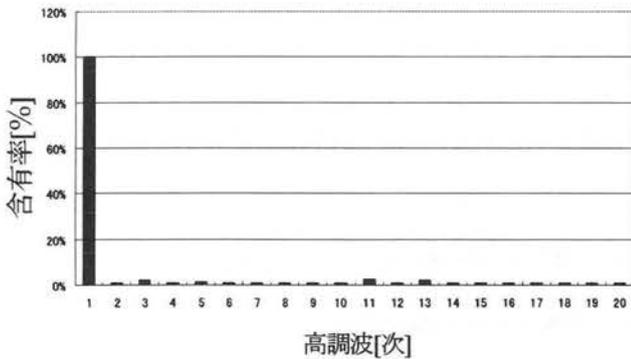


図 4 高調波含有率 (B s/s と C s/s 間力行時)

次に、電車が A 変電所と B 変電所間で力行しているときの B 変電所で観測された受電電流波形を図 5 に示す。受電電流波形は図 3 と比較すると、大きな歪みが観測された。

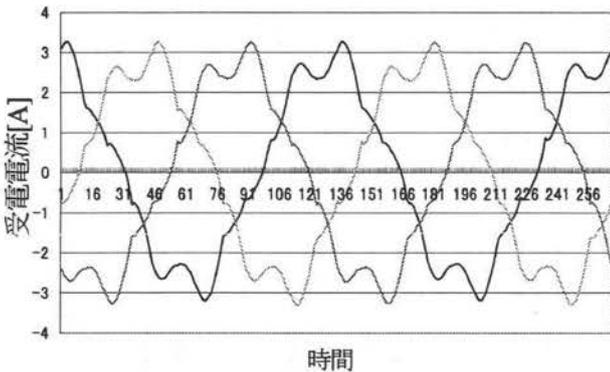


図 5 受電電流波形 (A s/s と B s/s 間力行時)

図 5 の受電電流波形において、周波数解析をした結果を図 6 に示す。基本波の 1 次 (60Hz) 以外で 5 次 (300Hz) と 7 次 (420Hz) の高調波が 10% 程度観測されていることが分かる。

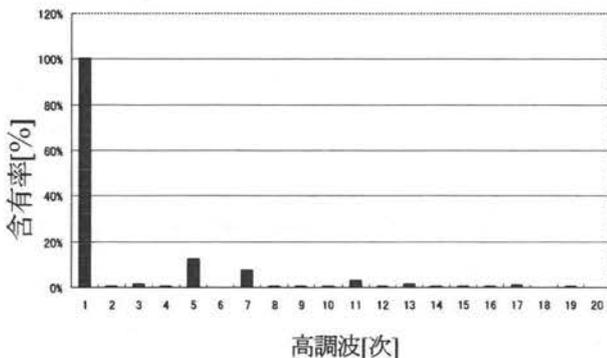


図 6 高調波含有率 (A s/s と B s/s 間力行時)

4. 考察

今回の測定結果より、送電線で接続された変電所間に電車が力行している際に高調波が観測されていることや、B 変電所で 12 相整流器の受電側において 5 次 (300Hz)、7 次 (420Hz) の高調波が発生していることから、これらの高調波は図 7 に示すように、A 変電所で発生した高調波が連絡送電線により連係されている B 変電所に流入している可能性があることが推定される。

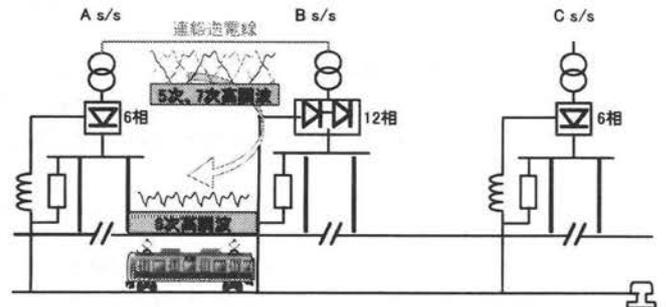


図 7 高調波流入経路

B 変電所に流入した 5 次 (300Hz)、7 次 (420Hz) の高調波は 12 相整流器を経て、き電側には 6 次 (360Hz) 高調波が発生する。B 変電所に設置されている電力ろ波器は、12 次 (740Hz)・24 次 (1440Hz) の分路しか持っていないため、6 次 (360Hz) 高調波はそのまま外線に流出し、さまざまな誘導障害を引き起こす要因となるので、早急な対策が必要である。

5. まとめと今後の予定

6 相整流器と 12 相整流器が混在する区間において、12 相整流器を用いている変電所の受電電流に 5 次 (300Hz) および 7 次 (420Hz) 高調波が観測されたことから、高調波の発生原因と流入経路について検討を行った。

その結果、6 相整流器と 12 相整流器が連絡送電線により連係されている変電所において、6 相整流器で発生した 5 次 (300Hz)、7 次 (420Hz) 高調波が連絡送電線を経由して 12 相整流器の受電側に流入している可能性があることが分かった。

また、それらの高調波は 12 相整流器により 6 次 (360Hz) 高調波となり、そのまま外線に流出して誘導障害を引き起こす要因となる。

今後は、現在 12 相整流器で使用している電力ろ波器を 6 相整流器で使用している電力ろ波器 (第一分路: 360Hz、第二分路: 720Hz、第三分路: 1080Hz) に変更し、発生した高調波の抑制効果を確認する予定である。