

[12P-01]

Present Status and Improvement of the KEK - 40 MeV Proton Linac

E.Takasaki, F.Fukumoto, Z.Igarashi, C.Kubota, F. Naito, K.Nanmo and T.Takenaka

High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

Abstract

In order to accelerate a high intensity beam with a good quality and to supply the beam into the 500 MeV booster synchrotron, we have to maintain good conditions of many equipments and instruments of the KEK - 40 MeV proton linac. Hence, we have used programmable logic controllers (PLC) for all the control systems and introduced INTERNET technology for control of the linac. Furthermore, we have developed some accelerator components for the future proton linac. In this report, we describe the present status of some equipments and instruments, and techniques developed at KEK.

KEK-PS 40MeV 陽子 LINAC の現状と改善

1.はじめに

KEK - PS - LINAC の開発は、1988 年以来、JHP, JHF 計画その後の統合計画に、積極的に参加してきた。当然、KEK-PS シンクロトロン入射器としての陽子リアックの円滑な運用のため、色々な維持・改善作業も実施してきた。これらの作業は、主に、機器・装置の安定化、少人数に対応する監視・運転制御系の構築、維持作業の簡便化等に向けられた。一方、大きな計画に参加するばかりでなく、我々自身も、将来の陽子リアックの姿を想定し、グループで開発出来る物が何かを見定め、加速器構成要素を試作・テストしてきた。この研究会では、KEK-PS-LINAC の現状と改善・開発状況を報告する。

2.PS シンクロトロン入射器としての現状と改善

2-1) 制御系の更新

少人数化に迅速に対応するために、制御系の更新を行い、最終的には、各 office で制御可能な体制が考慮された。図 1 に見られる構成が提案された^[1]。我々は、PS-LINAC の運転機器を以下のように働きの違いにより段階に分割し、制御系を更新してきた。

A) 信頼性の向上の為、機器(特に、電源)のロック・STATUS の把握のために使用されていた従来のリレー回路を全て PLC に更新した^{[2],[3]}。お画面面上のハルス波形(ビーム波形を含む)を VIDEO で撮影し、所内 LAN を通じて、映像を配信する系を構築した^[1]。
B) ハルス RF 源の安定化のために、RF の負帰還回路を外付けで導入するが、負帰還回路の暴走により、別の事故を誘発する可能性がある。そこで、そ

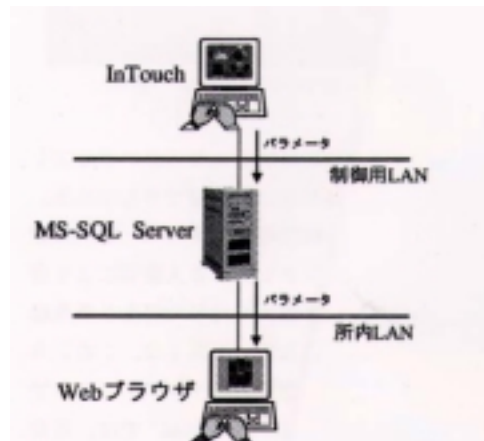


図 1: データシステム構成図(Ref.[1]より)

の暴走を避けるため、ハルス RF 源の安定運転可能領域の把握が重要となる。このような事情を考慮し、ハルス機器の安定化・故障診断のために、インテリジェントなソフトを含んだ制御系を導入する^[4]。現在、具体的には、横河製 WE7000 シリーズの導入を考えている。図 2 に、我々の奮闘時のスナップを示す。



図 2: WE7000 で波形を取り込み中

C) 更に、LINAC の良好なビーム透過率並びにビーム特性を得るために、LINAC 運転パラメータの条件並びに適用範囲を確保する。我々は、通常、加速器の立ち上げ時に、LINAC の加速特性を測定し、そのデータを把握しているが、非常に膨大な情報量となる。このためにも、前述した WE7000 シリーズを導入し、有効な活用を追求している。具体的例として、“LINAC の稼働安定化”を考察している[5]。

前述したように、当初の我々の制御系は各 office から実施できることであった。しかし、加速器の制御が各 office から可能であることは、安全性の面からも問題であるということになった。そこで、問題は“加速器の制御とはどうあるべきか？”となり、広く関係者間で協議されているはずである。その様な理由で、現在、我々は、図 3 に見られるように、WWW ブラウザからパルス波形化（含む）、インタック・STATUS 情報等を各 office で監視することが出来る状況のままである。今後も随時監視項目を増やしていく予定である。



図 3;五十嵐 office で TH516 パラメータ監視中

制御系の構築には、PS-制御グループ；木代、門倉、濁川諸氏の多大の援助を受けています。

2-2) 維持作業の簡便化と長寿命化のために

この目的のために、予備品の確保並びに製造中止品への代替策は、重要な点である。特に、LINAC 建設以来、酷使されている大電力電源（TH516 陽極パルス電源）周辺部品の予備品/代替品の確保が大切である[6]。ここ数年間発生しているタック放電の原因の追求・対策[7]は現在も引き続き行われている。現在応急処置として、ビーム停止期間に出来るだけ高いタックレベルまで RF を供給し、タックのコデックを上げている。また、交換用ドリフトチューブを 3ヶ確保・保管し、万が一の事故の場合、急遽対応できる。一方、材質による放電頻度の差を調査している[8]。まだ残されている問題は、入力カプラーの RF 窓(セラミックス)とその交換作業である。交換作業時、入力カプラーの構造(WX203)上、同軸管の内/外導体の同時接合が要求される。即ち、203D 同軸管の分解・組立が行われる。我々は、図 4 に示した概

念図を基に、分解可能な L 型同軸管を提案した[9]。それは 60 MeV LINAC で使用される 203D 同軸管として製作されている。今年、更に、図 5 に示す構造を持った長さ可変（約 100mm、位相可変）の 203D 同軸管を試作する予定である[10]。長寿命化の例としては、20kW 以下の RF 増幅器を全固体化増幅器に更新したこと、冷却水路の材料の変更（真鍮製を撤去）等である。

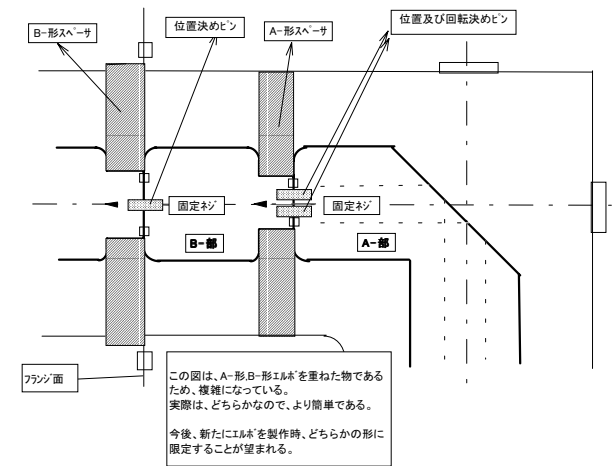


図 4;分解可能な L 型同軸管の概念図

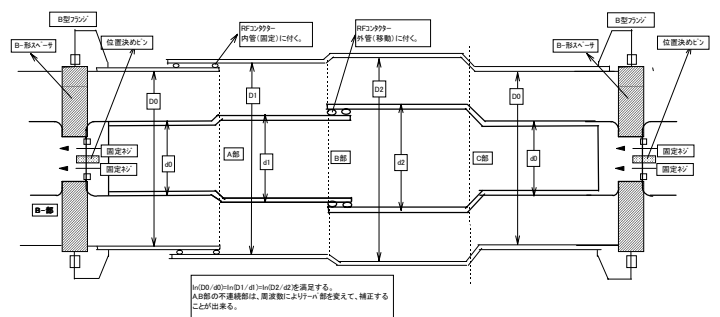


図 5;長さを可変できる同軸管の概念図

2-3) 現場での監視・点検を励行

PS-LINAC の機器の維持・改善作業は、現場での機器の監視・点検が基になっている。しかし、現時点に於いても、容易に既存のセンサーで監視・点検出来ない物が多い。例えば、ブローの回転音の異常、冷却水の汚れ、水漏れ、油漏れ、駆動機器の異音、ブレーカの発熱、TH516 蒸発冷却の突沸状況等枚挙の暇がない程多い。そのため、我々は、少なくとも一日一回の現場監視・点検の励行を欠かすことが出来ない。

3.LINAC 加速器要素の開発

我々は、数年前から図 6 に示すような将来の陽子 LINAC の構成(CW 運転可能)を想定し、“どのような加速器要素の開発が必要か？”を考察・試作してきた。RFQ の構造としては上野氏の発明した構造を採用し、又、CCL には APS(又は DAW),

超伝導キャビティ等の採用が考えられた。これらの製

法は、既にトリス建設時開発済みである。

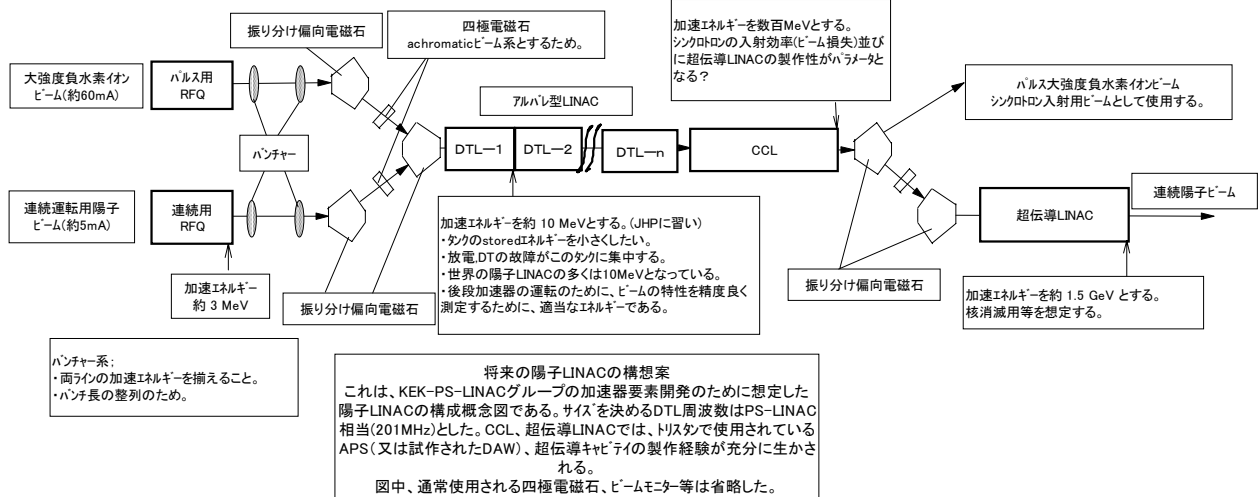


図 6;我々の想定した将来の陽子リニアックの構成案

そこで、当面、我々の対処すべき点は、DTL-1 のドリフトチューブ内に据え付ける直流電磁石の製作可能性とドリフトチューブの変形、タケの冷却能力を上げる方策の追求であると考えた。第一の問題は、狭い空間に収容できる四極電磁石(特に、コイル)の製造可能性の有無であった。図 7 に見られるような電鍍コイルの試作に成功した^[11,12]。この技術は、60 MeV LINAC の四極電磁石にも適用された。コイル製作に適用された PR 電鍍法^[13]は、カット製作にも適用されている技術であるが、純度の高い銅を電着することが分かった^[14]。又、無欠陥の電鍍面は、高い電界にも強いことが分かった^[8]。コイルの発熱によるドリフトチューブ変形を少なくするために、コイルのみを絶縁物で含浸し、ドリフトチューブ面と電磁石間に真空空間を設ける予定である。RF による熱除去の効率を上げるために、現在、アルミニウム合金上の銅電鍍による製作の可能性を追求している^[15]。

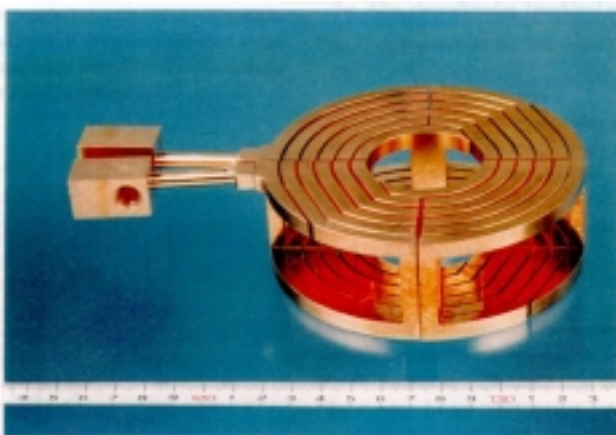


図 7;水冷式試作電鍍コイル(5.5 ターン)

参考文献.

- [1] K.Nigorikawa et al., 第 22 回 LINAC 技術研究会(1997), P207.
- [2] T.Takenaka et al., 第 22 回 LINAC 技術研究会(1997), P175.
- [3] K.Nanmo et al., 第 22 回 LINAC 技術研究会(1997), P178.
- [4] K.Nanmo et al., 第 24 回 LINAC 技術研究会(1999), P314.
- [5] Z.Igarashi et al., “KEK 40 MeV 陽子リニアックのビーム・I 補償 -安定化”, 本研究会で報告.
- [6] T.Takenaka et al., “KEK 40 MeV Proton Linac 大電力電源充電部の改造”, 本研究会で報告予定.
- [7] T.Takenaka et al., 第 24 回 LINAC 技術研究会(1999), P134.
- [8] Y.Saito et al., “電鍍法により形成された無酸素銅電極の放電特性”, 本研究会で報告予定
- [9] C.Kubota, F.Naito et al., KEK-PS-LINAC MAINTENANCE REPORT NO.208,
- [10] C.Kubota and E.Takasaki, KEK-PS-LINAC MAINTENANCE REPORT NO.219
- [11] 名航ニュース “あおぞら” 1998, 2, NO.104
- [12] K.Tajiri et al., “Coil, New Application of Electroforming”. AESF/SFSJ. Advanced Surface Technology Forum Proc. p.145 (1998).
- [13] K.Tajiri et al., The 19th Meeting of the Electrochemical Society, NO.102 (1999).
- [14] 影山達也、1998/7/18 銅鍍金高機能化剤より
- [15] F.Naito et al., “アルミニウム合金上への銅電鍍顔末記”, 本研究会で報告予定

