

建設現場におけるフリッカと高調波

新 谷 一 志

環境問題や公害という言葉から、大抵の方が真っ先に連想されるのは、大気汚染や水質汚濁、地球温暖化などであろう。われわれの市民生活の中において話題となることは少ないが、実は電気を使う環境の中にも公害問題が存在している。電気の公害と言われる電圧障害、即ち、後述するフリッカと高調波は、使用する機器の特性から、工場や建設現場も発生源の一つとなっている。近年、電力会社や行政による抑制基準が定められ、対策を強く求められており、その実態と対策について本報文で紹介する。

キーワード：環境、電気の公害、電圧障害、建設現場、波及、電圧変動、高調波、フリッカ

1. ま え が き

近年、建設現場において、フリッカや高調波という言葉がよく使われるようになったが、これらは電圧障害の一種である。

電気は目に見えないものであるが、電力会社から供給される電気の配電線を川に例えると、これらの電圧障害は川の汚れであったり、著しい流量変化に例えられる。河川が汚染されれば、流域に被害が及ぶのと同様、これらは、発生源と同一系統の配電線から電気の供給を受けている不特定多数の需要家（電気を使用している家庭や店舗、工場など）に対して、電気的な公害を及ぼすことになる。

フリッカとは、電源の連続的な電圧変動により、照明のちらつきや、機器の誤動作が発生する現象を指す。建設現場においては、大容量の負荷機器の稼働時に発生する。また、そのような負荷機器は、起動時に大電流が瞬間的に流れるため、瞬時電圧降下という形で電圧変動が発生する。

一方、高調波とは、インバータなどの半導体を使用した機器から発生するひずみ波のことで、機器の誤動作や通信線などに障害をもたらす。

これらは、機器の使用現場のみでの障害を引起こすばかりにとどまらず、同じ配電線で繋がっている離れた地域の需要家にまで波及するため、非常に社会性が強く、まさに公害と言うべき問題となっている。そのため、これらの問題に対して、速やかな対策を強く求

められる一方、対策にかかる費用負担が発生源の需要家を悩ませている。

2. 影 響

(1) フリッカによる影響

電力会社の変電所より比較的遠距離にある家庭の照明がちらつくという現象が生じることがある。これは家庭への給電電圧が、連続的に電圧変動を起こしているためである。このような現象を電圧変動の中でもフリッカと呼んでいる。

実際に、フリッカや瞬時電圧降下を引起こす機器と、その影響の種類を表—1に示す。

表—1 フリッカ、電圧降下の障害を受ける機器と影響の種類

障害機器	影響の種類
誘導電動機	起動不能、トルク低下
蛍光灯、白熱灯、水銀灯	ちらつき、消灯
コンピュータ	誤動作、暴走、故障
家電機器	映像のちらつき、誤動作
電子機器	自動制御機械の誤動作

(2) 高調波による影響

高調波によって主に影響を受けるのは、電力用機器としてはコンデンサ、リアクトルが挙げられ、過大電流による焼損や騒音を引起こす。また、漏電遮断器や保護継電器の誤動作も挙げられる。その他の影響については、表—2に示す。

表一2 高調波による障害を受ける機器とその影響の種類

分類	障害機器	影響の種類
電力用機器	コンデンサ, リアクトル	過大電流による過熱, 焼損, 振動, 騒音
	変圧器	過熱, 騒音, 鉄損・銅損の増大
	ヒューズ, ブレーカ	過大電流による溶断, 誤動作
	誘導電動機	回転数の周期的変動, 過熱, 損失の増大
	保護継電器	誤動作
電子・家電機器	家電機器	映像のちらつき, 雑音の発生, 誤動作, 故障
	蛍光灯, 水銀灯	安定器・コンデンサの焼損, ちらつき
	コンピュータ	誤動作, 暴走, 故障
	電子機器	自動制御機械の誤動作

3. 発生源

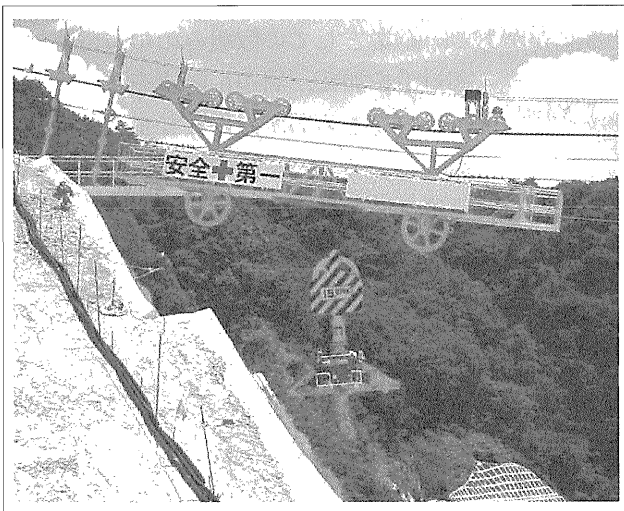
フリッカの発生源としては、短時間に大きな負荷変動があるものである。また容量が大きく、起動・停止を繰り返すものは、起動時に瞬時電圧降下を引起こす。

一方、高調波の発生源は、波形を歪ませる要素を持つ負荷設備で、ほとんどがインバータやサイリスタなどの半導体を用いたものとなっている。これらを工事別に負荷設備を挙げると、下記の通りである。

(1) ダム建設現場

主に重力式コンクリートダムの建設現場で問題となっており、中でも生コンクリートや資材の運搬に用いるケーブルクレーン(写真一1)、タワークレーンは、直流電動機を使用するため、サイリスタを用いた制御となっており、高調波が発生する。また、それらは大容量の電動機を使用するため、起動時の電圧降下も発生する。

骨材設備では、原石を破碎するためのクラッシャや

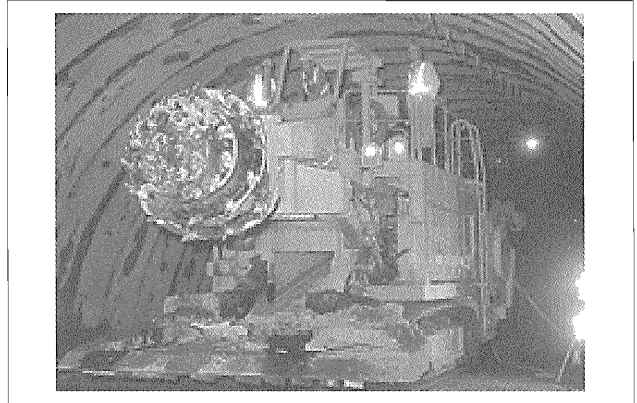


写真一1 ケーブルクレーン

ロードミルにおいて、運転時に激しい負荷変動が起こるため、フリッカが発生する。

(2) トンネル建設現場

軟岩のトンネル工事においては、主に自由断面掘削機(写真一2)を用いて掘削カッタを直接岩盤に押し当てるため、大幅な負荷変動が連続して発生し、フリッカの原因となる。また、カッタモータの容量も大きいいため、起動時には電圧降下も発生する。



写真一2 自由断面掘削機

TBM(トンネルボーリングマシン)を使用する際は、カッタモータ起動時の電圧降下、及び稼働時にフリッカが発生する。カッタモータの起動にインバータを採用することにより、起動時の電圧降下を抑制することはできるが、逆にインバータによって高調波の発生源となってしまう。

その他、大容量電動機を用いたドリルジャンボ、コンクリート吹付け機、送風機、集塵機なども起動時に電圧降下が発生する。また、最近では、送風機の制御にインバータを用いたものもあり、これによる高調波の対策を要する場合もある。

(3) シールド工事現場

シールド工事では、都市部の施工が多いため、電力会社の変電所から受電場所までの距離が近くなり、インピーダンスが低くなる。そのため電圧変動の幅が許容値を超えるまでには至らず、対策を要するケースは少ないようである。しかし、大容量のカッタモータを使用する場合や、カッタモータの制御にインバータを用いた場合など、機器の仕様に応じて、対策を必要とすることもある。

(4) 建築現場

建築においては、フリッカや高調波が問題になることは少ない。タワークレーンやエレベータは高調波の

表-3 高調波抑制対策方法

方 法	内 容	効 果	備 考
インバータ用リアクトル (ACL, DCL)	インバータの交流側にリアクトル (ACL) または直流側にリアクトル (DCL) を設置	5次, 7次を主体に約50%を低減	インバータの入力電流の波形率を良くし, 力率を改善する
高圧進相コンデンサ設備	高圧側にリアクトルとコンデンサを設置	5次, 7次を主体に3~10%を低減 (電源インピーダンス, 次数により変わる)	配電系統の潜在高調波も考慮して直列リアクトルが過負荷にならないようにする
アクティブフィルタ (能動フィルタ)	高調波電流の逆位相の電流を流すことにより高調波を相殺する	25次以下に対して1台で対応できる。80~90%を低減	負荷の運転状況に即座に反応して, 確実に高調波を抑制する
多相化変圧器	12パルス効果により高調波電流を低減。12K±1の高調波次数が発生する (K: 正の整数)	5次, 7次を主体に50~90%を低減 (同一容量, 同時運転負荷のとき)	$\Delta-\Delta$, $\Delta-Y$ のように位相角が30度異なる2台の変圧器の組合せでも同じ効果がある
低圧進相コンデンサ設備	低圧側にリアクトルとコンデンサを設置	5次, 7次を主体に20~40%を低減 (次数により変わる)	直列リアクトルが過負荷にならないようにする。進み力率にならないように力率調整をする
ACフィルタ (受動フィルタ)	5次, 7次, 11次の3種類のフィルタ (コンデンサとリアクトルの組合せ) で高調波電流を吸収する	5次, 7次, 11次の70~90%を低減 (電源インピーダンスにより変わる)	過大な高調波電流が流れるとフィルタ自体が過熱する。負荷の入切にフィルタも連動させる

発生源となるが, 一般に稼働率が低い (長時間連続した稼働が少ない) ため, 対策を求められることも少ない。スタッド溶接機や半自動溶接機などは, 高調波の発生源となるインバータ制御を用いたものもあるが, 発電機を電源とするものがほとんどである。

4. 対 策

フリッカの発生が予測される現場に対しては, 電力会社より許容値が与えられ, それを超過する場合は何らかの対策をとる必要がある。代表的な対策方法として, コンデンサ方式, リアクトル方式, アクティブフィルタ方式 (写真-3) があるが, 連続的な電圧変動であるフリッカに対しては, 応答速度の速いリアクトル方式, アクティブフィルタ方式が有効である。

高調波については, 経済産業省より「高圧または特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」が制定されており, その中に, 高調波流出電流の上限値が定められている。上限値を超える場合, 表-3に示す対策を講じる必要がある。

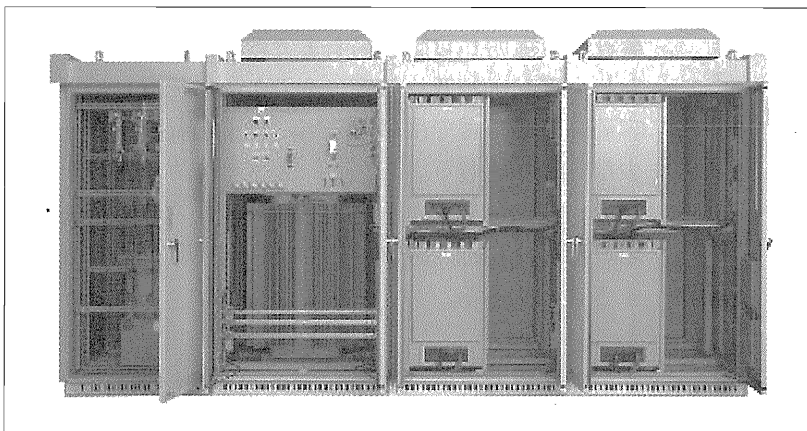


写真-3 フリッカ抑制装置 (アクティブフィルタ方式)

5. あとがき

これらの電圧障害であるフリッカや高調波は, 工事の計画段階から考慮に入れる必要がある。今後は, 建設現場においてもコンピュータなどの電子精密機器が増えていくにつれ, このような電圧障害に対しての関心も高まっていくものと予測される。同時に, 電圧障害が周知され, 対策の需要が高まることにより, 当社のような対策装置を供給する側にとっては, 市場に投入する対策機器をより高性能かつ低コストなものにするべく, 技術をはじめとした企業力が試されることとなる。当社では計算書の作成から, 機器のレンタル, 効果測定などのアフターフォローまで自社一貫で行っているが, 市場のニーズを的確に捉え, サービスの質も磨いていきたいと考えている。

現在, 環境に配慮した工法や, 工事機械は次々と開発され, 採用されている。空気や水, 土壌の他, 冒頭で述べたように, 今後は電気も環境の要素に含めて考える必要がある。企業としての取組みの中に, 電圧障害対策を加え, 周辺に障害を起こさない企業努力や姿勢が, 新たな企業価値の創造に繋がっていく日は, そう遠くないのではないかと思われる。

JCMIA

【筆者紹介】
新谷 一志 (しんたに かずし)
淀川変圧器株式会社
営業部
課長

