

図 10 : グループ表面を機械加工で形成したブロックを溶接したアルミビームパイプ。

加工時の真空リークの危険性も高い。図 10 はこの方法で製作したアルミビームパイプである。一応製作は完了したが、実際幾つかのブロックの溶接部で曲げ加工後リークが見つかった。また、ブロック溶接部の強度が弱く曲げる際に断面が変形しやすいことも分かった。

もう一つの方法は、アルミビームパイプの場合に可能なもので、ビームパイプの押し出し時にグループ形状を形成する方法である。この手法では溶接は不要であるが、押し出し用の型の強度的問題で鋭いグループが製作できるかが課題であった。図 11 は 2009 年に最初に試作したグループ表面付き押し出しビームパイプで、グループの形状は $\beta = 25^\circ$ 、 $R = 0.2 \text{ mm}$ であった。これまでの試験から考えると未だ不十分である。この経験を基に、2010 年 $\beta = 20^\circ$ 、 $R = 0.1 \text{ mm}$ を目標に再度試作を行っている。

3.3 インピーダンスの問題

グループ表面の場合もインピーダンスが問題となる。グループ表面は、リングの内 520 m を占める偏向電磁石内で使用する予定である。縦方向インピーダンスは、グループがビーム方向に沿っているため非常に小さい。グループ表面のロスファクターのリング全ロスファクターへの寄与は約 0.5% である。なお、ロスファクターはグループ部両端部からの寄与が大きい。ここで、グループ表面の幅は 40 mm、ビームチャンネルの上下に施工するとした。また、グループ自体の抵抗損は 50% 増と仮定している。マイクロウェーブ不安定性への寄与は小さかった。一方、横方向インピーダンスに関しては。例えば、500 個の $\beta = 20^\circ$ 、 $d = 3 \text{ mm}$ のグループが 5 mrad 回転しているとすると、全キックファクターは $8.5 \times 10^{12} \text{ VC}^{-1}\text{m}^{-1}$ となる。この時でも横方向モードカップリング不安定性の閾値は 800 mA/bunch と設計値よりも十分大きい。

4. 今後の予定

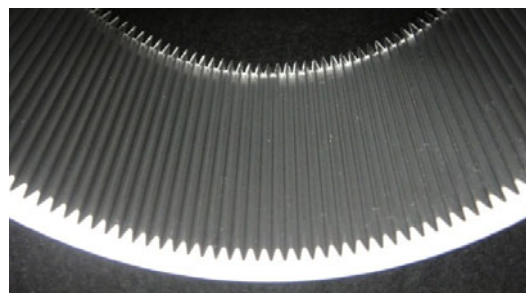


図 11 : 引き抜き時に型を使ってビームパイプ内面に形成したグループ表面。

KEK で開発された極薄クリアリング電極は磁場中での非常に有効な電子雲効果緩和策であり、Super-KEKB 陽電子リングではウィグラー部で採用される予定である。一方グループ表面も大きな効果があり、同リングの偏向電磁石部に応用すべく検討を進めている。製作方法としては、アルミビームパイプ押し出し時にグループを形成する方向が有望である。ただし、その場合には TiN コーティングを施す。両方法とも技術的には実用段階に入ったと考える。今回予定している領域ではインピーダンス的には問題もない。今後適用範囲が広がるものと期待される。

参考文献

- [1] e. g., K. Ohmi and F. Zimmermann, Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 3821.
- [2] e. g., Reports presented in the conferences of ECLLOUD'07 (Daegu, April 9 – 12, 2007), and ECL2 Workshop (CERN, February 28 – March 2, 2007).
- [3] M. Pivi, F. K. King, R. E. Kirby, T. O. Raubenheimer, G. Stupakov and F. Le Pmpec, J. Appl. Phys., 104, 104904 (2008).
- [4] L. F. Wang, D. Raparia, J. Wei and S. Y. Zhang, Phys. Rev. Special Topics – Acc. Beams 7 (2004) 034401.
- [5] Y. Suetsugu, H. Fukuma, L. Wang, M. T. F. Pivi, A. Morishige, Y. Suzuki and M. Tsukamoto, Nucl. Instrum. Methods A598 (2008) 372.
- [6] Y. Suetsugu, H. Fukuma, M. Pivi and L. Wang, NIM-PR-A, 604, 449 (2009).
- [7] A. W. Chao and M. Tigner, “Handbook of Accelerator Physics and Engineering”, World Scientific, p.119 (1999).