

行政院及所屬各機關出國報告 c08907486

(出國類別：實習)

## 地下變電所及多目標大樓共構中有關公共安全 與避難逃生之設計

服務機關：台電輸變電工程處

出國人職稱：十一等土木工程監

姓名：李朝山

出國地區：日本

出國期間：89.11.12~89.11.25

報告日期：90.01.20

# 地下變電所及多目標大樓共構中有關公共安全與避難逃生之設計

## 目 錄

1. 前言	2
2. 地下變電所的安全性設計要點(防火對策)	3
3. 日本多目標用途大樓內變電所之防火區畫	4
4. 國內設計法規概述	9
5. 日本法律系統架構	11
6. 防火對象物之用途區分表	12
7. 複合用途防火對象物	13
8. 避難安全檢証法說明	14
9. 結論及建議	21
10. 附錄：	24

照片實例介紹：安全設施、設計文件保存維護

## 1. 前言：

本公司都會區變電所之興建，由於鄰近居民對安全之疑慮、景觀及房地價格之影響，屢遭抗爭，故只好將變電所地下化並採多目標使用方得化解，始期能夠順利推動供電計畫，維護當地全體民眾用電權益，然將變地所地下化，其困難度、風險及成本上均遠高於現行地上型變電所。而與其共構屬供公眾使用之上部多目標使用大樓之整體公共安全與避難逃生問題，須特予重視，妥善處理，不但可以保障自身的安全，更可以避免成為非理性抗爭的藉口。

日本法規看來比我國完備，最主要的優點是他們能夠隨著社會環境的變化，迅速修改不合時宜的法令規章，使整體社會各階層各行業均能在合理且高效率的環境下順利運作，降低許多無效的社會成本。

由於赴日本電力公司作有關地下變電所與其多目標大樓共構之公共安全與避難逃生之規畫設計之研習過程須查閱大量日方建築、消防法規及法規解說資料，相關法規有：建築基準法、建築基準法施行令、施行規則、建設省告示、消防法、消防法施行令等部份。本報告據此作相關設計之應用及解說。

本報告除作相關法規介紹與地下變電所安全性設計之外，並對有關日本最新頒布的建築法規相關法令之一「避難安全檢証法」作說明介紹，雖尚非我國法令，但係建築法規走向性能取向的新趨勢，若用作避難安全設計之檢討方法，亦可增加我們對公共安全之信心。

日方文件保存良好，竣工圖之更新維護確實，要求參閱之圖面能及時供應，品質制度落實。另安全防災措施特點照片實例於附中說明。

## 2. 地下變電所的安全性設計要點(防火對策)

地下變電所的安全性與上部多目標大樓的關係密切，必須加強安全性能，保障公共安全。日本電力公司之設計原則如下：

### 1. 地下變電所的設計要點

- 信賴性
- 經濟性
- 運轉. 維護性
- 安全性(防火對策)
- 環境調和、地區對應

### 2. 地下變電所的安全性設計要點

- 防止事故擴大
- 變壓器(絕緣油型)之內部事故要防止 tank 破壞
- 以防火牆壁與樓板作區劃
- 氣體系統滅火設備之設置
- 採用無絕緣油機器
- 氣體絕緣變壓器
- 液體(非絕緣油型)電抗器

### 3. 防火區劃的基本考量

地下變電所與上部大樓相互之間必須各自獨立，任一方發生事故皆不可波及他方多目標使用之大樓其地下變電所與上部其他用途部份以無開口之防火牆壁與樓板作區劃，在消防法上視為個別獨立之防火對象物。

### 4. 相關法令與須設置之消防設備

相關法令：

- 消防法、消防法施行令、東京都火災預防條例等

須設置之消防設備：

- 地下層無窗戶層之樓地板面積在 600m<sup>2</sup> 以上~室內消防栓
- 地下 4 層以下之樓地板面積在 2000m<sup>2</sup> 以上~自動灑水設備
- 電氣室之面積 200 m<sup>2</sup> 以上~CO<sub>2</sub> 滅火設備
- 通信機房面積 500 m<sup>2</sup> 以上~CO<sub>2</sub> 滅火設備
- 無人之變電設備場所~CO<sub>2</sub> 滅火設備

### 5. 防止缺氧意外設備

氧氣濃度測定設備有移動式及固定式，固定式均為自動測定，接裝在地下豎坑、主變室、自動滅火裝置室、換氣困難場所。

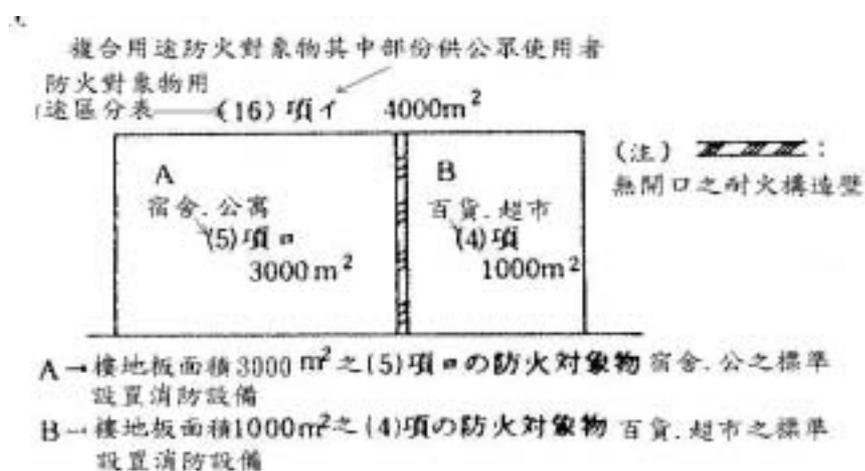
### 3. 日本多目標用途大樓內變電所之防火區畫

按照消防法施行令第8條規定日本多目標用途大樓內變電所之防火區畫之作法如下：

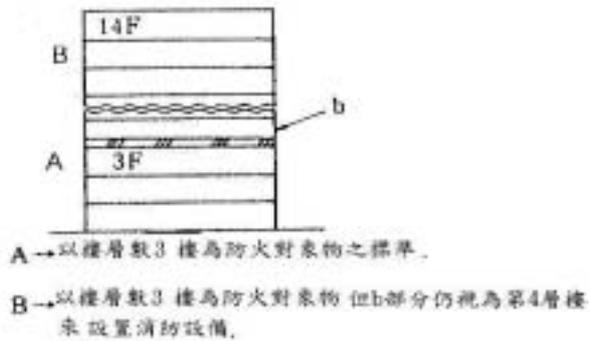
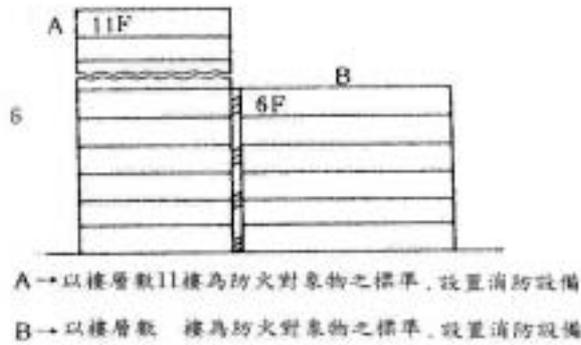
1、消防法施行令第8條規定之防火區畫規定如下：

1.1 對應於無開口部的耐火構造牆壁或樓板所區畫的空間依其用途別，設置消防設備。

1.2 如上述之區畫空間，依其梯地板面積，設置消防設備。

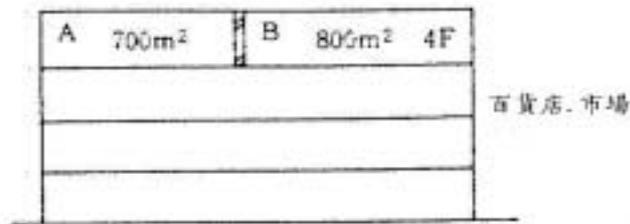


1.3 如上述之區畫空間部份，按其樓層或樓層數，設置消防設備，但是以樓板作上部、下部樓層作水平區畫的上部樓層，或樓層數多算定，要將其下的樓層數算入（亦即不因有所區畫而分計樓層數）。



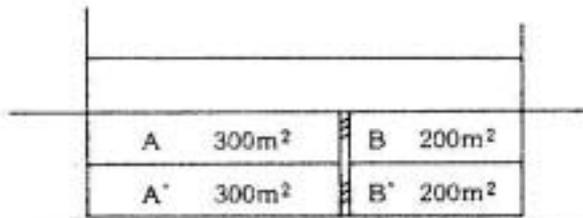
- 1.4 樓上與樓下無開口的耐火構造樓板所區畫，其僅以室外樓梯連接的場合，仍視如以本條之規定區畫作設備配置。
- 1.5 耐火構造之樓板或牆壁管道，配管貫通其間，所允許之貫通材料，規格如表 1 列之限制。
- 1.6 依本條規定之耐火構造、樓板及壁，其連接之外壁幅寬須 90 cm 以上，或者作突出外壁面 50 cm 以上之耐火構造的屋簷、露台..等。
- 2、無開口的耐火構造壁作區畫的樓層，適用樓層單位之規則時，已區畫部份的樓地板面積，視為該一層樓地板面積處理。

〔例1〕



4F部分雖然1000m<sup>2</sup>以上，A、B在4樓為未滿1000m<sup>2</sup>之無開口部耐火構造壁區畫，故4樓便不受1000m<sup>2</sup>以上之規定設置消防設備。

〔例2〕



地下層樓地板面積雖然700m<sup>2</sup>以上（A + A'）及（B + B'），各別在地下層均未滿700m<sup>2</sup>且為無開口部之耐火構造壁所區畫，故令第28條の2第1項不適用。

3、共同住宅的特例基準有關之耐火構造樓板或牆壁、有管道貫通之場合依表2，

依表2處理者，可視為耐火構造之牆壁樓板區畫。

4、省令13條第1項區畫：

4.1 區畫不延續2個以上樓層

4.2 區畫之管道貫通部份，設計由感煙器連動之防火風門。

4.3 電梯門不依省令1條1項1號之規定作連動閉鎖機構。

5、省令30條之2 規定自動閉鎖防火門之常時閉鎖式，用感煙器感熱器連動閉

鎖或熱熔絲之熔斷作閉鎖動作，還有規定有管道貫通區畫之場合，要設計防火風門。

表 1 管道、配管貫通牆、版之適用條件

貫 通 材 料	適 用 條 件			
鋼管、鑄鐵管	可適用，但是多支配管集中時除外。			
管道（附防火風門）	不適用			
PVC管				
	配管種別	口徑寸法 (mm)	材 質	其 他
石棉、塑膠二層管	給水管 排水管 附屬通氣管	40~150	如下二層管 外管：石棉水泥圓筒 內管：硬質PVC管	報備請 示經認 可者，但 是多支 配管集 中時除 外。
纖維補強輕質水泥披覆PVC管	給水管 排水管 附屬通氣管	40~150	硬質PVC管，外圍用輕質 水泥披覆	
纖維強化水泥披覆PVC管	給水管 排水管 附屬通氣管	40~150	硬質PVC管，外圍用纖維 強化水泥披覆	
纖維水泥PVC二層管	給水管 排水管 附屬通氣管	40~150	硬質PVC管，外圍用纖維 水泥披覆	

表 2 區畫貫通部之工法

配管材質	用途	條件等
鋼管（含PVC內襯鋼管） 鑄鐵管（含埋於樓板之存水彎）	給水管 排水管 通氣管 配電管	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在管道間的立管，在貫通部內外兩側各有1m以上之鋼管、鑄鐵管。</li> <li>2. 浴室、廁所等之排水管立管貫通上下2個區畫的場合，自貫通部各有1m以上的鋼管或鑄鐵管作立管之接續。</li> <li>3. 橫支管沒有貫通區畫接至立管的場合，可以用適合的硬質PVC管。</li> </ol>
銅管	熱水管 冷煤管	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 石棉矽酸鈣板作的版下面（共通部周圍作管徑2倍以上之保護）。</li> <li>2. 版上250mm範圍之銅管用玻璃纖維棉披覆。</li> <li>3. 版上下100mm內，不可有耐火構造以外之建材。</li> <li>4. 版之上下要能夠點檢 使用聚胺脂橡膠管保溫材的場合，版上下面起30cm以上，合計1m以上可如下任一種方法施工。 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 岩棉保溫筒（厚40mm以上，密度150kg/m<sup>2</sup>）披覆，保溫筒與銅管端部間隙用耐火油灰填塞，聚胺脂橡膠管與岩棉保溫筒之接續部，用寬50mm以上之不燃膠布二重捲繞保護。</li> <li>2. 用厚1.6mm以上之鐵管套入，其中用岩粉（密度150kg/m<sup>2</sup>以上）充填。聚胺脂橡膠管與鐵管之接續部位，用不燃膠帶二重捲繞保護。</li> </ol> </li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* 石棉聚乙烯層管</li> <li>* 纖維補強輕質水泥披覆PVC管</li> <li>* 纖維補強水泥披覆硬質PVC管</li> <li>* 纖維水泥PVC二層管</li> </ul>	給水管 排水管 通氣管	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 貫通部與接續部要一體施工。</li> <li>2. 用貫通區畫的洗臉台、流理台等附屬管，可以用PVC管、軟管等。</li> </ol>
硬質PVC管 (VP管)	給水管 排水管	作浴室、廁所之排水管引管道間，埋設在耐火構造之樓板有1m以上。

## 4. 國內設計法規概述

變電所及多目標使用大樓之公共安變難逃生設計依據建築技術規則與防災有關之條文分別敘述其圖表所屬章節、條文重點及內容如下：

### 1. 總則編

第四條「建築材料與設備」中訂有各種材料與設備規格原則。

### 2. 建築設計施工編

#### 2.1 第三章建築物之防火

2.1.1 第一節適用範圍中訂有「防火區」、「防火區內外建築物之防火規定」、「兼跨防火區及非防火區建築物之防火規定」等規定。

2.1.2 第二節防火區建築物及其建築限制中訂有「防火建築物」、「雜項工作物之防火限制」等規定。

2.1.3 第三節防火建築物及防火構造中訂有「防火建築物及防火構造」、「防火時效」、「各種小時防火構造」、「防火設備」、「防火門窗之構造」、「防火牆之構造」、「防火樓板」等規定。

2.1.4 第四節防火區劃中訂有「防火建築物及防火構造建築物」、「主要構造部份為不燃材料所建造之建築物」、「木造建築物」、「例外規定」、「連棟式建築物之區劃」、「風管之區劃」、「無窗戶屋室之區劃」等規定。

2.1.5 第五節內部裝修限制中訂有「建築物內部牆面及裝修材料」之規定。

#### 2.2 第四章防火避難設施及消防設備

2.2.1 第一節出入口、走廊、樓梯中訂有「適用範圍」、「避難層之出入口」、「避難層以外樓層之出入口」、「走廊之淨寬及構造」、「直接樓梯之設置」、「屋外出入口步行距離」、「安全梯及特別安全梯之設置」、「安全梯之構造」、「直通樓梯之總寬度」等規定。

2.2.2 第二節排煙設備中訂有「排煙設備」、「排煙設備之構造」、「緊急升降機間及特別安全梯之進風排煙設備」之規定。

2.2.3 第三節緊急照明設備中訂有緊急照明設備及構造之規定。

2.2.4 第四節緊急用昇降機中訂有緊急用升降機之設置標準及構造等規定。

2.2.5 第五節緊急進口設備中訂有緊急進口設備之設置及構造等規定。

2.2.6 第六節防火間隔中訂有「防火構造建築物之防火間隔」、「非防火構造

建築物之防火間隔」及「防火間隔之特別規定」等規定。

2.2.7 第七節消防設備中訂有「適用範圍」、「滅火設備」、「警報設備」、「標示設備」等規定。

2.3 第六章防空避難設備，第二節設計及構造概要中訂有天花板高度、進出口、開口部、露出地面之外牆、通風、防水及構造之規定。

## 2.4 第十一章地下建築物

2.4.1 第三節建築物之防火中訂有「用途區劃」、「面積區劃」、「豎道區劃」、「內裝修限制」、「管路及管路貫穿部分之防火」、「瓦斯供應設備」之規定。

2.4.2 第四節防火避難設施及消防設備訂有「自動撒水設備」、「滅火器」、「消防隊專用出水口設備」、「漏電自動警報設備」、「標示設備」、「緊急供電設備」、「地下通道之照度」、「排煙設備」、「緊急排水設備」、「緊急排水設備」、「緊急照明設備」等之規定

2.5 第十二章高層建築物第三節防火避難設施中訂有「特別全梯」、「防火區劃」、「燃氣設備」、「緊急昇降機」之規定。第四節建築設備亦定有「不燃材料配管」、「避雷」、「火警警報設備」、「排煙」、「滅火」、「防災中心」等規定。

3. 建築設備編第三章消防設備，第一節消防栓設備之中「材料」、「主管」、「消防栓」、「消防栓箱」、「水源」、「送水口」；第二節自動撒水設備中之「材料」、「管系形式」、「水頭配置」、「撒水頭與結構體」、「免裝撒水頭之房間」、「給水配管」、「撒水頭放水量」、「自動警報逆止閥」、「查驗管」、「水源」、「送水口」；及第三節火警自動報警器設備之「火警分區」、「設備內容」、「自動火警探測設備」、「探測範圍」、「探測器之構造與位置」、「手動報警機」、「報警標示燈」、「火警警鈴」、「警報機標示燈或火警鈴位置」、「火警受信總機及其位置」及「配線」等規定。

## 5. 日本法律系統架構

法律類別	通過. 頒行者.	法律名(例)
法	國會	建築基準法
令	內閣	建築基準法施行令
告示. 省令	建設省. 建設大臣	年○月○日建設省告示第○號 確保排煙設備有效性之 構造基準
條例. 規則(細則)	地方公團. 議會 知事. 市町村長	東京都建築條例第○號 東京都建築安全條例
通達	建設省住宅局建築指導課長、...	○年○月○日住建住指發第○號

法律條文架構：

條 之 1 ， 之 2

項：

2

3

號：

一、

イ.  
ロ.

二、

イ.  
ロ.

三、

## 6. 表 1： 防火對象物之用途區分表

消防法施行令別表第 1 (第 1 条の 2 - 第 3 条、第 4 条の 2、第 4 条の 3、第 6 条、第 9 条 - 第 14 条、第 19 条、第 21 条 - 第 29 条の 3、第 31 条、第 34 条、第 34 条の 2、第 34 条の 4 - 第 36 条關係)

項別	特 定	防 火 對 象 物 之 用 途 等
(1)	イ	◎ 劇場、映画館、演芸場或觀覽場
	□	◎ 公会堂或集会場
(2)	イ	◎ 酒樓、酒家、夜總會及其它類似場所
		◎ 遊技場或舞廳
(3)	イ	◎ 侯客室、料理店及其它類似場所
	□	◎ 飲食店
(4)		◎ 百貨店、市場及其它經營物品販賣業店舖或展示場
(5)	イ	◎ 旅館、或宿泊所
	□	- 寄宿舍、下宿或共同住宅
(6)	イ	◎ 病院、診療所或助産所
	□	◎ 老人福祉設施、付費老人院、介護老人保健設施、救護設施、更生設施、兒童福祉設施(母子生活支援設施及び兒童厚生設施除外。)、身体障害者更生援護設施(限收容身体殘障者。)、智能障害者援護設施或精神障害者社会復歸設施
	八	◎ 幼稚園、盲学校、聾学校或養護学校
(7)		- 小学校、中学校、高等学校、中等教育学校、高等專門学校、大学、專修学校、各種学校其它類似場所
(8)		- 図書館、博物館、美術館其它類似場所
(9)	イ	◎ 公衆浴場中、蒸氣浴場、熱氣浴場其它類似場所
	□	- 上掲公衆浴場以外之公衆浴場
(10)		- 車両停車場又は船舶若或航空站場(限旅客乗降或供等候用的建築物。)
(11)		- 神社、寺院、教会そ其它類似場所
(12)	イ	- 工場或作業場
	□	- 電影播映室或電視攝影棚
(13)	イ	- 汽車車庫或停車場
	□	- 飛機或旋轉翼航空機機棚
(14)		- 倉庫
(15)		- 非前各項之事業場所
(16)	イ	◎ 複合用途防火対象物中、其一部分供作自(1)項至(4)項、(5)項イ、(6)項或(9)項イ所掲之防火対象物之用途者
	□	- 上掲複合用途防火対象物以外之複合用途防火対象物
(16之2)		◎ 地下街
(16之3)		- 建築物地下層((16之2)項所掲各樓層除外。)連接地下道之接面設置與当該地下道配合者限於供作(1)項至(4)項、(5)項イ、(6)項或(9)項イ所掲防火対象物之用途部分。
(17)		- 依文化財保護法(1950年法律第214号)之規定重要文化財、重要有形民俗文化財、史跡或是被指定之重要文化財、或舊重要美術品等之保存之有関法律(1933年法律第43号)所規定之被認定為重要美術品之建造物
(18)		- 延長 50 公尺以上拱棚
(19)		- 市町村長指定之山林
(20)		- 自治省令認定之舟車

## 7. 複合用途防火對象物

<p>何謂複合用途 防火對象物</p> <p>法 8-1、令 1-2</p>	<p>對於防火對象物有兩種以上不同用途時，此兩種不同用途分屬於別表 1 之 (1) ~ (15) 項所揭之防火對象物所包含的用途項目。</p> <p>註：通常雜居大樓內，雖然消防設備是依照複合用途防火對象物之各種嚴格的規定。例如辦公室大樓之一部份有車庫、店舖、診所等，若這樣直接視作複合用途以其作為防火對象物應是太過嚴格了，以下就是複合防火對象物之判定標準。</p>		
<p>複合用途判定</p> <p>1975. 4. 15 消防予 41. 消防安 41. 1984.3.29 消防予 54.</p>	用途分類	判定條件	判定
	1、有主、從關係之用途	<p>以下三條：</p> <p>(1) 有管理者權限者為同一人</p> <p>(2) 利用者為相同或有密切關係</p> <p>(3) 利用時間大抵相同者</p>	不作複合用途防火對象物處理
	2、混有獨立用途部分	<p>(1) 主要用途部分的樓地板面積<math>\geq</math>全部樓地板面積<math>\times 0.9</math></p> <p>(2) 主要用途以外獨立用途部分樓地板面積合計<math>&lt; 300 \text{ m}^2</math></p>	不作複合用途防火對象物處理
		作主要用途部分的樓地板面積，與其他用途共用的走廊、樓梯、通路、廁所、管理室、倉庫和機械室等部分之面積，各按所佔比例分擔之。	
	3、含一般住宅  (個人居住) 除前項	<p>符合 (1) (2) 者：</p> <p>(1) 供令別表第 1 之所列各項用途之合計面積，比供作一般住宅使用部分之面積合為小的場合。</p> <p>(2) 供令別表第一之用途合計<math>\leq 50 \text{ m}^2</math></p>	以一般住宅處理
	1.2.之判定 外，依右項 條件判定	(1)供令別表第 1 之用途面積較一般住宅用途之面積為大之場合	以表 1 所揭之防火對象物或者複合用途防火對象物均可
		(2)供表 1 用途部分合計面積較一般住宅面積為小，且該合計面積超過 $50 \text{ m}^2$ 的場合	
	表 1 用途部分合計面積，與一般住宅面積部分之大致相等的場合。	複合用途防火對象物處理	
	註：不含宿舍、出租公寓、共同住宅		

註：我國之相關法規稱為「複合用途建築物判斷基準」-85/7/18，(85)內消字第 8577247 號函。

## 8. 避難安全檢證法說明：

(本法為新頒佈，所參訪的電力公司尚未引用在新設計之多目標使用之變電所，不久的將來應可以看到日方的應用實例。)

由於公元 2000 年的建築基準法修正，導入有關防火避難規定的性能基準，回顧過去有關避難關係之規定，是以步行距離、排煙設備等構造方法來決定設計基準，並未對個別避難計畫上的對策、特徵作評價。現在導入的所謂避難安全檢證法，是在假定的火災條件下，全部避難者完成避難時，能確認濃煙及氣體尚未達到危險狀態，因此不必要全部都符合構造設計基準。

依照避難安全檢證法檢證了避難安全性能之後，有一部份防火區畫、避難設施、排煙設備及內裝限制之規定會不適用，但仍可以確保避難安全，是合理的計畫。

限於主要構造部是防火構造，使用不燃材料者，避難安全性能分別樓層避難安全性能與全棟避難安全性能。

樓層避難安全性能：係以建築物單一樓層為對象，不論該層樓的那一個房間發生火災，該層樓的全部避難者完成避難期間，從各個房間走道到直通樓梯之中，可求出由火災所生之濃煙與氣體未降到構成避難障礙的高度之前的時間。

全棟避難安全性能：是以建築物全體為對象，全部避難者都如上述在無障礙之下完成避難。

至於避難計算，分居室、走道、樓梯等 3 階段求出避難時間，比較各個容許避難時間。

避難安全檢證法係根據假定各室的火災、排煙設備性能、預測煙氣性狀，來檢證是否沒有避難障礙。

避難安全檢證法之構成如圖 1 所示，是由各單一樓層之檢證到全棟樓層檢證。

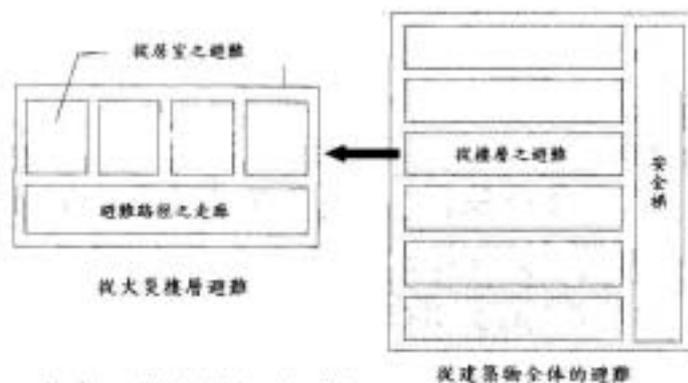


Fig.1 避難安全檢證法之構成

不適用避難安全檢證之構造設計規定，如表 1：

表 1

項目	條	項	規定概要	適用除外之規定	
				單一樓層避難安全檢證	全棟樓層避難安全檢證
防火區畫	112	5	11 樓以上 100m <sup>2</sup> 之區畫	-	○
		9	豎道區畫	-	○
		12	異種用途區畫	-	○
		13	異種用途區畫	-	○
避難設施	119		走廊寬度	○	○
	120		到達直通樓梯之步行距離	○	○
	123	1	安全梯之構造 第 1 號防火構造壁 第 6 號防火設備	-	○
			2	屋外安全梯之構造 第 2 號防火設備	-
		3	特別安全梯構造 第 1 號 排煙室之設置 第 11 號 排煙室等之面積	○	○
				第 9 號防火設備 第 2 號耐火構造壁	○*
	124	1	物品販售業、店舖之安全梯之寬度 第 2 號 樓梯出入口之寬度	○	○
			第 1 號 避難樓梯等之寬度	-	○
排煙設備	126 之 2		排煙設備之設置	○	○
	126 之 3		排煙設備之構造	○	○
內裝限制	129		特殊建築物之內裝第 2.6.7 項及樓梯有關規定除外 車庫、廚房等	○	○

\*自屋內至陽台或通到排煙室出入口有關的部份

因為檢證了某一樓層之避難安全，居室到直通樓梯的步行距離、走廊寬度、排煙設備構造及部份內裝限制等規定已不適用，樓梯與區畫之規定有些不適用，就更更要檢討全棟避難安全性能。但是為了確保消防活動；即使滿足了避難安全檢證法之規定，也不可以排除其他規定。

建設省公佈了具體的避難安全檢證的計算方法，若欲利用所公佈以外的方法，須經建設大臣之審定。

具體的說，本法係利用電腦作詳細的火災模擬，作火災性狀預測，煙流動性狀預測及避難性狀之預測等，而作出合理的避難計畫。

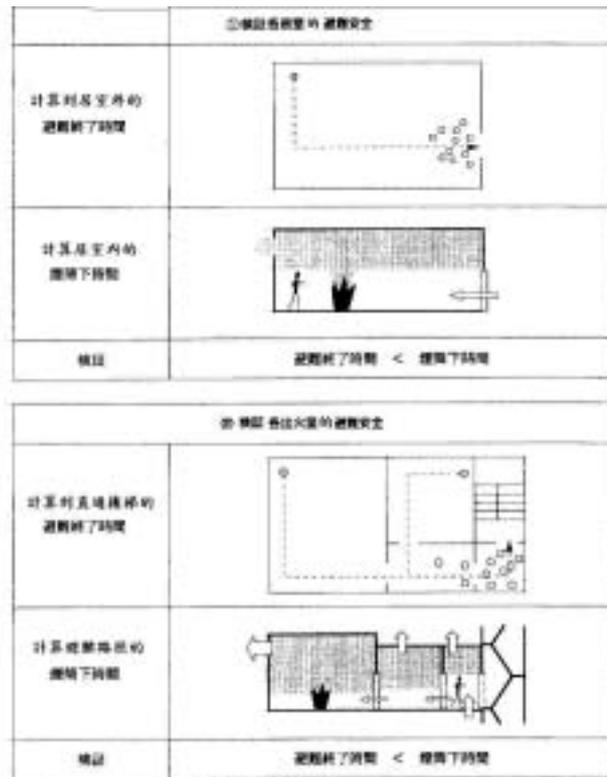
不過，一般的檢證法是以自力避難為前提，但是如醫院有病患則非本法之適用對象。

樓層避難安全性能檢証法概要

如圖 3。

計算到居室外的避難完成時間與居室內濃煙下降時間，確定避難完成時間短於居室內煙下降時間。

計算到直通樓梯的避難完成時間與避難路徑上的濃煙降下時間，並確認煙



降時間較慢。 Fig. 3 通過避難安全檢证的過程

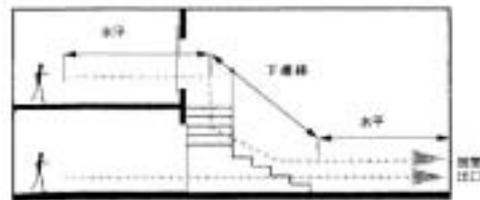
**火災室之避難開始時間**

$$t_{start} = \sqrt{\sum A_{area}} / 30$$

$A_{area}$ ：該當居室等各個部分的樓地板面積 (m<sup>2</sup>)。



如圖 4，有部份房間須經過發生火災之房間避難開始時間延遲，計算對象面積廣大的話，避難開始時間亦延遲。



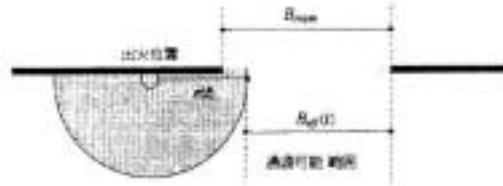
到達火災室出口的步行時間，如圖 5 Fig. 5 合符各個部份步行路徑的步行時間

$$t_{travel} = \max (\sum l_e / v)$$

$l_e$ ：該當居室各部份到該居室出口之步行距離 (m)

$v$ ：步行速度

火災室出口之通過時間，通過出口須要時間，避難擁擠者滯留在出口的解



由出口近旁的火災使得有效出口寬度減少

消時間。 Fig. 6

$$t_{\text{queue}} = \sum P A_{\text{area}} / \sum N_{\text{eff}} B_{\text{eff}}$$

P：在建物內的人口密度（人／m<sup>2</sup>）

A<sub>area</sub>：當該居室之各部份之樓板面積。

N<sub>eff</sub>：有效流動係數（人／分／m）

B<sub>eff</sub>：有效出口寬度（m）

有效出口寬度：對於火災發生近旁，無法作避難利用的出口要扣去，有效出口寬度扣減，若火災成長慢，居室規模小，避難者離開順利，則出口寬度不受影響，若火災成長快，居室規模大的情況，則一個最大寬度的出口便不能利用。

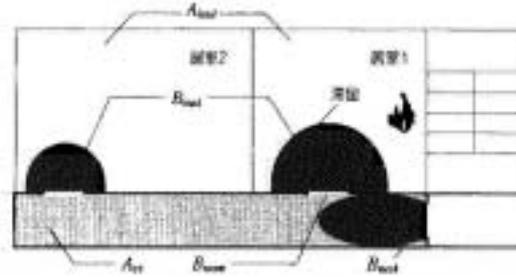


Fig. 7 收容面積不足時的有效流動係數之求法

有效流動係數，如圖 7

要考慮群集於出口的流動係數、容納避難者空間之有效值。避難路徑上能充分容納避難者的場合，乃是標準的有效流動係數。

$\sum (A_{\text{co}}/a_n) < \sum p A_{\text{load}}$  之場合

$$N_{\text{eff}} = \max \left\{ 80 B_{\text{neck}} \sum (A_{\text{co}}/a_n) / (B_{\text{room}} \sum p A_{\text{load}}) * (80 B_{\text{neck}}/B_{\text{load}}) \right\}$$

A<sub>co</sub>：該當避難路徑等各個之部份的樓地板、面積。

a<sub>n</sub>：對應避難路徑等部份之區分之數值。

p：在建物內人口密度（人／m<sup>2</sup>）

A<sub>load</sub>：建築物部份必須當作避難路徑的面積。

B<sub>neck</sub>：避難路徑上較小的出口寬度。

B<sub>room</sub>：該當居室之出口寬度。

B<sub>load</sub>：必須當作避難出口面的各出口寬度合計。

火災室的煙下降時間：

即火災產生之煙氣在降下構成避難障礙之前所須時間，如圖 8

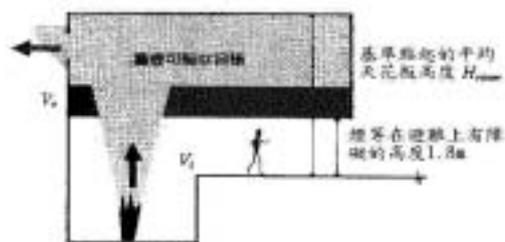


fig.8 煙層可視容積

$$t_s = A_{\text{room}} (H_{\text{room}} - 1.8) / \max (V_s - V_e, 0.01)$$

$A_{\text{room}}$ ：當該居室之樓地板面積 ( $\text{m}^2$ )

$H_{\text{room}}$ ：當該居室之平均天花板高度 (m)

$V_s$ ：煙等發生量 ( $\text{m}^3/\text{分}$ )

$V_e$ ：有效排煙量 ( $\text{m}^3/\text{分}$ )

上式以煙層降至 1.8M 時，視為構成避難障礙。

### 煙等發生量：

火災時，單位時間之產生煙層當量係考慮火災室面積、天花板高度、室內可燃物量，以下式之計算求得：

$$V_s = 9 ((\alpha_f + \alpha_m) A_{\text{room}})^{1/3} (H_{\text{low}}^{5/3} + (H_{\text{low}} - H_{\text{room}} + 1.8)^{5/3})$$

$\alpha_f$ ,  $\alpha_m$ ：由收納可燃物及內裝材料燃燒構成的火災成長率。

$A_{\text{room}}$ ：該當層各室樓地板面積合計 ( $\text{m}^2$ )

$H_{\text{low}}$ ：該當居室最低面之平均天花板高度 (m)

火災規模大，時間拖長，煙層下端高度降低，空氣捲入助燃之量減少，正確的計算方法變成要求解微分方程式，在此為用簡易方法，求出平均煙等發生量。

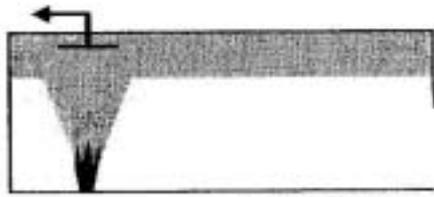
### 有效排煙量：

$$V_e = \min (A^* E)$$

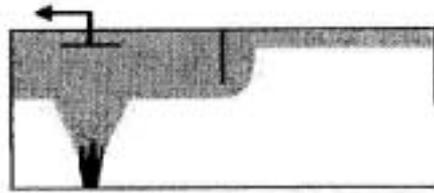
$A^*$ ：排煙效果係數

$E$ ：該當防煙區畫排煙設備之排煙量 ( $\text{m}^3/\text{分}$ )

一般有設防煙垂壁作防煙區畫者，排煙效果係數高，如圖



無防煙區畫の場合



有防煙區畫の場合  
有無防煙區畫抽煙效果就不一樣

fig. 8

### 樓層避難開始時間

發生火災的樓層，火災室以外的避難者，知道發生火災開始避難須要時間。

覺知有發生火災須要靠冒出之濃煙，警報器之動作，人員之通報...等。本檢證法以該當樓層全體視作火災室來考慮，該當各室到必經的避難路徑到直通樓梯之對應樓板面積計算之，參考過去的實驗研究而得到結果，從覺知火災到避難開始，依建築物之用途差別而作不同設計。

如：公寓、旅館或其他類似用途者（醫院、診所、兒童福利設施等除外）。

$$t_{\text{start}} = \sqrt{A_{\text{floor}} / 30} + 5$$

其他用途（醫院、診所、兒童福利設施等除外）。

$A_{\text{floor}}$ ：該當層各室樓地板面積合計（ $\text{m}^2$ ）

### 到達直通樓梯的步行時間

基本上如同火災室到出口之步行時間，即計算從各室到達直通樓梯之時間。但是也要考慮火災室發生在直通樓梯對面或近旁的狀況，以致到達直通樓梯避難有困難之情形。

通過往直通樓梯之出口須要時間，因避難者在出口前滯留須要時間解消。

$$t_{\text{queue}} = \sum p A_{\text{area}} / \sum N_{\text{eff}} B_{\text{st}}$$

$p$ ：在室人口密度。

$A_{\text{area}}$ ：在該當樓層各室樓地板面積。

$N_{\text{eff}}$ ：有效流動係數（人／分／ $\text{m}$ ）。

$B_{\text{st}}$ ：往該當樓層直通樓梯之最大出口寬度（ $\text{m}$ ）

### 避難路徑的煙降下時間：

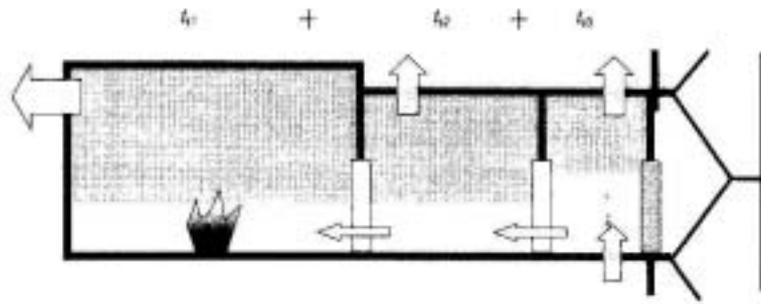


fig.10 合計各個居室的煙層下降到限界煙層高度的時間

$$t_s = A_{\text{room}} (H_{\text{room}} - H_{\text{lim}}) / \max (V_s - V_e, 0.01)$$

$A_{\text{room}}$ ：當該居室樓地板面積。

$H_{\text{room}}$ ：當該居室平均天花板高度。

$H_{\text{lim}}$ ：當該居室之種類及開口部構造種類對應數值(以下稱之為限界煙層高)  
(m)

$V_s$ ：煙等發生量  $\text{m}^3/\text{分}$

$V_e$ ：有效排煙量  $\text{m}^3/\text{分}$

### 煙等發生量

$$V_s = 0.2A_{\text{op}}$$

$A_{\text{op}}$ ：開口部的合計面積。

本式為耐火構造壁，有遮煙性能之防火設備者，若無遮煙性能之防火設備的場合，則

$$V_s = 2A_{\text{op}}$$

有效排煙量，基本上與火災室場合相同，必須要注意因居室開口部之構造不同限界煙層高亦不同。

上列各式應用在檢証 1. 房間的避難安全性、2. 樓層的避難安全性

1. 首先求出 a 避難行動時間、b 各房間煙等降下時間

若 (a 避難行動時間) < (b 各房間煙等降下時間)

則所檢証各房間的避難安全性合格。

2. 求出 c 樓層的避難行動時間、d 該樓層避難路徑的煙降下時間

若 (c 樓層的避難行動時間) < (d 該樓層避難路徑的煙降下時間)

則所檢証樓層的避難安全性合格。

以上係導入了性能性能基準的方法，與過去仕様(規格說明)基準的方法不同，但是開啟了確保避難安全之道，可藉此比較精緻的方法來檢証避難安全性能。

## 9. 結論及建議：

### 結論

由於本次研習過程須查閱大量日方建築法規及消防法規的結果。大致看來，與我國相關法規比較結果，我方似乎比較嚴格，個人認為此應與日本之政治制度有關，其內閣、地方政府、建管人員（建築指導課）對法令的補充、細則、辦法、解釋等均很有權威性，這在我國的現實環境是尚難比擬的。本報告除作相關法規介紹與地下變電所安全性設計之外，並對有關日本最新頒布的建築法規相關法令之一「避難安全檢証法」作說明介紹，雖尚非我國法令，但若用作避難安全設計之檢討方法，亦可增加我們對公共安全之信心。

變電所之共同安全因位於地面下，耐震較無問題。而是以防火為主，因為是地下無人變電所，如何避免機器設備起火，是最主要之課題。而所有設備之組件，除了絕緣油是易燃物以外，均為不燃材料所製造，若為萬全起見，對成本因素非優先考慮的話，採用高貴的不燃性液體作絕緣材料的變電設備，以降低風險，未嘗不是明智之舉。否則冒著搶修困難，因為地下空間侷促，停電時間延長，致整體社會經濟損失，將數倍於高貴設備之差額。

日本有關多目標使用之大樓地下建變電所的計畫時期一般配電變電所 5 年前、超高壓變電所 10 年前，就必須開始做具體的計畫。地下電纜管路若要利用共同管道則應更早就要與相關管線單位及政府管理部門折衝協調。以我國之環境，尤其是對多目標使用之變電所建蔽率、容積率、開挖率等均要爭取比照所在地區如商業區之條件興建及下地及多目標使用之意義。

就變電所規模言，一般小型配電變電所需要面積約 500~1500 m<sup>2</sup>，中等規模的大樓容積率 400% 以上者，可得容積率寬限之利。至於超高壓變電所，比起配電變電所，則需要數十倍的面積，就限於是具備相當規模的大樓共構才划算。對於經濟性來說，在多目標大樓之地下室興建變電所，比單獨建地下變電所費用上較有利。對預定建變所的地點，必須確認當地地價，及都市計畫分區使用規定。尤

其是要優先考慮地點，及其周圍之開發環境的前景作土地的有效利用，不能完全只以經濟性來考量。總之，多目標大樓兼地下變電所仍須作綜合性的評估，要以國土有效開發、傾向公益性利用來考量，而非只以經濟性的因素作決定。

日本供人參觀的變電所資料準備周到，型錄精美，即使老舊變電所仍然作美化環境與更新設備。更重視資料保存之完整性與作業之延續性。例如關西電力西京都營業所之多目標使用之辦公大樓，其下部是半地下式變電所，完工約廿年，其提供之平立面、剖面等之竣工圖，原為人工製圖，經電腦重繪，註記歷次變更設備內容與日期及人名。對整個變電所之運轉維護以及後進之設計改善，提供了極佳的參考資料。其文件記錄保存之用與負責值得借鏡。

本公司員工曾受過日本教育者，目前幾乎退休殆盡。遇某些場合需要日語翻譯時使得依賴外界人員協助。這種依賴外援之方式，終非長久之計，培養自己的口譯人才，才是根本之道。當須長期培養。尤其是新進人員應鼓勵及早進修日語。至於已有一定程度者，須平時加強會話聽力訓練，以口譯人才養成為目標。一旦日方有人來訪時可徵召參與相關接待及討論活動，以增加歷練作為提升語言能力的途徑。

日方接待人員的素質相當高，譬如東京電力國際交流部副主任秋元真先生為東京大學法律系畢業，扮演英日語之溝通非常稱職。日本各界積極邁向國際化自由化，「英會話」補習班林立，外語人才日增。

## 建議：

1. 本次研習相關主題建築法規之避難安全解說以圖表及圖文並茂方式表達，曾於返國座談會做過部份投影片解說，可供日後作為員工訓練教材之用。

2 評估採用不燃性液体絕緣變壓器：

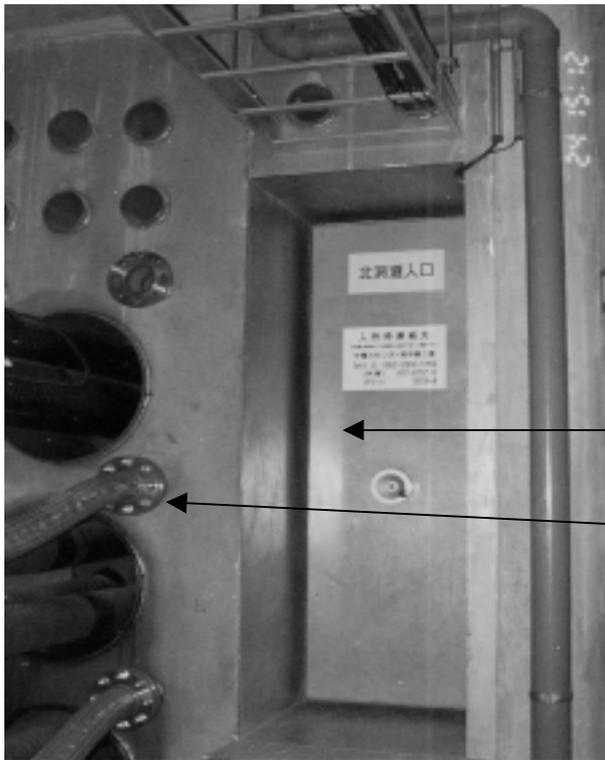
因近年來電力設備大幅進步，已不用絕緣油等易燃性材料，故變電所內無可燃物，又設備之地下化而遠離地面，在地面之電磁場強度便非常微小，可說是已無安全問題，又地面可建公園、停車場、或各式美觀的建築，來美化環境

景觀等足以消除抗爭的理由，故將變電所地下化、並徹底解決自身安全問題，可以排除假環保之名的抗爭，順利推動供電計劃，以維護全體民眾用電權益。

3. 爭取變電所多目標使用大樓之建蔽率、容積率、開挖率等均要比照所在地區如為商業區則依之條件興建：

日本的變電所興建地點除對位於第 1、2 種低層住居專用區限制只能建 170KV 以下、容量 900MVA 以下之變電所之外，其餘地區幾乎無其他限制。故可見到座落於都市公園、名勝古蹟、寺院、住宅區、商業區 等之變電所。而且隨所在地區之建蔽率興建，不對變電所指定建蔽率。這是民眾對變電所之安全性有充分的信心所然。故變電所兼多目標使用之建築比比皆是。

10. 附錄： 安全上的設計重點例



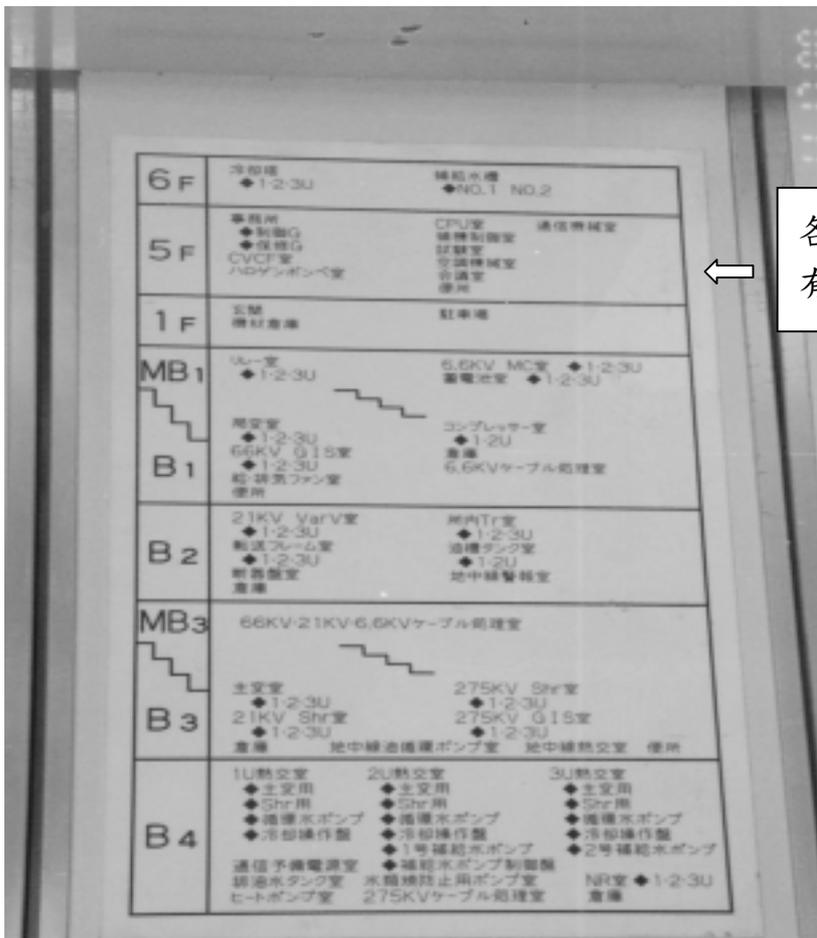
地下變電所與電纜洞道之界面

G.L 下 25m，電纜整理室

防浸水措施有

← 壓力艙門、

← 電纜保護座

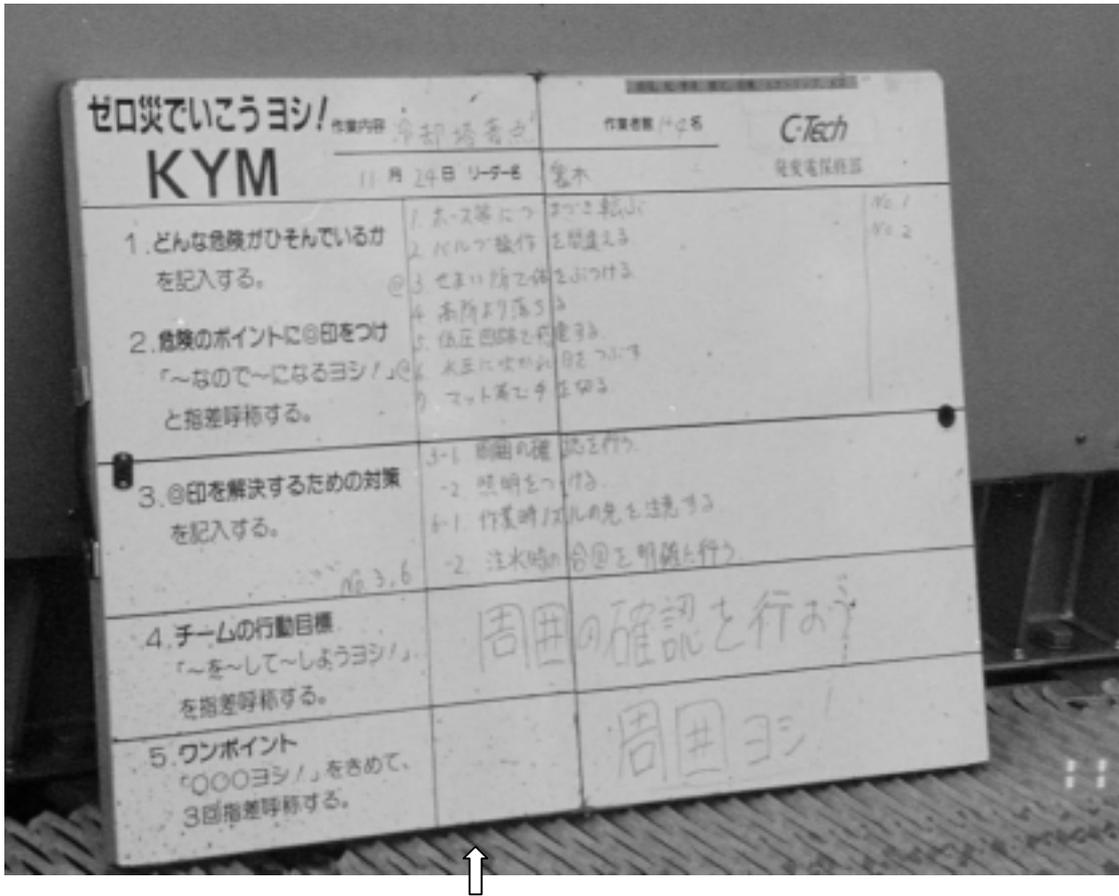


各樓入口門旁及電梯內均有清楚標示各樓層內容

隨時可釐清自身所處位置

# 可供借鏡之處

## 零災害，預知危險

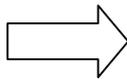
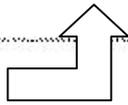


主變壓器冷却器(位於頂樓)於維修時之工安看板：  
預知危險活動內容

1999年

7	H10.9.30	本荘	高岡	定期見直し	七条変電所 一般平面図	制作年月日	S56.1.30	尺慮	1/300
6	H10.3.31	葛坂	高岡	定期見直し					
5	H9.7.31	葛坂	高岡	定期見直し					
4	H8.3.31	高橋	角川	定期見直し					
3	H5.10.31	高橋	岡嶋	見直し訂正	承認者	照査者	設計者	内田	
2	S61.4.11	山中	宇野	5TrB増設					
1	S60.5.25		大達	見直し					
No	年月日	承認者	訂正者	記事	関西電力株式会社 京都支店 電気課				

原人工製圖改以  
電腦重繪  
更新、維護確實  
(時間、經辦、  
修改內容)



13	H11.9.30	本荘	高岡	定期見直し	七条変電所 機器配置図 (B1階)	制作年月日	平成8年11月11日	尺慮	3/13
12	H10.3.31	葛坂	高岡	定期見直し					
11	H9.11	葛坂	角生	エアコン設置					
10	H9.7.31	葛坂	高岡	定期見直し					
9	H8.11.11		谷	CAD化					
8	H8.10.5		谷	22kVF増設					
7	H5.10.31	高橋	岡嶋	見直し訂正					
6	H4.12.	古橋	今井	6.6kVF増設 (F13, F14)					
5	H2.7.9	古橋	大内	22kVF増設					
4	S1.4.11	山中	宇野	5TrB増設					
3	S0.5.25		大達	見直し訂正					
2	S8.7.27	山中	若嶋	6kVF増設 F16 (F15)増設					
1	S7.5.23	安田	木村	22kVF増設 (開口部取壊し工事)					
No	年月日	承認者	訂正者	記事	関西電力株式会社 京都支店 電気課				

1982年

文件保存良好，竣工圖之更新維護確實