

出國報告（出國類別：實習）

（
裝
訂
線
）

配電工程減少工作停電施工機具及施工法

服務機關：台灣電力公司
出國人 姓 名：廖喜堂
職 稱：電機工程師
派赴國家：韓國、日本
出國期間：96 年 10 月 14 日至 27 日
出國計畫：96 年度第 25 號
報告日期：96 年 12 月 4 日

出國報告審核表

出國報告名稱：研習配電工程減少工作停電施工機具及施工法		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
廖喜堂	電機工程師	配電工程隊
出國期間：96年10月14日至96年10月27日		報告繳交日期：96年12月04日
出國計畫主辦機關審核意見	☒ 1.依限繳交出國報告 ☐ 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) ☐ 3.內容充實完備. ☐ 4.建議具參考價值 ☐ 5.送本機關參考或研辦 ☐ 6.送上級機關參考 ☐ 7.退回補正,原因: ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 ☐ 內容空洞簡略 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: ☐ 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☐ 9.其他處理意見及方式:	
層轉機關審核意見	☐ 1. 同意主辦機關審核意見 ☐ 全部 ☐ 部分_____ (填寫審核意見編號) ☐ 2.退回補正,原因: _____ ☐ 3.其他處理意見:	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：	單位 主管：	主管處 主管：	總經理 副總經理：
------	--------	---------	-----------

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：研習配電工程減少工作停電施工機具及施工法

頁數 51 含附件：☒是☐否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

廖喜堂/台電公司/配電工程隊/電機工程師/23667568

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☒4 實習☐5 其他

出國期間：96 年 10 月 14 日至 27 日 出國地區：韓國、日本

報告日期：96 年 12 月 4 日

分類號/目

關鍵詞：無停電施工技術、配電自動化系統、截線施工法

內容摘要：(二百至三百字)

1. 瞭解韓國電力公社及日本東京電力株式會社在配電工程無停電施工技術之發展現況，參考其施工技術與經驗，引進其減少停電(或無停電)高壓旁路施工技術之新施工法及新機具設備，並研訂適合本公司配電工程之施工規範，並將此觀念推廣至各區營業處之配電工程承攬商，以期降低工作停電次數及工作停電時間，進而提昇本公司之供電品質。
2. 本公司正面臨電業自由化的市場競爭及民營化的轉型挑戰，極需藉由觀摩研習的機會瞭解韓國電力公社及日本東京電力株式會社，在面對大眾對電力日益嚴格之需求及提供「穩定而可靠」供電品質之因應對策，以作為本公司學習與借鏡。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

壹、 出國任務與目的	4
貳、 出國行程	5
參、 感想與建議	6
肆、 報告內容	7
一、 韓國電力公社	7
(一) KEPCO 組織圖	7
(二) 人力資源	8
(三) 配電系統型態	10
(四) 減少停電對策	10
(五) 配電自動化系統	11
(六) 無停電施工法	11
二、 日本東京電力株式會社	12
(一) TEPCO 配電系統組織	12
(二) 配電系統型態	12
(三) 配電自動化系統	12
(四) 配電工程發包制度	12
(五) 減少停電對策	13
(六) 無停電施工法	14
伍、 附件資料	15

壹、出國任務與目的

由於經濟持續不斷的成長、工商業活動發達、人民生活水準提昇且重視休閒活動，因此大眾對電力之需求逐漸要求須提供「穩定而可靠」之供電品質。本公司有感於此趨勢之發展，除於各年度依計畫執行配電系統擴充，增加供電容量、強化負載轉供能力外，亦積極推行饋線自動化工程，期能藉由自動化系統即時掌握系統之運轉狀態，在遇配電線路發生事故時，可輔助調度人員迅速處理事故，有效縮短停電時間及範圍。本公司為提昇供電品質及供電可靠度，正積極朝降低工作停電次數及工作停電時間之目標努力，以提供更優質電力及服務品質予本公司 1174 萬用戶。藉由觀摩東京電力株式會社、韓國電力公社在配電工程之施工技術與經驗，引進其高壓旁路施工技術之新施工法及新機具設備，研訂適合本公司配電工程之施工規範。

貳、出國行程

出國行程表

日期	地點	工作紀要
10月14日	台北—首爾	往程：搭乘長榮航空 BR160 班機飛往韓國仁川機場再轉車至首爾
10月15日 10月17日	首 爾	1. 赴韓國電力公社架空配電組研討配電線路無停電施工之經驗。 2. 參訪大韓電氣協會附設電氣員教育訓練院，觀摩教育訓練場地、設備及訓練演練。 3. 赴韓國電力公社 by-pass system 施工工具供應廠 PYUNGIL 公司研討無停電施工應用技術。
10月18日	首爾—東京	行程：搭乘大韓亞航空 JL952 班機飛往日本成田機場再轉車至東京
10月19日 10月26日	東 京	1. 參訪東京電力株式會社配電部，研討配電線路無停電施工之經驗。 2. 參訪東京電力株式會社 by-pass system 施工工具供應廠 FUJIKURA 公司研討無停電施工應用技術。 3. 參訪 FUJIKURA 公司無停電施工旁路電纜廠。
10月27日	東京—台北	返程：搭長榮航空 BR2195 班機飛回台北

參、感想與建議

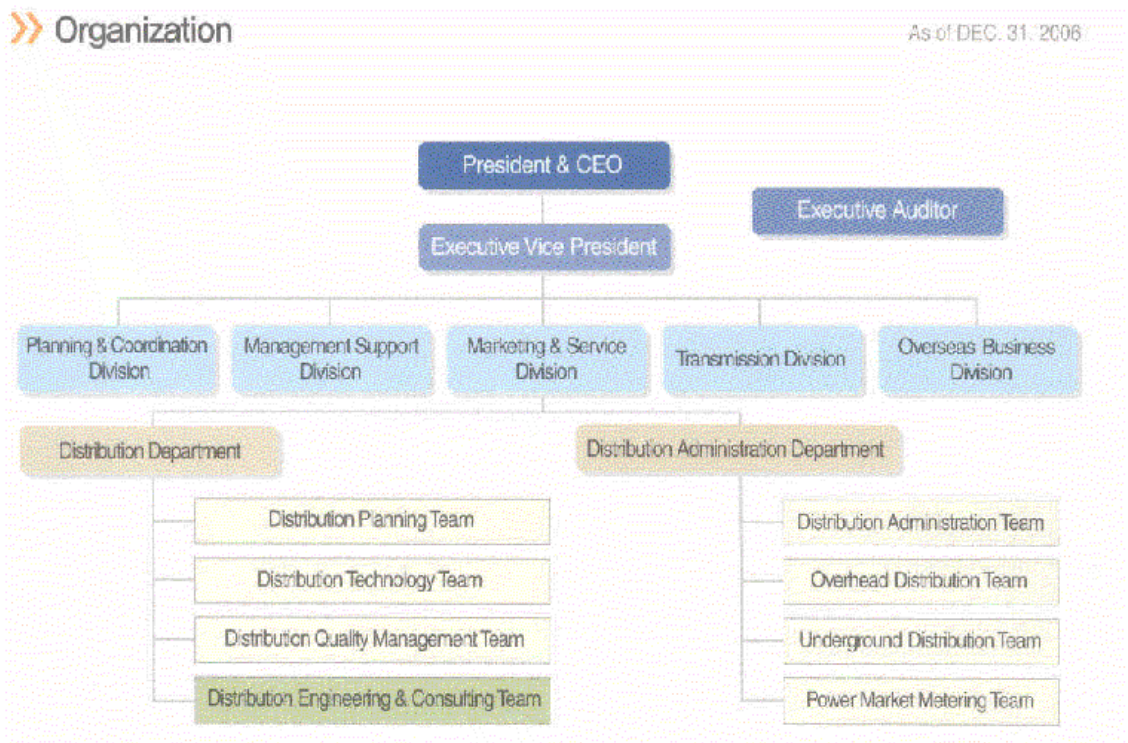
- 一、世界各國為了確保國家競爭力，不斷的研究提昇其技術能力，電力事業的環境也隨著產業高科技化及國民生活水準的提升，更加要求高品質、高信賴度的電力供應。鄰近國家韓國電力公社之配電線路工作停電時間約為 9.2 分/戶年、事故停電時間約為 9.5 分/戶年(2006 年)，東京電力株式會社工作停電時間約為 2 分/戶年、事故停電時間約為 7 分/戶年(2004 年)，本公司之配電線路工作停電時間約為 21.55 分/戶年、事故停電時間約為 7.72 分/戶年，可見本公司在工作停電方面仍有改善的空間。
- 二、韓電及東電在饋線自動化系統發展技術足供本公司參考，韓電自 1990 年著手開發饋線自動化系統，研究小型配電饋線自動化系統，以至 2006 研發具故障偵測、隔離及復電功能之配電自動化系統等技術，目前約完成 30%，計劃至 2010 年完成 50%。東電則於 1990 年至 2000 的 10 年期間在各事業所有計劃地引進配電自動化系統，已建置完成約 200 條饋線常閉環路系統，且以自動化饋線數佔總饋線數量之比例計算，目前完成約 99.9%。此為該等公司遇配電線路發生事故時能迅速處理事故恢復供電，有效縮短停電時間及範圍之最大利器。
- 三、韓電及東電運用無停電施工作業技術以減少工作停電時間，東電從 1980 年代即著手研究高壓旁路施工方法，與配電工程承攬商及工具材料製造商組成 30 人研究團隊，期間透過不斷的改良，制定了施工標準及研發施工機具後，1985 年開始正式要求承攬商推行旁路施工方法等無停電施工方法，大幅度縮短了作業停電時間，從 1990 年起工作停電時間一直維持約 2 分/戶年；韓電自 1995 從日本引進無停電施工技術後，為使無停電施工作業發揮施工效率與品質，於其訓練中心配置各項無停電施工設備，用以訓練該公司員工及承攬商之無停電施工技術。

- 四、活線作業施工法是無停電施工法中最有效率的，且施工費用最低廉，因此是實施無停電施工法時最積極採用的。高壓旁路電纜(bypass cable)施工法需考量施作環境，以市郊空曠區施作最多，市區則已規劃完善的環路型(loop)配電線路系統進行轉供，更換變壓器則儘可能採行移動變壓器施工法。
- 五、為使施工者熟悉無停電施工作業之施工機具及施工步驟，俾便於施工現場發揮施工效率與品質，及確保施工者之安全，建議應於本公司訓練中心開設無停電施工作業訓練班，訓練中心亦應備有無停電施工機具設備，以供受訓學員學習使用。

肆、報告內容

一、韓國電力公社

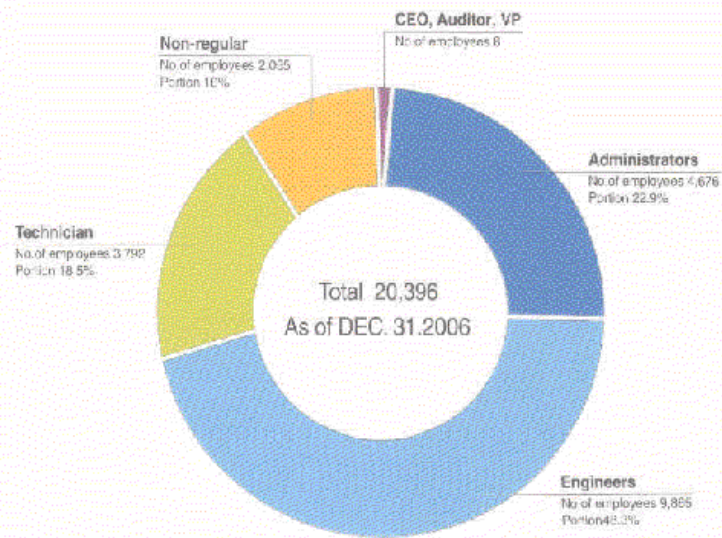
(一) KEPCO 組織圖 (參考下圖)：



1. KEPCO 有 39 個一級單位及 208 個二級單位，總共 247 個單位。
2. 至 2006 年底 KEPCO 員工總數 20396 人：CEO 共 8 位、行政人員 4676 人 (22.9%)、工程師 9865 人 (48.3%)、技術人員 3792

人 (18.5%)、約聘人員 2055 人 (10%)。

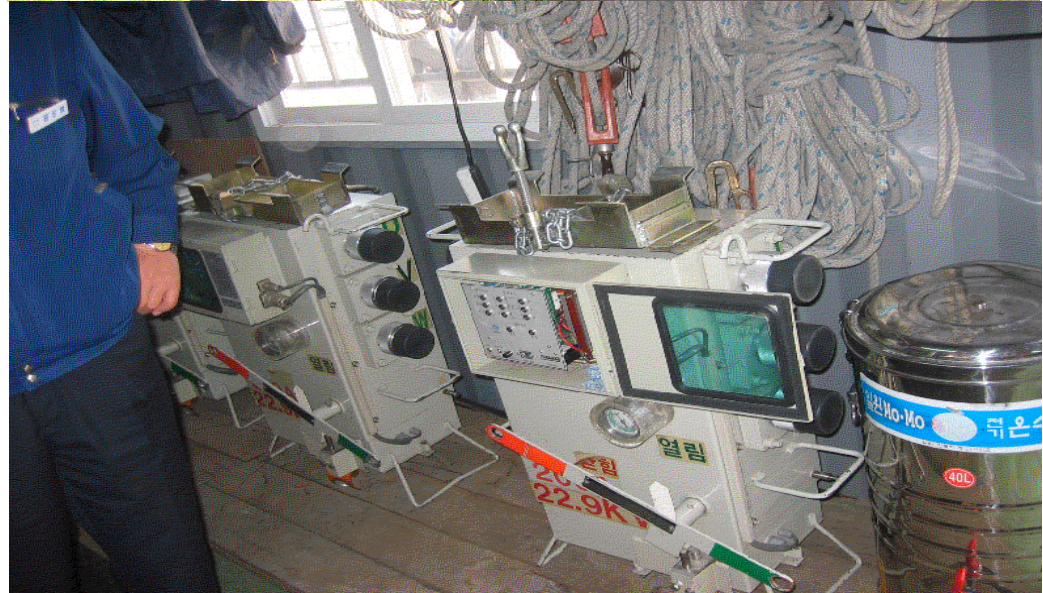
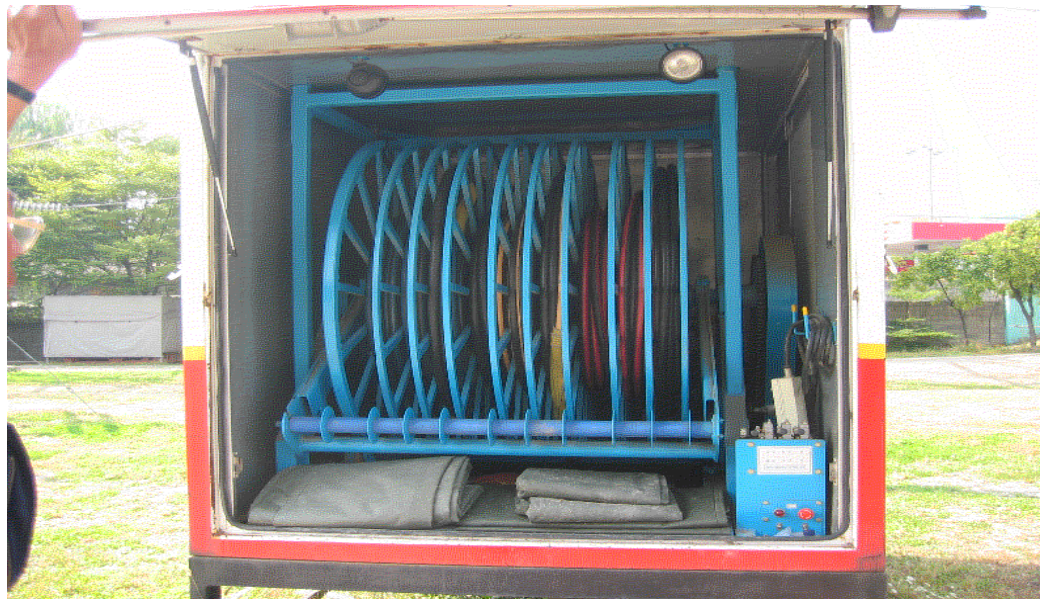
Personnel



(二) 人力資源

KEPCO 的中央教育院對新進員工的訓練課程：所有新進員工必需完成新進訓練課程（三週），另外必需完成基本工作訓練課程（二週或以上）。訓練中心除備有教育訓練教室及實習場地外，均設有展示室展示相關器材之演進(如電錶、變壓器、開關、安全工具及施工工具等)，及目前常用之配電設備，以供受訓學員學習使用（如下圖照片）。





(三) 配電系統型態

1. KEPCO 從 1971 年開始進行改壓工作，配電線路一次電壓為 22.9KV-Y 多重接地系統，二次電壓採用 3 相 4 線 220/380V 供電，目前為止韓國電力公社之一般用戶已 100%改壓，均採 220/380V 供電。
2. 架空配電為樹狀多點連絡型態；地下配電為主幹線可多點連絡，線路上多數為四路開關，一路(主幹)LBS 引入，一路(分歧)CB 引供至負載，另二路(主幹)LBS 引出，與其他饋線作常開連絡。
3. 韓國電力公社之配電線路其電桿高度大部分為 16 公尺，每隔 3~4 檔有一組雙終端及大多裝設三相負載啟斷開關。電桿兩端之被覆線均預留有一接線環，以供引接電源或作為線路施工時接地使用，如此便不須每次施工時剝除被覆線之外被。

(四) 減少停電對策

1. 工作停電：韓國電力公社過去 20 年間在減少工作停電上做了相當大的努力，在配電線路不只運用新的工作技術外，還採用預防性的維持供電技術，例如：活線作業和發展無停電施工法，透過這些努力，2006 年工作停電時間已減少到每年每戶約 10 分鐘。

» Main Indices

Item	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
SAIDI(min/cus.yr)	24	22	25	22	21	20	19.7	18.9	18.6	18.6
Scheduled	11	10	15	13	12	11	10.6	10.0	10.0	9.2
Unscheduled	13	12	10	9	9	9	9.1	8.9	8.6	9.6
Voltage Compliance Ratio(%)	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
Distribution Loss Rate(%)	1.83	1.68	1.83	1.79	1.75	1.80	1.76	1.78	1.77	2.19
T & D Loss Rate(%)	4.85	4.90	5.00	4.71	4.50	4.48	4.43	4.46	4.51	4.02

2. 事故停電：為了減少無預警事故停電的發生，韓國電力公社採用紅外線熱能影像來偵測溫升點及利用超音波洩漏電流量測儀器預防事故發生，此外採用複數連絡點配電系統，使發生停電事故時能迅速隔離故障點並恢復故障點以外區域供電，及發展全國性配電自動化系統大幅的減少停電區域和停電時間。

(五) 配電自動化系統

1. 利用遠端監視和遙控裝設在配電線路上的開關，當事故停電發生時，迅速隔離故障區段，縮小停電範圍。此系統能有效改善供電可靠度、節省勞力、提昇工作效率。以自動化開關數量佔總開關數量之比例計算，目前約完成 30%，計劃至 2010 年完成 50%。
2. 以饋線 SCADA 及 FDIR 功能為主，由電腦自動判斷事故區間(故障區段前之開關會以閃爍方式表示其故障旗標)，再由調度員於電腦上進行操作開關隔離及復電操作，上述 FDIR 程序須於 5 分鐘內完成，不計入可靠度停電計算時間。

(六) 無停電施工法

1. 無停電施工是一種新的施工技術，當在寬闊的工作環境更換電纜線、變壓器或電桿時，可利用移動式變壓器施工法、旁路電纜施工法和旁路開關施工法等方式改善工作停電時間，韓電提供其承攬商有關活線作業和無停電施工作業之標準作業程序書、安全作業標準、工具設備管理辦法，並且負責教育訓練。
2. 韓國電力公社之配電線路施工，大部分交由承攬商施工，施工人員要接受相關課程及訓練，測驗合格後方能取得架空配電技術執照、地下配電技術執照、活線工作執照等相關證照。為使無停電施工作業發揮施工效率與品質，減少作業停電時間及確保施工者之安全，於其訓練中心配置各項無停電施工設備，用以訓練該公司員工及承攬商(受訓期間約 4 個星期)。
3. 目前韓國電力公社約有 1000 個配電線路施工承攬商，承攬商於年度開始時均須由韓國電力公社依規定審核其資本、施工機具設備及施工人員數等項目，如經審查合格則登錄為合格承攬商，為鼓勵其承攬商購買施工機具設備(旁路電纜車、旁路開關及移動變壓器車)，目前其承攬契約已由 1 年期限提高為 2 年。為鼓勵其承攬商購買施工機具設備(旁路電纜車、旁路開關及移動變壓器車)，目前其承攬契約已由 1 年期限提高為 2 年。

二、東京電力株式會社

(一) TEPCO 配電系統組織：

東京電力株式會社（簡稱“東電”）創立於 1951 年，是一家集發電、輸電、配電於一體的巨型電力企業。資產總額達 14 萬億日元，員工人數 4 萬餘人，日本東京電力株式會社是日本九大電力公司之一，也是世界上最有名的電力公司之一。總公司「配電處」，設有 6 個組(配電規劃組、配電工程組、配電管理組、配電運轉維護組、安全管理組、系統管理組)及 1 個配電設備工程中心，配電設備工程中心(設 4 組)，負責配電工程施工發包等事宜，全東電共設有 10 營運支店、45 服務中心、67 運轉控制中心。

(二) 配電系統型態

1. 採用 3 相 3 線非接地系統，架空高壓線路 6.6kv 佔比約 96%、22kv 佔比約 4%，地下高壓線路 6.6kv 佔比約 5%、22kv 佔比約 95%。
2. 東京電力採用多分割多連接方式：架空配電系統線路採用 6 分割 3 連接方式，地下配電系統線路採用 4 分割 2 連接方式。

(三) 配電自動化系統

1. 1990 年至 2000 的 10 年期間在各事業所有計劃地引進配電自動化系統，已建置完成約 200 條饋線常閉環路系統，自動化之實施範圍以幹線為主，少數地下分歧納入自動化，其餘大多數之分歧未實施自動化。以自動化饋線數佔總饋線數量之比例計算，目前完成 99.2%。
2. 架空及地下自動化系統仍沿用早期之順送系統，事故發生後，藉由 FCB 之試送(1 次)及開關動作情況判斷故障區段，以閉鎖開關(不再順送投入)方式隔離，再由電腦自動執行，上述 FDIR 程序可於 1 分鐘內操作完成，不計入可靠度停電計算時間。

(四) 配電工程發包制度

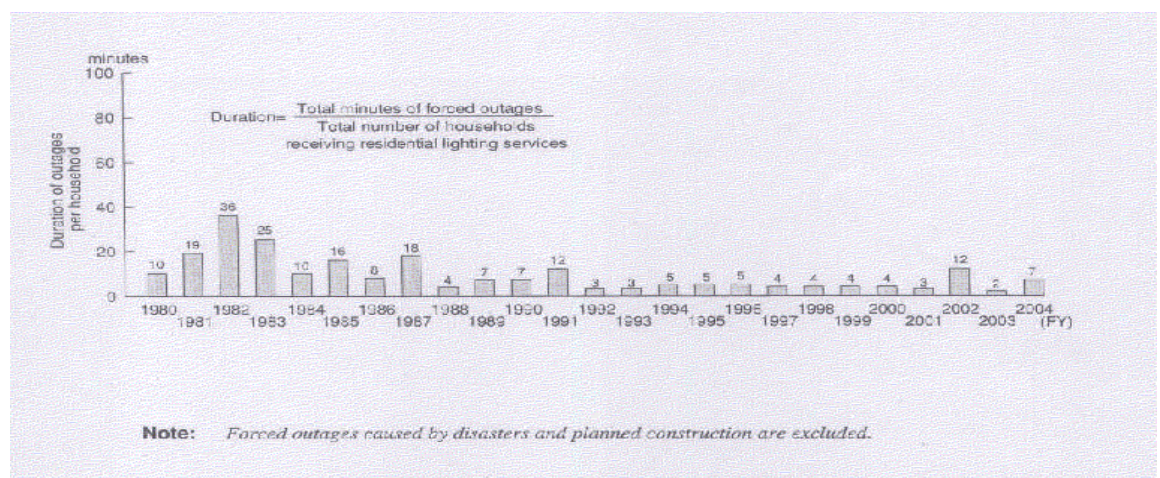
1. 東京電力公司為民營公司，對於工程承攬商資格之限制甚為嚴格且其工程發包具有自主性，工程契約以議價及投標方式來承攬施工之公司。東電公司 70% 之工程均以議價方式交由外線承攬商關

電工公司（東電佔有該公司的股份）施工，其餘 30% 工程，部份交由東京電力配電協會承攬，配電協會再交由其會員公司（共 25 個分社）施工，東電自行施工(維護、搶修工程)約僅 3%。工程承攬契約期限為 1 年，每年 4 月份由東電公司資材部，參考關電工公司前 1 年之營業利潤及施工量進行議價。

2. 東電對於配電工程承攬商係採登錄審查制，配電工程承攬商依工程內容及條件，需至東電販賣事業部或支社登錄審查。從事現場施工人員須取得認證，認證等級共分 A、B、C 三級，A 級認證由東電公司總部核發，B、C 級認證由東電公司分支店核發，從事無停電施工人員需擁有 B 級認證資格。

(五) 減少停電對策

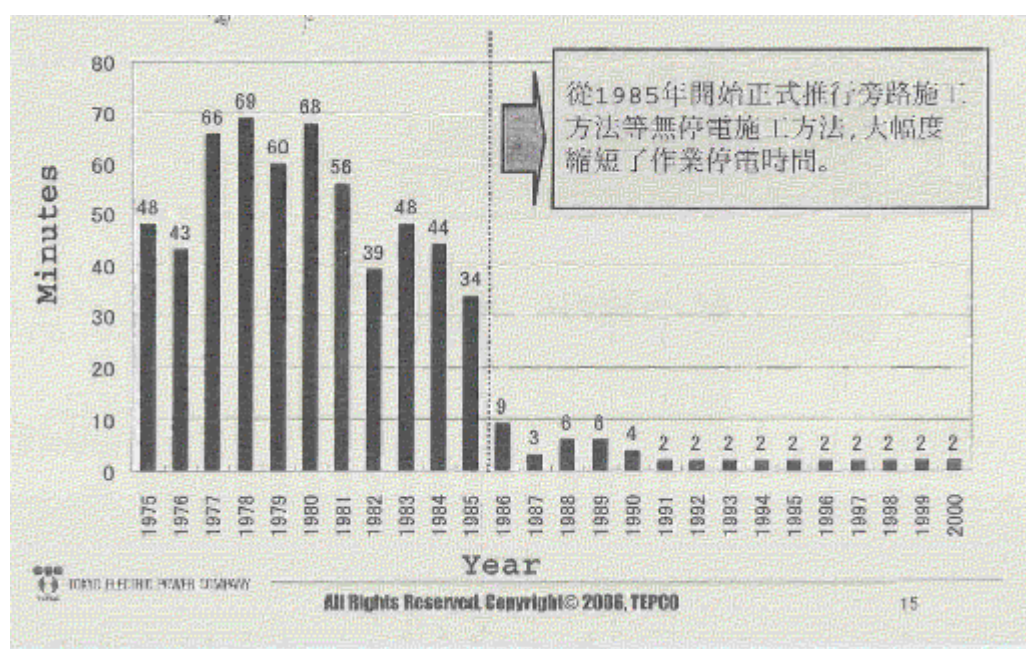
1. 東京電力株式會社對 6kv 配電系統採用定時式事故搜查方式。事故短路、接地等繼電（OCR, DGR）動作一分鐘後，各區間循序漸進進行再輸電的系統，再次送電後又檢測出故障點，此時定義為停電事故。
2. 事故區間以外，利用配電自動化系統（DAS）自動事故復原，事故區間由配電維護人員緊急出動現場進行事故修復作業（之後再安排事故點電纜以及附件的更換施工）。
3. 停電的定義：以民生用電（高壓用戶除外）每年每戶停電時間及次數為計算標準，每半年向經濟產業省提報。



- (1) 事故停電時間 SAIDI = (事故停電時間 × 停電戶數) ÷ 總用戶數。
 工作停電時間 SAIDI = (工作停電時間 × 停電戶數) ÷ 總用戶數。
 目前東電事故停電 SAIDI 約 7 分鐘 (如上圖, 2004), 工作停電 SAIDI 約 2 分鐘。
- (2) 事故停電次數 SAIFI = (事故停電次數 × 停電戶數) ÷ 總用戶數。
 工作停電次數 SAIFI = (工作停電次數 × 停電戶數) ÷ 總用戶數。
 目前東電事故停電 SAIFI 約 0.04 次, 工作停電 SAIFI 約 0.16 次。

(六) 無停電施工法

- 由於經濟持續不斷的成長、工商活動發達、人民生水準提昇且重視休閒活動，東京電力公司有感於此趨勢之發展，從 1980 年代即著手研究高壓旁路施工方法，與配電工程承攬商及工具材料製造商組成 30 人研究團隊，花了多年期間透過不斷的改良，制定了施工標準及施作機工具後，1985 年開始正式要求承攬商推行旁路施工法等無停電施工方法，大幅度縮短了作業停電時間，從 1990 年起工作停電時間一直維持約 2 分鐘 (如下圖)。



- 東電公司實施無停電施工法時，係考量無停電施工法之適用標準及施工條件，經過妥善之計劃並與承攬商協議後才實施，因此除活線作業外，經常運用的無停電施工法為活線作業施工法、高壓旁路電纜(bypass cable)施工法、移動變壓器施工法。
- 活線作業施工法是無停電施工法中最有效率的，且施工費用最低

廉，因此是實施無停電施工法時最積極採用的。高壓旁路電纜(bypass cable)施工法需考量施作環境，以市郊空曠區施作最多，市區則已規劃完善的環路型(loop)配電線路系統進行轉供，更換變壓器則大多採行移動變壓器施工法；無停電施工機具由承攬商自行購置，遇較大件工程承攬商施工機具不足時，再向東電借用（各營運支店至少備有 2 套施工機具）。

伍、附件

- 一、 韓國高壓旁路電纜電纜器材一覽
- 二、 日本高壓旁路電纜施工作業概要圖
- 三、 日本高壓旁路電纜施工法（截線施工法示例）
- 四、 日本高壓旁路電纜器材一覽