

超電導技術開發推進方法 (電力系統中心으로)

李承院*

(*서울대 공대 명예교수)

1. 科學과 人類社會

人類社會는 科學技術의 發達과 더불어 變化해왔다. 蒸氣機關의 出現으로 얻어진 動力은 人力을 代身하게되어 工業社會를 出現시켰고 이에 뒤따라 發見된 電氣 에너지는 電動力을 供給함으로써 오늘날 우리가 보는 바와같이 高度工業社會를 이룩하게 했다.

이것이 科學이 人類社會를 크게 變華시킨 첫번째였고 현재 그 두번째가 進行되고 있는데, 그것은 computer의 出現으로 이룩된 情報通信工學의 發達은 구름같이 地球를 둘러싸고 있는 地球次元의 莫大한 情報를 마음대로 利用할 수 있게 하고 있다. 또 computer와 生産施設의 結合으로 이룩된 自動制御技術은 工場을 無人狀態로 運轉할 수 있게하여 必要한 物資를 必要한 만큼 生産함으로써 人間의 能力을 數拾倍 아니 數百倍에 達하게 하고있다. 이는 一次와는 比較할 수 없을 정도로 人類社會를 뒤바꾸어 놓을 것이다.

이에의해 얻어지는 安樂하고 풍요로운 社會는 다음에 무엇을 요구하게 될것인가 그것은 바로 풍부한 Energy일 것임에 틀림없다. 그것은 현재의 Energy 源과는 달리 써도써도 동나지않는 무궁한 Energy源이 돼야할 것이다. 그리고 그 Energy源이 무엇이 되건간에 그것들은 거의가 電氣Energy로 變換되어 使用하게 될 것이다.

2. 앞으로 要求되는 電氣技術

이경우 要求되는 電氣技術은 大量取扱技術 즉 高密度의 大量電氣 Energy의 變換, 輸送, 配分 및 應用 技術일 것이다. 그리고 地球溫暖化에 加勢하지않는 技術이 安全하고 信賴性이 높으며 效率이 높고 經濟性이 월등한 技術이어야 할 것이다. 特히 現在로서는 電氣 Energy의 大量高效率貯藏이 어려운데 이를 可能케 하는 技術이 必要하다. 그런데 現在 이러한 技術이 成就될 展望이 엿보이고 있으니 그것이 바로 지금으로부터 約 85年前인 1911年이 Netherlands의 Leiden 大學의 Kamerlingh Onnes 教授에 의해서 發見된 超電導技術인 것이다.

3. 超電導 技術

前記한바와 같이 超電導現象이 1911年에 發見된以來 많은 科學者들은 새로운 超電導體 開發에 盡力했으나 純粹金屬元素를 對象으로하여 많은 超電導體를 發見은 했으나 그들은 거의가 아주 낮은 磁界에서 超電導性을 상실 해버려 實用價値가 없었다. 그런데 超電導現象發見後 50年이 經過한 1961년 Kunzler에 의해 浸入磁束을 拘束 超電導部分에의 浸入을 抑制함으로써 高磁界에서도 實用可能한 超電導體를 發見했다. 그러나 이것 역시 極低溫下에서만 그 超電導性이 實現되기 때문에 그의 豫想되는 驚異의인 利用性에 비해 이렇다할 成果를 이룩하지 못했다. 그런데 1986年 Huston大學의 Chu 教授에 의해 98K에서 超電導性을 나타내는

Ceramics 超電導體가 開發되면서 液體窒素 분위기 下에서 使用할 수 있게 되었다.

4. 超電導 技術의 利用分野

가. 科學分野에 있어서의 應用

微弱磁界測定, 超電導磁石利用, 高Energy 加速器, 重Ino 加速器

나. Energy 分野

MHD發展, 核融合發電, Energy 貯藏, 超電導送電, 超電導發電機, 超電導電動機, 超電導變壓器

다. 電力應用分野

超電導磁氣浮上列車, 超電導船舶, 超電導發電機라. 醫科, 生體科學

MRI 診斷裝置, 兀中間子照射裝置, Sguid 磁束計

마. Electronics 分野

高集積化工程所用器具, 單結晶引上裝置, 轉寫裝置, SOR리소그래피, Josephson素子, 超格子超電導素子.

이상 超電導의 利用分野와 裝置各稱만을 열거 하 였는데 이것들이 綜合的으로 發揮하는 힘은 第三의 人類社會變華를 이룩하기에 充分한 것이다.

5. 今後의 超電導技術開發方向

超電導體는 그 臨界溫度에 따라 다음과 같이 分類 되고있다.

- 1) LTc—種 30K 以下—液價 He環境 1911
- 2) LTc二種 “ “ “ “ 1961
- 3) HTc , 120K前後—液價窒素環境 1986
- 4) RTc , 300K以上—特殊環境不必要?

물론 이들은 다 각기 그 Tc 以下에서는 그 電氣 抵抗이 完全히 零이된다.

超電導體는 前記한바와 같이 많은 特徵이 있으나 그 無抵抗性 만을 考慮 實用化可能性에 對한 檢討를 해보기로 하자, 超電導體가 發見된지 80여년이 되도록 이렇다할 成果가 없는것은 全的으로 그것이 必要로 하는 極低溫環境때문으로서 現在 發見된 HTc 超電導體라할지라도 그 難易度는 大端히 完화되기는 했으나 그 利用範圍는 制限된다. 特히 電力系統에 있어서는 極小範圍로 制限될 것으로 生覺된

다. 그리고 앞으로 常溫超電導體의 出現도 예상되고 있음으로서 電力系統關聯研究로서는 現在の 抵抗이 있는 導體로 구축된 系統을 無抵抗導體로 構成할 경우의 各種 利害待失을 究明할 必要가 있다. 그 統果에 따라 System의 超電導化의 重要性을 定量的으로 確認하고 超電化에 依한 利得이 많은것부터 超電導化研究를 遂行하고 만일에 常溫超電導體 出現以前에 System의 超電導化가 必要하게 될때를 對備해서 別途로 極低溫 發見과 그 維持技術改良研究을 遂行할 必要가 있다고 본다.

그 貢獻度에 따라 System에 있어서의 開發順位가 決定된 裝置나 部品の 實驗的研究는 그 必要에 따라 現LTc가 HTc를 利用함으로써 遂行할 수 있을 것이다.

RTc 超電導體의 出現前 LTc나 HTc 超電導體에 의해서도 超電導化할 價値가 있는 電子, 醫療, 計測, 宇宙等の 部門에 있어서는 實使用研究를 遂行할 必要가 있을 것이다. 여기서 強調하고 싶은 것은 電力系統에 對한 全面的 適用은 常溫超電導體 出現後를 予想하고 遂行하는것이 合理的이라고 生覺되는것이다. 따라서 常溫超電導體의 開發에 力點을 두는것이 좋지않을가 생각하는 바이다.

6. 常溫超電導體研究의 必要性和 그 成功可能性

研究開發은 그의 必要性和 可能性에 對한 着想이 있어야하고 失敗를 두려워 하지않는 勇氣가 있어야 한다. 常溫超電導體 開發은 이에 相應하는 課題라고 생각되며 다음과 같은 理由로 우리나라에서도 試圖해 볼만한 課題라고 생각하는 바이다.

1) 超電導現象은 그 開發以來 85年이나 經過했지만 上述한 바와같이 極低溫環境 維持의 難易性때문에 나라마다 超電導技術發展에 기울인 努力에 差異는 있었으나 常溫超電導體의 關한 限 各國이 거의 出發線上에서 있다고 볼수있다.

2) 前記한바 있듯이 最初の 超電導現象의 發見이 He의 液化研究時 4.2K에서 水銀抵抗이 Zero가 되는것을 發見함으로써 이루어진 것으로 超電導現象 그 自體들 爲해서 研究 努力을 기울인 것이 아니었다.

3) 이 現象의 理論的究明인 B.C.S.理論도 大學院學生에 依해서 定立되었다.

4) 新超電導體인 Ceramics係 高溫超電導體가 그를 目標로 大規模研究結果 얻어진 점이 아니다.

5) 우리나라에서는 1980년부터 超電導研究에 關한 關心을 갖기 始作 서울대에서는 大學院에 2개의 超電導講座가 開設되어 每年 10~20名씩 1983년부터 1993년까지 약 150名の 技術者가 輩出되고 韓國 電力, 科技處 等으로부터 약 30억원 정도의 研究費가 支給된 바 있어 國內超電導技術開發基盤이 조성되고 이의 遂行을 爲해 國際交流도 빈번히 이루어지고 있다.

6) 現在 先進諸國들은 주로 Ceramics係 高溫超電導體의 實用化를 爲해서 그의 線材化, 大電流密度化에 主力을 하고 있는 形便이다.

7) 우리나라의 基礎物理學, 物性論 等の 水準은 世界的 水準으로 뒷받침이 可能할 것이라는 점도 또한 可能性을 信俸하게 한다.

8) 우리나라가 비록 養成된 人力도 그리 많지 않고 그의 能力도 높지 않지만 目標을 常溫超電導體에 두고 新高溫超電導體 開發을 爲해 努力한다면 우리나라에서 常溫超電導體가 出現 못한다고 할 수 없다고 보는 바이다.

7. 추진전략

超電導體는 前記한바와 같이 LTc超電導體 HTc超電導體, RTc 超電導體로 區分 되는데 이중 LTc는 難點은 있으나 實用化가 可能하고 HTc도 그 特性改良과 더불어 制限된 分野에의 適用이 可能한 狀態에 와있다. 그뿐만 아니라 RTc 超電導體의 出現可能性도 엿보이고 있음을 감안할때 LTc, HTc超電導體는 低溫維持를 爲한 裝置와 그에 수반되는 技術이 必要하기 때문에 곧바로 이에 依한 電力系統超電化를 前提로 研究를 遂行 할것이 아니라 現時點에서는 上記 各種 超電導의 低溫維持 關連部分과 그 特徵(無抵抗性) 活用部分을 區分해서 研究를 遂行 하다가 素材開發의 進度에 따라 適切한 時點에서 電力系統에의 全面適用에 對備하는 方向으로 研究를 遂行하는것이 바람직 하다고 생각한다.

1) 超電導化로 因한 利得은 無抵抗性에 依한 電力損失(現 送電損失 6%, 需用裝置에서의 損失 25%)를 減少 시키고 Energy 密度를 높일수가 있어 電力設備가 縮小되며 그 永久電流性은 電力貯藏을 可能케 하여 予備電力確保를 容易하게 하고 系統의 電力配分은 容易하게 하며 安全性을 크게 向上시킬 수 있음과 더불어 信賴性이 向上된 電力供給이 可能해진다. 系統超電導化 以前에 그 利害得失을 定量 定性的으로 正確하게 推定하고 系統各部分의 超電導化順序의 決定 새로운 適用分野의 開拓을 爲해 現系統에 無抵抗性 高磁性性 永久電流性을 適用시켜 全系統의 超電化 Simulation研究를 先行시킬 必要가 있다.

그리고 招電導發電, 超電導送電, 超電導Energy貯藏, 超電導變壓器 等の 研究順位와 開發重點度 等を 定하고 현재 예상 하지 못하고 있는 새로운 適用分野, 裝置 機器도 주출 하여 研究를 遂行해야 한다.

2) 上記 研究結果 以前에 이미 그 必要성과 重要性이 確定된 超電導化對象機器에 對해서는 先行研究를 기다릴 必要없이 研究를 遂行하고 未着手分野에의 超電導 適用이 指適되는 分野에 對해서는 Simulation 研究結果에 따라 그 開發順位를 決定한다.

3) 現超電導體(LTc, HTc)를 適用 할 수 밖에 없는 超電導化에 對備하기 爲해 極低溫實現維持技術, 安定化技術, 低溫構造, 材料 等の 研究도 遂行할 必要가 있다.

4) RTc 超電導化研究에 있어서 그 機能이나 運轉技法의 實驗的研究에는 現 LTc 材料를 利用 實行 한다.

5) LTc나 HTc 材料를 實用化 할 경우 現 여건 하에서도 그 價値가 充分히 있는 各種 센서 計測機 電子機器 等에의 應用研究도 支援할 必要가 있다.

6) 各種超電導應用 機器에 對해서는 電力系統에 있어서의 超電導化研究 方法에 準해서 遂行하도록 誘導하고 支援한다.

7) RTc 材料研究는 國家主力課題로 選定해야 하며 그 成果가 우리나라가 科學技術 一等國이 되고 經濟大國이 되는 길임을 감안 國家社會는 勿論 企

業 그리고 超電導關連 科學技術者들은 이의 成取를
爲해 協心努力해야 할 것이다.



이승원(李承院)

1923년 4월 30일생. 1947년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1956년 미국 Minnesota대 대학원 박사과정 수료. 1974년 공학박사(서울대). 1977~78년 당학회 회장. 과기처 원자력위원(비상임) 역임. 현재 서울대 공대 명예교수. 대한전기협회 부회장. 당학회 종신회원.