

# マトリックスコンバータに適用する ダンピング制御のゲイン設計法

小岩 一広\*, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

A Gain Design Method of a Damping Control for a Matrix Converter

Kazuhiro Koiwa, Jun-ichi Itoh (Nagaoka University of Technology)

## 1. はじめに

近年, 大容量のエネルギーバッファを用いずに交流から交流へ直接変換できるマトリックスコンバータ(以下 MC)の研究が盛んに行われている<sup>(1)-(3)</sup>。MC は大容量の電解コンデンサがないため, 小型, 軽量, 長寿命化が期待できる。

著者らは MC の電圧利用率の問題を解決するため, MC の前段に V 結線チョッパを接続し, 電圧が不足する領域のみチョッパにより昇圧する方式を提案した<sup>(2)</sup>。V 結線チョッパは電流の通過素子数が少ないため効率低下の影響を抑えることができる。一方で, 入力フィルタの共振が原因で入力電流がひずみ, システムの安定性を悪化させる。共振はダンピング制御により抑制できるが, その設計指針は明確になっていない。

本論文では, ダンピング制御のゲインをダンピング抵抗接続による共振抑制効果の観点から設計する方法を提案する。また, 1.4kW の誘導性負荷を使用した実機実験によりダンピング制御の有効性について検討する。その結果, 最高効率は 95.1%, 最大率は 0.996, 入力電流の総合ひずみ率(THD)は 7.6%と得られたので報告する。

## 2. 回路構成およびゲイン設計

### 〈2.1〉 回路構成

図 1 に提案回路の制御構成図を示す。提案回路では昇圧機能を実現するため, MC の入力側に V 結線型の交流チョ

ッパを接続する。チョッパを V 結線型にすることで MC に追加する素子は双方向スイッチ 4 つのみとなる。よって, 提案回路は MC の利点である小型化を維持できる。しかし, 提案回路は入力フィルタによる共振が原因で入力電流波形にひずみが生じる。共振ひずみを抑制する方法はダンピング抵抗を接続する方法, およびダンピング制御を適用する方法が検討されている。

### 〈2.2〉 ダンピングゲインの設計法

図 2 にダンピング制御を適用した場合のチョッパ入出力応答ブロック図を示す。ここで,  $K_v$  は変換器ゲイン,  $T_{HPF}$  は HPF の時定数である。また,  $\beta$  はチョッパの昇圧比である。その他の計算条件は表 1 にまとめる。このときの伝達関数は(1)式で表せる。

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\frac{1}{\beta LC} s + \frac{1}{\beta L C T_{HPF}}}{s^3 + \left(\frac{1}{T_{HPF}} + \frac{K_v K_d}{L}\right) s^2 + \frac{1}{\beta^2 LC} s + \frac{1}{\beta^2 L C T_{HPF}}} \quad (1)$$

本論文では, ダンピング制御に必要なゲイン設計をダンピング抵抗  $R$  接続時の共振抑制効果の観点から行う。まず, フィルタコンデンサ  $C$  と直列に  $R$  を接続した時のチョッパ入出力応答の伝達関数は次式で表せる。

$$G_{resist} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\frac{R}{\beta \cdot L} s + \frac{1}{\beta \cdot LC}}{s^2 + \frac{R}{\beta^2 \cdot L} s + \frac{1}{\beta^2 \cdot LC}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

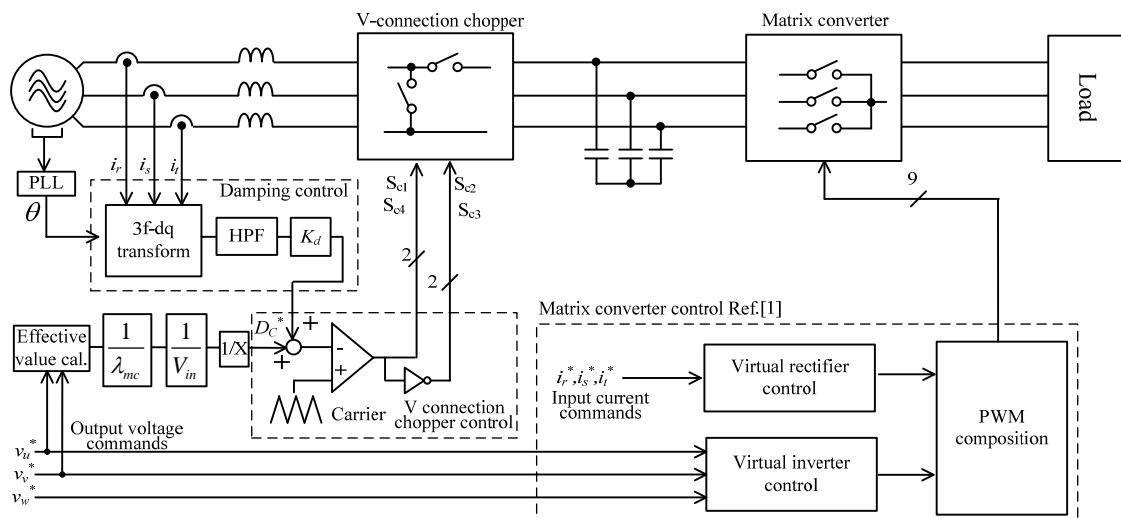


Fig. 1. Configuration of the proposed circuit.

