

## 過渡過電圧(瞬時スパイク電圧)の発生原理と対策

### 1. 過渡過電圧(瞬時スパイク電圧)

過渡過電圧(瞬時スパイク電圧、以下スパイク電圧)は、直流回路において瞬間的に大幅な電流量の減少が発生したとき、回路上のインダクタンス成分に蓄えられたエネルギーが電圧として現れる現象です。スパイク電圧の高さは、回路に印加されている定常時の電圧よりも非常に高くなることもあり、これが原因で回路上の半導体素子を破損させ直流電源や電子負荷の故障を招くことがあります。

### 2. スパイク電圧の高さ

スパイク電圧の高さは、単位時間当たりの電流変化量と回路上のインダクタンス成分の積算で計算することができます。具体的には以下のような数式となります。

$$V_w = L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} \quad \dots \textcircled{1}$$

$V_w$ : スパイク電圧

$L$ : インダクタンス

$\Delta i/\Delta t$ : 単位時間当たりの電流変化量

### 3. スパイク電圧の計算例

当社製品である大容量直流電源 ADG-P シリーズの出力端と大容量直流電子負荷 34000 シリーズの負荷端子を電線で接続したシステムを例にスパイク電圧の計算例を示します。

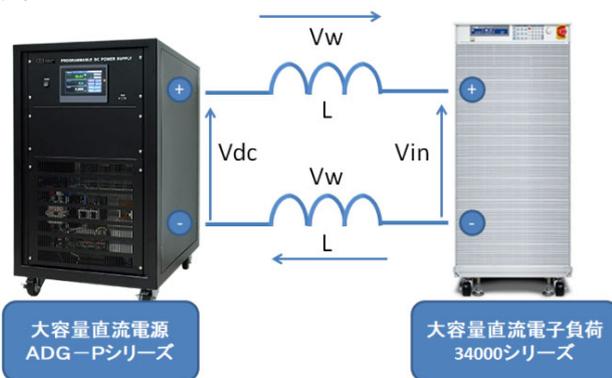


図1 システム構成例

ここで、

$V_w$ : 電線に発生するスパイク電圧[V]

$V_{dc}$ : 大容量直流電源の出力電圧[V]

$V_{in}$ : 大容量電子負荷の負荷端子に印加する電圧[V]

$L$ : 電線のインダクタンス[H]

を表します。

直流電源と電子負荷を接続するケーブルの太さを直径10[mm]、電線長さの片道を20[m](往復40[m])と仮定すると電線のインダクタンスは約32[ $\mu$ H]程度となります。この条件下において、システムに流れる電流を200[A]から0[A]まで変化させたときのスパイク電圧を計算します。なお、電子負荷はシステムに流れる電流の変化量(スルーレート)を変更することができます。このスルーレートは式①の $\Delta i/\Delta t$ に相当し、スパイク電圧の高さはスルーレートの影響を受けます。

表1 スルーレート( $\Delta i/\Delta t$ )とスパイク電圧の関係

スルーレート [A/us]	電線上発生する スパイク電圧[V]
41.5	1328
24.0	768
16.0	512
8.0	256
0.4	12.8
0.2	6.4
0.1	3.2

スルーレートの大きさとスパイク電圧の高さの関係は表1のようになります。ここでは、スルーレート41.5[A/us]の場合の具体的な計算をします。

まず、200[A]から0[A]まで電流量が現象するまでの時間( $\Delta t$ )を計算します。

$$\Delta t = 200[A] / 41.5[A/us] \doteq 4.81[us]$$

電流変化量は200[A]、インダクタンスは32[uH]なので、これらの値を式①に代入するとスパイク電圧  $V_w$  は以下の通りとなります。

$$V_w = 32[uH] \times (200[A] / 4.81[us]) \doteq 1330[V]$$

この値は直流電源と電子負荷を接続する電線の片側のみで発生する値となります。実際は、電線の往路と復路の両方毎にスパイク電圧が発生するので、システム全体では  $V_w$  の2倍の値が発生することになります。この非常に高い電圧値が瞬時に発生するため、システムに接続されている装置に過電圧が印加され故障の原因となることがあります。

### 4. スパイク電圧の対策

スパイク電圧の高さを決定する大きな要因は、式①における $\Delta i/\Delta t$ の値となります。つまり、システムの単位時間あたりの電流変化量の影響が大きいため、 $\Delta i/\Delta t$ を小さくすることでスパイク電圧の発生を抑制することができます。

電子負荷の場合はスルーレートを小さく抑えることで、 $\Delta i/\Delta t$ が小さくなるためスパイク電圧の発生の抑制につながります。

◆本レポートに記載している当社製品の紹介 HP  
大容量電子負荷 34000 シリーズ

<https://www.keisoku.co.jp/pw/product/power/dc-load/34-36-335-336/>

大容量直流電源 ADG-P シリーズ

<https://www.keisoku.co.jp/pw/product/power/dc/adg/>