

□ 技術動向 □

世界各國의 電力系統制御所 紹介

— 에집트 國家制御센타의 設計와 結合 —

金 昌 茂* · 金 榮 漢** · 柳 洪 雨***

■ 차 례 ■

- | | |
|---------------------|--------------|
| 1. 개 요 | 5. 컴퓨터 시스템構成 |
| 2. 現在의 運用 | 6. 事業遂行 |
| 3. 系統運用問題와 NECC의 임부 | 7. 結 論 |
| 4. 應用프로그램 | |

에집트 國家에서 制御센타 (National Energy Control Center ; NECC)에 供給되는 컴퓨터시스템의 構成과 소프트웨어에 대하여 記述함과 아울러 現在의 運用과 制御上的 問題를 다루기로 한다.

NECC에 의해서 制御되는 에집트의 단일 電力系統은 14個所의 發電所와 85個의 500KV 및 200KV 送電線路로 連結되어 運用되고 있는 39개 變電所로 構成되어 있다. 電力系統은 5개 地域으로 区分되어 있으며 各地域에 대한 送電系統과 配電系統은 NECC와 分離된 SCADA시스템이 設置 될 것이다. 全電力系統에 대한 運用의 책임은 에집트 電力委員會(Egyptian Electricity Authority ; EEA)가 가지고 있다.

NECC의 機能은 需用家에게 良質의 電力供給과 供給信賴度 向上에 重點을 두고 있다. NECC가 完成되면 34대의 發電機가 自動發電制御(AGC)에 참여하게 되며 狀態推定機와 安全評價機能은 500/200KV 送電系統에 대하여 實時間으로 運用 될 것이다. 그리고 NECC에는 計劃과 分析에 使用될 광범위한 패케지가 供給된다.

에집트의 全電力系統은 그림 1과 같으며 500/200KV系統, 5개 地域이 分담하고 있는 各地域과 線路

潮流測定位置 등을 보여 주고 있다. 그림 1에서는 명확하지 않으나 모든 發電所의 MW, MVAR, 電壓은 測定監視되며 測定の 적절한 2重化로 安全評價 소프트웨어의 成功的 運用에 도움을 준다.

132, 66, 33KV 등의 電壓系統은 基本的으로 配電系統에 속하며 現단계에서는 NECC의 事業에 포함시키지 않고 있다.

500KV系統은 그길이가 800km이고 대부분 上部에집트에 있는 水力發電所와 北部에집트에 있는 火力發電所 및 負荷에 連結된다. 負荷가 집중된 北部系統의 總發電設備容量은 1,300MW인데 반하여 아스완댐과 하이댐이 있는 上部에집트의 아스완 한곳의 設備容量은 2443MW이다.

② 現在의 運用

그림 2는 電力系統의 전형적인 日負荷曲線을 보여 주며 北部와 上部에집트 地域의 各負荷曲線도 보여 준다. 이들 曲線에서 보는 바와 같이 北部에집트의 需要가 上部에집트 需要보다 2.5배 높고 기울기가 심한 最大負荷曲線을 가지고 있다. 最大負荷期間 동안에는 非經濟的인 運用임에도 불구하고 火力發電機에 의해서 電力이 供給되는데 이는 500KV系統의 安定運轉限界로 인하여 線路潮流가 600MW로 制限되기 때문이다. 이러한 理由로 水力發電所의 全出力稼動이 이루어지지 않고 있다. 負荷豫測은 필요한 安定幅을 갖고 長期間 最大로 水力을 활용하기 위해

* 正 會 員 : 韓國電力公社 發電部 自動給電課長
 ** 正 會 員 : 韓國電力公社 發電部 自動給電課長代理
 *** 正 會 員 : 韓國電力公社 技術研究本部 系統研究室 代理

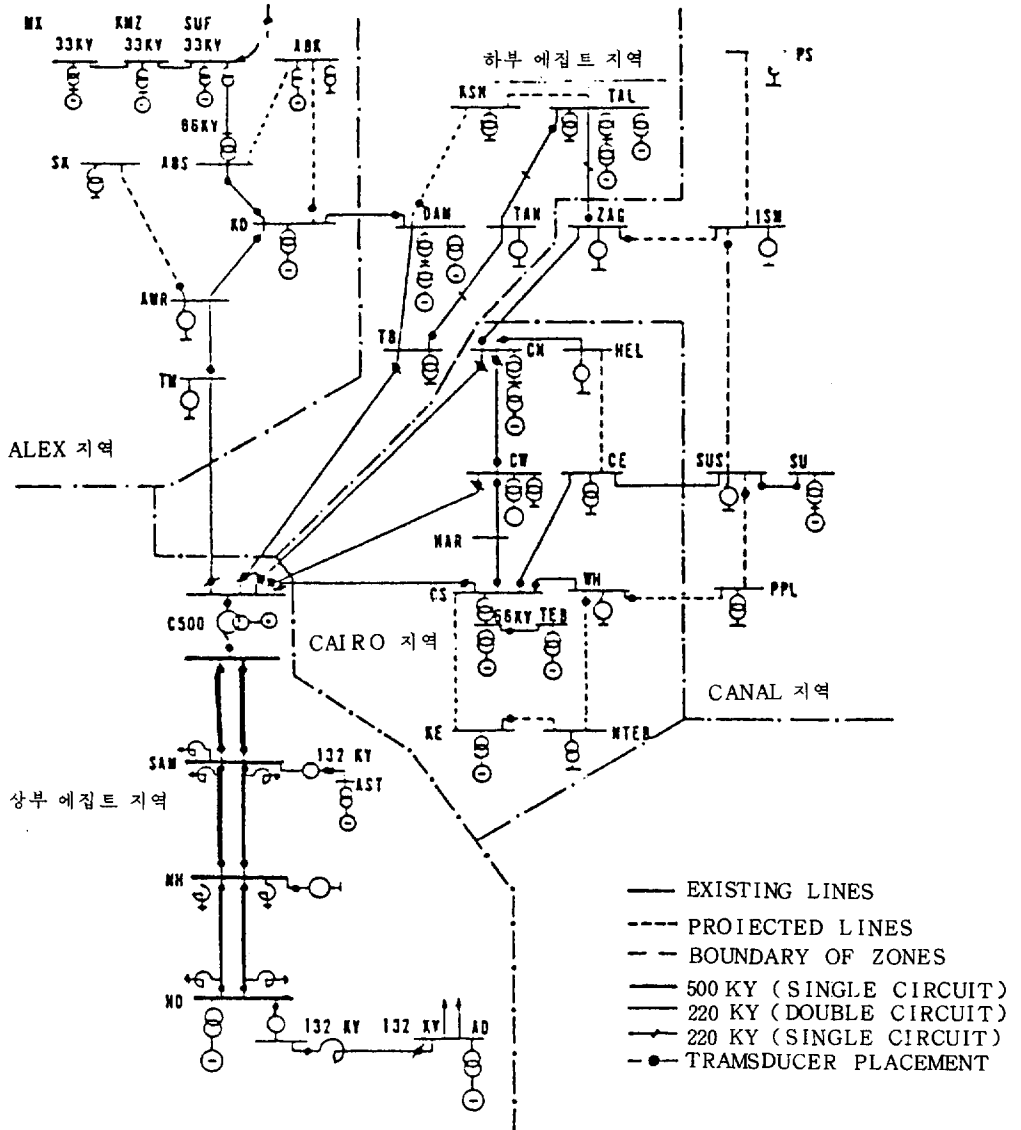


그림 1., NECC 제어를 받는 에집트 전력계통

서日間發電 및 運用計劃이 24時間前에 作成된다. 500 KV 系統故障과 다른 극한상황에 대처하기 위한 運用對策을 수립하기 위해서 오프-라인 潮流計算과 過度安定度프로그램이 6개월전에 完行되어 검토 될 뿐 아니라 必要 할때는 언제라도 재검토 된다. 系統 周波數制御는 하이댐 水力發電所에서 全電力系統에 대하여 手動制御를 行하고 있다. 電力系統의 電壓調整設備로서는 自動電壓調整機(AVR), 同期콘덴사, 負荷時 탬절환기가 있으며 이들에 대하여 現場에서 制御를 行하고 있다.

저주파수 계전기에 의한 自動負荷遮斷裝置가 全電力系統에 광범위하게 사용되고 있으나 全系統의 遮斷協助가 必要하다.

예상되는 電力需要 增加에 對備하여 600 MW 設備 容量의 原子力發電所 建設과 Qattara 水力發電所 建設이 計劃되고 있다. 그리고 하이댐으로부터 北部에 집트 까지의 500 KV 線路送電容量은 1000 MW 로 增加 될 것이다.

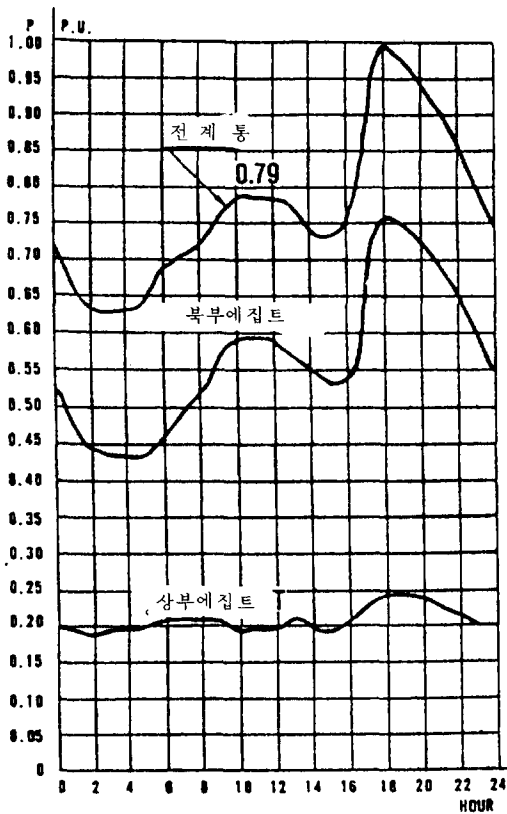


그림 2. 에집트전력 계통의 전형적 일부하곡선

③ 系統運用問題와 NEOC의 임무

에집트 電力系統의 負荷中心地는 大部分 北部에집트 地域에 있고 이負荷의 65% 以上이 上部에집트 地域의 하이댐 水力으로부터 500 KV 系統을 通하여 供給되고 있으며 앞으로 供給量이 더욱 增加 될 것이다. 정상 상태에서 500 KV 最大送電容量은 적절한 安全限界值內에서 運轉되도록 制限되고 있으며 線路의 一部가 故障수리로 運轉되지 못할 경우 상황은 극히 不安해 진다. 이러한 問題는 北部의 220 KV 系統에서도 經驗되고 있다.

NECC의 應用프로그램중 安全評價프로그램은 가정된 想定事故에 대한 電力系統의 安全度를 實時間으로 評價하고 系統內의 過負荷線路에 대하여 경보를 發生한다. NECC 소프트웨어를 使用하여 이에 대한 運用對策을 수립하고 實時間네트워크 모델을 使用하여 実行시켜 試驗한다. 이에 使用되는 대책들로서는 發電機出力 再割當, 차단기運用을 利用한 電力의 潮流方向 變換, 發電出力 차단 또는 負荷차단이

있다. 앞으로는 이들의 보호운용은 自動的이고 최적 상태로 수행 될 것이고 부하차단은 최종수단 으로부터 使用 될 것이다. 그결과 NECC로 인하여 運用신뢰도는 向上 될 것이다.

500 KV 系統에서 事故가 發生 할 경우는 2개의 단독계통 (北에집트와 上部에집트)으로 分離되므로서 北系統에서는 發電出力의 不足으로 動的에너지 불평형이 發生하게 되어 주파수가 떨어 질 것이다. 이 경우 北系統의 全地域 정전사고를 防止하기 위해서 저주파수로 인한 自動負荷遮斷裝置가 必要해 진다. NECC는 全系統 協助와 制御機能을 利用하여 이들 裝置의 수행능력을 向上시키고, 온-라인 運轉豫備力計算機能은 給電員이 系統分離狀態가 發生하였을 때 對備하도록 적절한 온-라인에비력을 확보하도록 해준다.

正常運轉期間동안 특히 아침電燈負荷가 걸리는 期間에 500 / 220 KV 系統에 不必要하게 無効電力이 수송되고 있다. 이에 대한 部分的인 교정방법으로 동기콘덴사, 병렬리액터, 부하시 탭절환 변압기와 발진여자계통의 自動電壓調整裝置들이 地域制御方法으로 結合되어 使用되고 있거나 NECC에 의한 無効電力制御의 全系統 最適化가 이루어 질 것이다. 이를 利用한 利得은 500 / 220 KV 系統에 대한 보수기간이나 負荷制限條件이 發生한 期間동안에 더많은有効電力을 흘릴 수 있는 것이다.

현재의 全系統制御는 하이댐 水力發電機를 利用, 手動으로 制御하고 있어 주파수 유지가 나쁜상태이나 이의 개선을 위한 NECC의 應用 소프트웨어에는 自動 發電制御 (AGC) 프로그램이 있다.

大部分의 정주파수제어는 하이댐 水力發電機에 의해 수행 될 것이다. 이는 北에집트地域의 캐스터빈과 火力發電機에 比하여 응답특성이 빠르고 運轉費用이 저렴하기 때문이다. 또한 最大負荷期間 동안에는 500 KV 系統의 安全送電容量으로 인하여 火力機들은 最大容量으로 運轉되므로 주파수 조정 참여가 不可能 하다.

하이댐 수력발전기들에 대해서 定態速度 變動率이 잘못 調整되어 있을 경우에는 1 Hz 보다 낮은 周波數로 500 KV 系統에서 電力의 振動이 發生된다. 이 振動을 억제하기 위해서 自動發電制御 파라메타의 온-라인 調整은 모든 調速機터빈 發電機에 대한 定態歸還루프利得을 調整하는데 重要的 역할을 한다. 이는 人間 / 機械連絡裝置를 통해서 시스템 運轉員이 이를 遂行한다.

氣象條件은 電力系統에 좋지않은 영향을 미친다.

즉 북쪽에서 남쪽까지의 큰 온도 변화와 계절적인 사막의 모래바람은 잦은 선로維持補修作業과 周期的인 絶緣体 청소작업을 必要로 한다. 이 結果 遮斷器의 많은 開閉操作이 發生하게 된다. 系統의 安全은 全系統의 遠方監視制御와 安全評價機能을 갖지 않고는 完全保證되지 않는다.

그밖에도 想定事故評價, 實時間네트워크모델 更新機能을 포함한 安全應用프로그램과 狀態推定프로그램이 있다.

狀態推定機 應用에 대한 模擬研究結果 다음을 얻었다.

- 1) 할당된 測定點에 대한 적당한 여유도는 1.56 이다.
- 2) 유효, 무효전력 測定의 98% 精確도를 위하여 電壓測定은 99%의 精確도를 가져야 한다.

現在の 記錄과 警報방법은 부정확하고 늦으나 NECC는 資料와 狀態變化의 記錄을 적절히 행하고 CRT 화면에 表示되는 內容을 利用하여 向上된 經濟發電計算을 遂行할 것이다.

경보는 發生하자마자 給電員이 즉시 認知하게 하고 그원인이 해소 될때까지 表示된다.

以上 說明한 內容으로부터 NECC는 電力系統에 대한 現在の 大部分의 技術的인 問題와 運用上的 問題를 감소시킬 뿐만 아니라 경우에 따라서는 제거하는데 도움을 주리라 생각된다.

4 應用 프로그램

電力系統에 있어서의 運用問題를 最少化하고 信賴性있는 電力供給과 함께 系統의 調整能力과 經濟性을 向上시키기 위하여 NECC는 넓은 범위의 應用프로그램을 포함토록하고 있다.

NECC에 대한 電力系統 應用프로그램은 다음의 5개항으로 나눌 수 있다.

가. 遠方監視制御 프로그램

디지털 資料取得과 制御, 監視와 警報, 系統盤 制御, 給電員 콘솔 制御, 畫面表示制御, 資料 및 事件記錄, 事故記錄과 運轉豫備力監視動作으로 構成된다.

나. 制御應用 프로그램

遮斷器制御, 自動發電制御, 經濟給電과 運轉豫備力 機能을 操作하는 프로그램이다.

다. 安全應用 프로그램

母線負荷解析, 狀態推定, 外部모델計算, 安全

解析, 네트워크 감도와 네트워크 等價機能으로 이루어진다.

라. 運用計劃 프로그램

短期負荷豫測, 水力發電計劃, 發電機 起動 停止와 給電員 湖流計算프로그램으로 構成된다.

마. 計劃 및 技術 프로그램

長期負荷豫測, 發電機 維持補修計劃, 生産費計算, 計劃潮流計算, 短絡回路計算, 過渡安定度, 動的 에너지 平衡과 信賴度計算 프로그램으로 構成된다.

5 컴퓨터 시스템 構成

應用소프트웨어 機能實行에 대한 컴퓨터시스템의 可動率은 電力系統의 停電없는 電源供給, 調整과 계속적인 安全點檢을 위하여 99.8%가 될 것이 요구된다. 이러한 목표를 성취하기 위하여 그림 3과 같은 시스템 構成이 선택되었다. 컴퓨터간 정보전송장치는 시스템내에있는 컴퓨터간에 12개의 兩方向 資料通路를 갖는다.

一般的으로 主컴퓨터 (Primary)는 온-라인 機能을 遂行하고 後備컴퓨터 (Back-up)는 배치처리

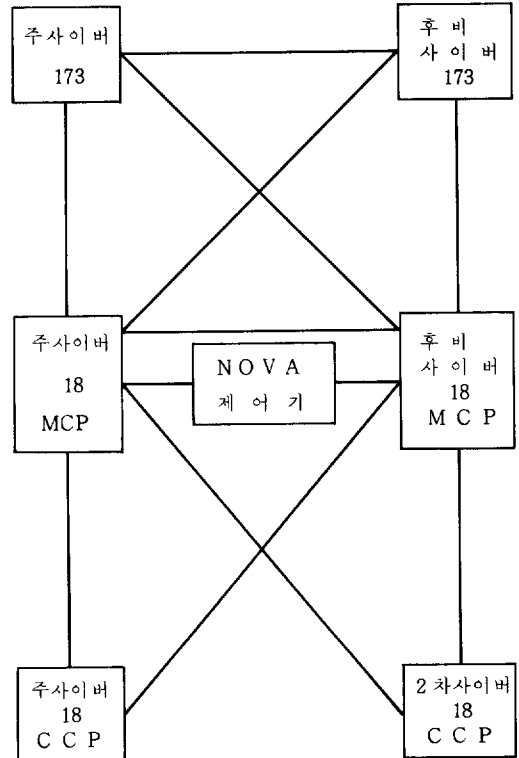


그림 3. NECC의 컴퓨터 구성

에 使用된다. 安全應用 프로그램은 CDC 사이버173 컴퓨터에서 遂行된다.

資料取得 네트워크는 사이버 18 컴퓨터 (Quad)에서 制御되며 2대의 前端通信制御 프로세스(Front-End Communication Control Processors:CCP)는 遠隔所裝置로부터 폴링 (Polling)과 資料取得을 制御하기 위해서 通信채널 아답터에 結合된다. 또한 CCP는 資料變換, 限界值點檢, 狀態變換등과 같은 機態을 遂行하며 그대의 CCP만이 주프로세스로 정의되어 資料取得機能의 監視와 制御에 대한 책임을 진다. 다른CCP는 주CCP의 後備로써 作用하고 쉬는 (Idle) 상태로 있게 된다. 그리고 주CCP가 故障이 發生하면 自動切贊되어 주CCP에 할당되었던 임무를 遂行한다.

나머지 주제어프로세스 (Master Control Processors : MCP)는 制御센터내의 資料取得裝置에 直接 結合되며 自動發電制御, 經濟給電制御 그리고 定周波數制御등과 같은 機能에 대한 應用프로그램과 人間/機械連絡裝置를 制御한다.

通信回線은 2重處理結合制御機 (Dual Process Interface Controller : PIC), 한개의 채널아답터, 그리고 한개의 變復調機/라인스위치로 構成된다. 2重PIC當 最高 8개의 채널아답터와 채널아답터당8개의 通信回線이 連結된다. CCP로부터 遠隔所裝置에의 通信은 遠隔所別로 割當된 주채널아답터/변복조기와 2차채널 아답터/변복조기를 經유하여 通信回線을 通하여 이루어진다. 만약 通信이 割當된 주장치에서 故障이 發生하면 自動的으로 2次裝置에서 資料取得을 계속한다. 이는 기활당된 遠隔所로 인하여 더많은 정보가 2次裝置에서 이루어지기 때문에 이 2次裝置에 割當되어 運轉되는 遠隔所裝置에 대한 주사 (SCAN) 기간은 길어진다.

NOVA 컴퓨터는 사이버 18 컴퓨터의 入出力負荷를 감소시키기 위해서 人間/機械副시스템으로 使用되어 入出力制御를 행하고 資料變換, 畫面表示形式作成, 초기자료 입력의 타당성 검토, 그리고 運用員의 지령을 處理하는 프로세스이다. 이에 부가하여 形式作成, 타이핑처리 그리고 動的資料의 狀態情報도 NOVA에서 作成되고 維持補修된다. 이는 處理表示動作에 대하여 사이버 18을 效果的으로 利用하기위한 設備이다.

컴퓨터시스템의 이러한 構成은 하드웨어 故障으로 인한 電力系統의 信賴性있는 運用과 보다좋은 稼動率을 갖도록 하기 위해서 선택되었다.

6 事業遂行

事業은 制御와 通信設備에 대한 턴-키시설공급자에 의해서 미국의 용역회사와 EEA를 통해서 遂行되고 있다. 그림 4는 NECC事業 粗織間의 關係를 보여 준다. NECC가 設置될 빌딩과 이와 관련된 設備의 확장 그리고 이設備의 設置는 에집트내의 副契約者에 의해서 遂行된다. 시스템의 성공적 遂行을 위하여 11,200여km² 떨어져 있으며 6~8시간의 時差를 갖고 있는 各國會社들간의 긴밀한 協助가 必要하다. 高度의 技術과 광범위한 設備 및 소프트웨어 供給이 設備供給者, EEA 그리고 용역회사의 주요임무이다.

20名以上の 에집트 技術者가 EEA에서 시스템의 運用과 維持補修를 지원할 수 있도록 하기 위해서 시스템 開發期間동안 美國에서 訓練받는다. 그러나 이러한 訓練은 現在의 시스템 運用과 새시스템의 건설 및 設置감독을 지원하는데 있어서는 美國에서의 訓練期間동안은 EEA에 대단히 짐스러운 것이다. 시스템의 建設은 1979년초에 始作되어 設置段階로

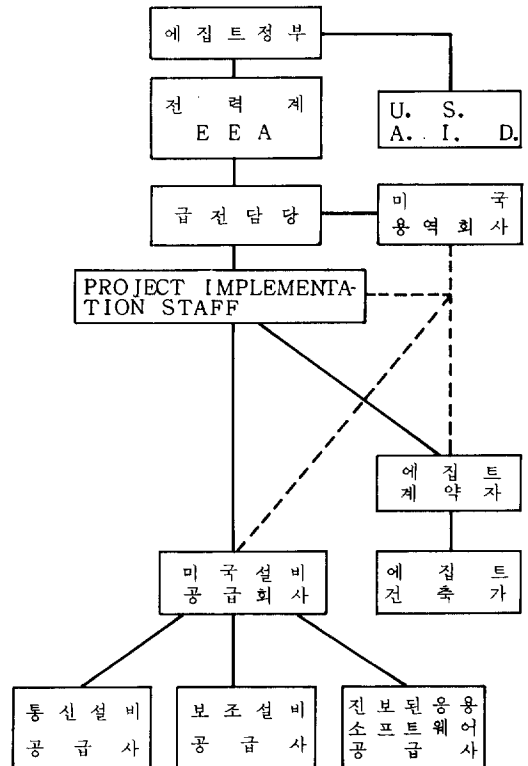


그림 4. 사업추진 조직 (실선은 계약과 관련된 내용표시)

써 1981년까지 繼續되고 시스템 調整試驗이 1981년말부터 始作되어 1982년까지 繼續된다.

㉑ 結 論

여기서 에집트의 NECC에 대하여 說明하였으며 주요 技術的인 問題와 運用上의 問題 그리고 NECC가 이들 問題를 어떻게 해결 할 것인가 하는 方案이 검

토되었다. 이問題들은 長期間을 통하여 크게 상호연계되면서 단일화된 系統으로 자라난데 반하여 보다 낮은 安全運用으로 진전된 電力系統에 대하여 고려되었다. 說明된 소프트웨어 機能과 컴퓨터 構成은 에집트의 단일 電力系統에 대한 制御와 信賴度監視, 安全運轉을 성취하기 위하여 제안되었던 것이고 事業遂行은 그와 같은 事業의 전형적인 粗織과 이들의 相互關係를 說明하였다.