

化學工場에서의 電氣設備

李 龍 雲

(現代 엔지니어링·技術士)

머리말

化學工場의 電氣設備는 폴리프로필렌(Polypropylene)製造工場에 관련된 電氣設備에 대한 記述이다. 本工場은 年8萬5千톤 生産規模로서, 폴리프로필렌 生産을 위한 工程技術(chemical process)은 이태리(HIMONT社)의 最新工程으로 에틸렌을 主原料로 複雜한 工程을 통해 生産되어진다. 이 製品은 自動車用 범퍼 및 내장재, 산업용 및 가정용 전기전자 기기의 케이스 등의 製造原料로 사용되어진다. 여기서는 이 工場設備에 적용한 工場電氣設備에 관한 電氣詳細設計 內容에 대하여 기술코자 한다.

1. 工場概要

- 工場名稱：○○石油化學 PP製造設備
- 敷地面積：○○m²
- 建築面積：○m²
- 工程設計：이태리(HIMOT社)
- 基本設計：日本化學工業(株)
- 詳細設計：現代엔지니어링(株)

2. 電氣設備

2.1 電氣詳細設計의 개요

- (1) 危險物取扱 場所에서의 電氣設備의 安全性 確保
- (2) 受配電 電力의 供給信賴性 向上

- (3) 高周波 發生에 의한 障礙防止
- (4) 分散制御(DCS)方式에 의한 工場制御

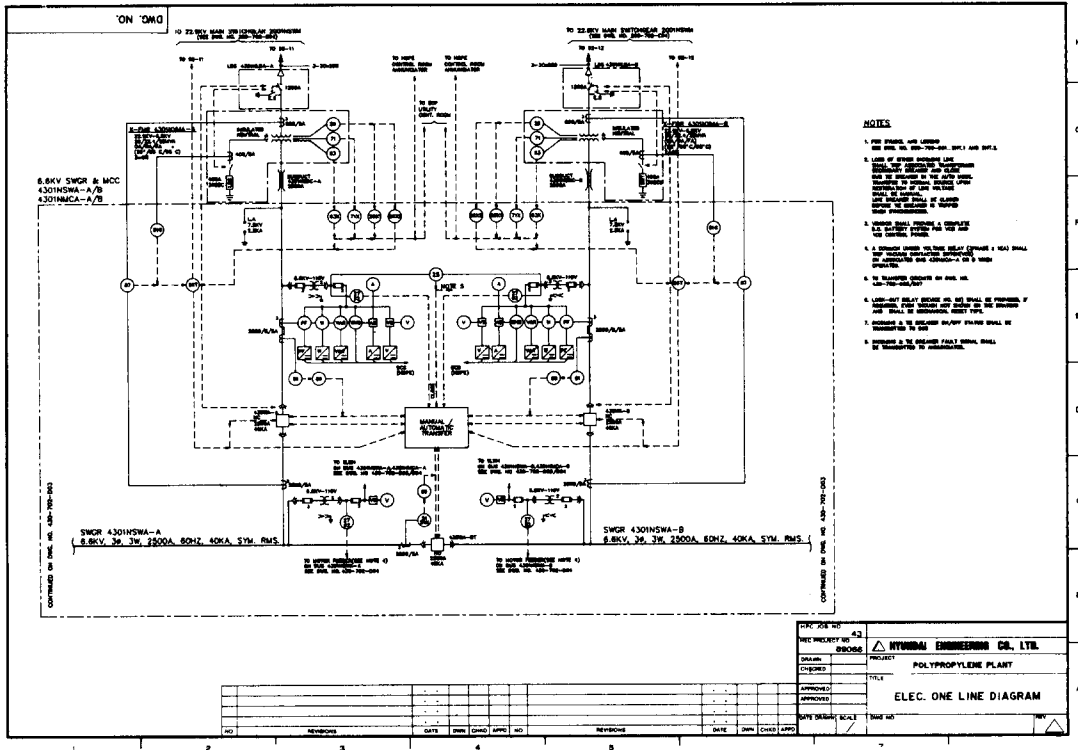
2.2 受變電 設備

- (1) 受變電方式의 構成

主變電所로부터 地中에 埋設한 地中管路(concrete duct bank)를 통해 22.9KV 2回線을 引入하여 供給信賴性을 向上시켰다. 主變壓器의 2次側은 單一母線 母線連絡 遮斷器付 方式(Secondary Selective System)으로서 各母線에 負荷를 分擔시켜 常時電力을 供給한다. 만약 1次側 引入線路 또는 變壓器에서 短絡事故가 發生하였을 때 ATS(Auto Transfer System)에 의해 事故가 發生한 線路를 즉시 遮斷하고 母線連絡 遮斷器(Tie Breaker)을 閉路시켜 負荷側에 安定한 電力을 繼續 供給시키는 方式을 選定하였다. (도면 1참조)

- (2) 受變電設備의 容量算定

一般的으로 化學工場에서의 負荷設備는 펌프, 壓縮機, 冷凍機, 送風機 또는 電熱器 등으로 構成되어진다. 이러한 設備의 負荷容量은 詳細設計 初期에 基本設計社로부터 入受되어진다. 入受된 負荷 리스트에 의해 受電容量을 豫備算定하여 詳細設計 進行過程中에 設備製作業體의 製作 사양서(Vendor Print)를 체크하여 실제의 負荷容量을 확정하였다. 또한 本工場에 適用된 配電方式이 Secondary Selective System이므로 2台的 變壓器를 使用하여 通상 各變壓器에서 總負荷容量의 50%程度씩 分擔시켜 運轉하나 한쪽 回線의 事故時 나머지 1台的 變壓器가 전체의 負荷를 擔當할 수 있는 容量으로 選定하였다.



도면 1. 단선 결선도

(5) 變電室의 位置選定

危險場所에 設置하는 電氣設備은 防爆構造이어야 하나 變電設備 등에 使用되는 機器는 故障時 큰 事故가 發生하므로 필히 變電設備은 非危險場所에 設置한다. 그러나 本工場의 敷地面積이 制限받아 危險場所에 관한 법규에 따라 變電室 바닥면을 지면으로부터 500mm 높이도록 하였다.

2.3 非常用 電源設備

停電時 非常用電源으로서 350KVA의 디젤 發電設備가 變電室內 設置되어 있다. 主電源의 供給이 중단되었을 때에도 化學工程상 필수적으로 運轉되어야 할 電動機, 非常燈, 無停電 電源供給裝置 및 配電盤의 操作用 直流電源裝置 등의 負荷에 電源을 장시간 공급할 수 있도록 하였다.

2.4 幹線設備

(1) 配電電壓

3 ϕ 6.6KV : 150KW 以上 電動機

3 ϕ 460V : 149.9KW 以下 電動機 및 溶接器用 電源

3 ϕ 380/220V : 照明, 電熱 및 Receptacle 電源

(2) 配線方式

工場內 配線方式으로서 直埋, 管路埋設 및 Cable Tray 등이 있으나 本工場에서는 Pipe Rack上段에 電氣 및 計裝用 Cable Tray을 設置하여 高壓, 低壓, 制御用 및 通信用 Cable을 關聯法規에서 定한 離隔거리를 띄어 포설하였다. 制御室(Control Room)內的 DCS(分散制御시스템) 및 計裝用監視 制御盤에 關聯된 制御Cable의 포설을 위해 Free Access Floor을 設置하여 향후 計裝設備의 增設 및 位置變更의 柔軟性を 確保하였다.

3. 特殊環境에서의 電氣設備 選定

3.1 化學工場에 特殊環境

工場電氣設備에서 고려하여야 할 사항으로 腐蝕性가스, 爆發性가스, 高溫 및 低溫 등이 있으나 本化學工場에서는 爆發性가스가 常存하는 爆發性雰圍氣 狀態下에 있다. 이러한 危險場所에 적합한 防爆電氣設備을 選定하기 위해서 工場에서 취급하는 可燃性가스 및 可燃性液體의 종류에 따른 發火度와 爆發등급을 確認하고 危險場所의 種別과 範圍를 決定을 하여 危險地域 區分圖(Hazadouse Area Classification Drowing)을 作成하여 危險地域에 適合한 防爆電氣設備을 選定한다. 本工場에서 적용된 CODE NFPA 497(Recommeded practice for classification of class)에 따라서 Class I, Devision I, II, Class II Devision II 地域으로 區分하였다(도면 2참조)

3.2 照明 및 Receptacle 設備

工場照明의 目的으로 安全의 確保 生産性 向上, 快適한 視環境을 들 수가 있다. 本工場 特殊環境의 地域으로 危險地域 區分圖에 따라 區分되어진 位置

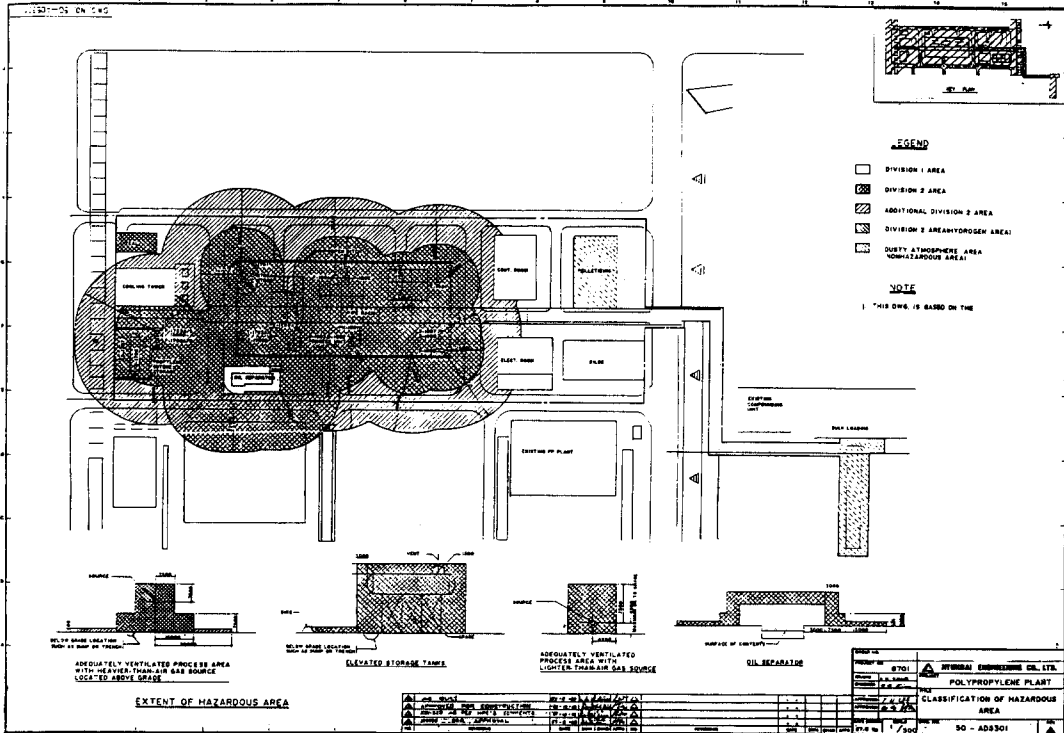
에 防爆型 照明 分電盤, 照明器具 및 Receptacle을 設置하였다. 停電時을 考慮하여 現場의 Contral panel, 계단 등에 防爆非常燈을 配置하였다. Control Room때는 DCS용 CRT 및 計裝用 Graphic Panel이 設置되어 運轉員의 눈부심을 방지하기 위해 照明器具의 選定과 配置에 신중을 기하였다.

3.3 通信設備

工場地域內的 工場設備運轉員과 制御室(Control Room)에 상주하는 要員과 相互 呼出 및 指示事項의 傳達을 위해 Paging 設備가 設置되었다. Paging 設備가 危險場所에 設置되므로 防爆地域에 適合한 防爆型 Paging設備는 全量 外國에서 輸入하여 設置가 되었다.

3.4 昇降機 設備

昇降機의 設置場所에는 爆發性粉塵이 常存하는 地域을 이 場所에 適合한 昇降機 設備의 選定時 考慮되어진 事項으로 Guide Rail의 Non Sparking 材



도면 2. 위험지역 구분도

電氣設備사례

質, Control Panel의 Fresh Air의 Pressurizing, 防爆 limit switch, Cage內的 排氣팬의 防爆型 電動機를 使用하였다.

3.5 防災設備

變電室의 面積이 할론(Halon) 設備設置 對象物에 該當되어 할론방출 設備를 하였다. 특히 할론設備에서 考慮한점은 非火災報를 防止하기 위하여 煙感知器와 差動式 感知器를 相互連動시켜 誤動作을 防止하도록 하였다. 本工場內에 爆發性 粉塵이 常存하는 建築物의 層高45~6m로서 이러한 높이에 設置하는 感知器로 煙感知器가 適合하나 感知器의 구조상 防爆구조가 不可하므로 防爆型定溫式 感知器를 設置하였다.

3.6 保溫設備(Heat Tracing)

工場內的 給水配管의 동과방지 및 化學工程上 必要한 溫度를 維持시키기 위해 保溫設備를 하였다. 여기에 사용된 設備는 防爆地域에 適合한 防爆型 Self Regulating Cable, Thermostarfer 및 Termination kit을 使用하였다. Heat Tracing Cable의 누전사고시 누전전류에 의한 爆發事故를 防止하기 위해서 防爆分電盤에 누전감도 전류 30mA의 누전遮斷器를 設置하였다.

4. 電氣防蝕 設備

工場에서는 地下에 埋設되는 配管과 地面에 設置되는 貯藏 Tank가 있다. 이러한 設備들은 長期間 放置하면 腐蝕을 일으키므로 이러한 腐蝕을 防止하기 위하여 電氣防蝕의 方法으로 犧牲兩極式(Sacrificial Anode Type)와 外部電源式(Impressed Current System)이 있다. 本工場에서는 防蝕 관리가 간편하고 經濟적인 外部電源式을 採擇하였다.

陽極(Anode)의 埋設方式으로는 制限된 敷地面積과 他施設物과의 간섭을 피하기 위하여 地下 수십 m, 以下에 埋設하는 (Deep Well) 방식을 選定하였다.

5. 工場電氣設備의 高周波對策

最近 에너지 節約과 電動機의 速度 조절용으로

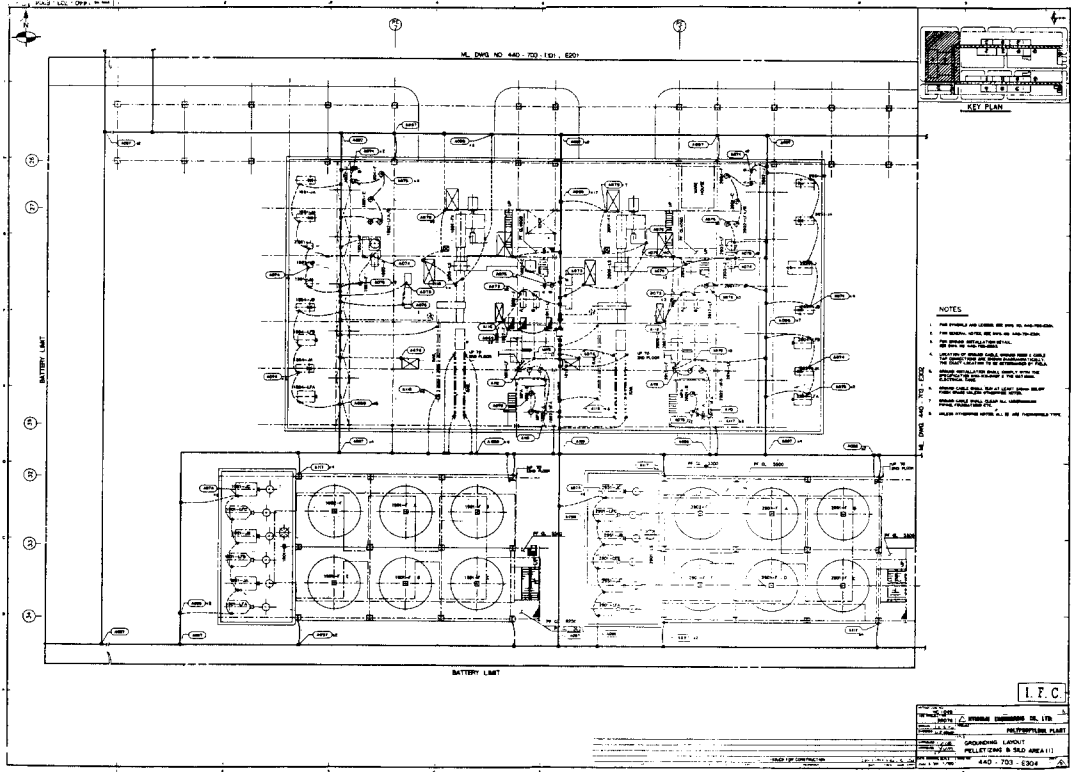
VVVF의 사용이 증가하는 추세에 따라 이들의 설비로부터 高周波가 發生하여 電源系統의 中性點接地線에 連結된 地絡 계전기의 誤動作, 電力用 콘덴서의 過熱, 發電機의 덤퍼권선의 過熱 등을 發生시킨다. 또한 計裝用 및 通信 Cable의 電磁誘導 障害, DCS System의 誤動作을 일으키는 것을 防止하기 위해, Inverter 入力側에 절연변압기(Noise Isolation Transformer)을 設置하고 Inverter 자체에는 高周波 제거용 Filter을 설치하여 電源에 流入하는 高周波를 最少限으로 제거하도록 설계시 반영하였다.

6. 接地設備

接地工事의 種類에 대해서 內線規程 第140節에 接地工事의 4種類에 대하여 詳細하게 規程하고 있다. 本工場의 電氣設備의 接地設備는 內線規程의 規則을 徹底히 適用하였다. 특히 接地事故 電流(Arcing Fault)는 爆發性가스가 常存하고 있는 地域에서 爆發性 가스의 爆發事故를 誘發한다. 또한 配管에 흐르는 流體의 帶電에 의한 靜電氣發生 또한 危險을 誘發하므로, 危險地域內에서의 接地工接地線에 連結하였다. 그러나 制御室內의 通信設備와 Computer 관련設備(DCS) 등을 위한 接地는 獨立接地 方式을 選定하여 工場內的 接地網과는 別途로 個別接地를 하고 電源系統 등에 事故電流가 波及되지 않도록 充分한 이격거리를 維持하였다(도면 3참조)

7. 工場電氣設備 設計를 위한 電算作業

CAD(Computer Aided Design)라는 말은 엔지니어에게 이젠 생소하지 않으리라 생각한다. 筆者가 勤務하는 엔지니어링사는 86年 事의 의미는 더욱 중요하다. 接地工事의 方法으로서 共通接地와 獨立接地 方式이 있으나, 電源系統 및 工場의 特性에 따라 決定된다. 共通接地를 使用하면 接地抵抗이 낮아지므로 接地事故나 落雷電流에 의한 電位上昇이 적으므로 工場電氣設備接地方式에 많이 사용되어지고 있다. 本工場은 工場全域에 主接地網(Main Grounding Loop)을 埋設하고 모든 電氣機器는 물론 Tank Steel Structure, Pipe Rack, Cable Tray



도면 3. 접지도

등을 共通初 CAD가 導入되어 部分的으로 配管圖書 作成에 使用하기 始作하였다. 初期에는 外國에서 莫大한 使用料를 支拂하여 使用하였으나, 最近에는 CAD용 Computer의 價格의 低下로 筆者의 事務室에도 십수대가 設置되어 있다. 本工場의 設計圖書를 作成하기 위해 물론 CAD가 사용되었다. 作成된 도서로서 單線結線圖, 電力配置圖, 照明配置圖, 通信 및 防災設備 配置圖, Sequence Diagram Cable Schedule 기타 設置詳細圖 등의 作成에 사용하였다. 電氣計算을 위한 作業으로서 短絡事故 電流計算, 大型電動機 起動時의 電壓降下, 照明計算 CABLE Size 등. 適用하였다.

8. 맺음말

우리나라의 70年代의 重化學工業政策에 따라 化學工場을 세우기 시작한 以來로 20年程度가 된다.

그동안 化學工場에서 發生한 安全事故는 수없이 많다. 最近의 國內의 某化學工場 爆發로 人命과 財產의 被害를 실로 莫大하다. 아직도 기억에 생생한 인도의 化學工場에서 발생한 爆發事故는 慘酷한 것이었다. 國內에서도 이러한 大型事故가 또 일어나지 않으리라는 保障은 아무도 할 수가 없다. 적어도 電氣設備의 事故로 인한 波及效果로 火災나 爆發事故를 防止하기 위해 化學工場 뿐만 아니라 特殊環境下에서 電氣設備의 選定에 慎重을 기해야 한다.

그러므로 本稿에서도 防爆電氣設備에 대하여 수차례 논하였다. 87年 12月에 産業安全 管理公團이 發足하여 工場設備에 關聯된 設計圖書는 設計審査를 거쳐야 하는 바, 設計時 關聯法規 및 code를 充分히 熟知하고 設計業務에 임하여야 할 것으로 思料되며 照明·電氣設備學會誌의, 紙面을 割惠하여 주신 編修委員님들께 심심한 感謝를 드립니다.