

延暦寺の防災

落亀利章

1 まえがき

比叡山は、京都と滋賀の県境に高くそびえ、伝教大師最澄上人が開山して以来、日本の天台仏教の母体で長い歴史の道を歩んできた。

延暦寺は三塔（東塔、西塔、横川）十六谷という広範囲な山域に多くの諸堂が建ち大伽藍を有している。この三塔は地理的に区分されるばかりでなく、それぞれ異なった生い立ちと歴史を持っている。

東塔は、延暦寺の総本堂にあたる根本中堂をはじめ、大講堂、阿弥陀堂、大乘戒壇院、文殊楼などがある。

西塔は、東塔より北方向へ1キロほど離れた静かで美しい環境の中にあり、比叡山で最も古い建物の転法輪堂（釈迦堂）を中心にして、常行堂及び法華堂、瑠璃堂、相輪榛、椿堂、居士林などが点在する。

横川は、西塔よりもさらに北方向に奥へ4キロも入った所にある。それだけに昔の比叡山の面影をよく残し横川中堂を中心にして四季講堂、恵心堂、如法塔などがある。

この根本中堂を中心とする比叡山と、その山麓一帯は、元亀2年（西暦1571）秋、織田信長の焼打によって全山悉く亡失し、その後、復興した諸堂も寛永8年（西暦1631）秋の台風に顛倒したので、寛永年間の延暦寺は総力を傾けて復興に立ち上がっている。

根本中堂は、延暦7年伝教大師の建立であって、当初は比叡山寺根本一乗止観院と号し、小規模な堂であった。その後、元慶6年に改造され、天元3年に中門及び廻廊が加えられた。その後、承平5年、永享7年、明應2年、元亀2年に焼失を見たが、天元3年、文安5年、永安5年、永正15年、寛永11年等に再建の力が注がれた。現在の根本中堂及び廻廊は、寛永11年徳川家光公の命によって造営に着手し、同19年に竣工した。

転法輪堂（釈迦堂）は元亀2年、織田信長の兵によって焼失する以前の沿革は詳かでない。

現在の堂は文禄4年観音寺詮舜が再興を計り、豊臣秀吉の命により園城寺の彌勒堂（金堂）を移建したものである。

大乘戒壇院は根本中堂の西南、阿弥陀堂へ行く道の傍にある。建築年代は延宝6年（1678）と伝え、禅宗様を基調にして和様と折衷した建築である。

瑠璃堂の建立年代については、資料を欠くが、建物の様式から見て、室町中期か末期頃の建立と考えられる。



第1図 延暦寺配置図

即ちこの堂こそ、信長の焼打をまぬがれたと見られる当山における禅宗様を主とした唯一の木造建築物である。

常行堂及び法華堂は、西塔の転法輪堂（釈迦堂）の南に位置している。建立を知る資料として、山門堂舎記がある。これによると常行堂は寛平5年（895）に創建され、法華堂は天長2年（825）に建立されたことが記されている。その後の記録によれば久寿元年（1154）に両堂共焼失、同2年（1155）再建、文永8年（1271）焼失、同年再建の記録があるが、元龜2年の兵火により焼失したと思われる。現在の建物は文禄4年（1595）に、転法輪堂（釈迦堂）移建と併行して再建されている。

大講堂（旧讚仏堂）は、旧講堂が昭和31年に焼失したため、現在の講堂は昭和38年に移建されたもので、もとは山麓の日吉東照宮の本地堂として寛永11年（1634）に建立されたことが天台座記により明らかである。なお、日吉東照宮は元和2年、家康の没後、東照大権現の神号が勅諡され、比叡山山麓に元和9年建立されている。

阿弥陀堂鐘楼は、旧讚仏堂の鐘楼であったが、讚仏堂の山上移建に伴いこの建物も移した。

建立年代は詳かではないが様式上旧讚仏堂と同じ寛永年間に建立されたものと認められる。

四季講堂は、もと慈恵大師の住房跡に、康保4年(967)村上天皇の御願により、四季に大乘法を行う道場として建てられたといい、世に四季講堂の名を以って知られる。建立後、再三の興亡を経て、元亀戦乱ののち、天正年間秀吉、家康の援助を得て再建されたが、寛永8年(1631)台風の為顛倒し承応元年(1652)に至り、御水尾法皇の御願によって再建されたのが現在の講堂である。

延暦寺は標高844mの比叡山にあって、伽藍は標高670m附近にあり、東塔、西塔、横川の3塔と16谷に分かれる。当寺には、国宝・重要文化財建造物7件、国宝・重要文化財美術工芸品45件(重文絵画6件、重美絵画1件、重文彫刻18件、国宝工芸品3件、重文工芸品1件、国宝書跡6件、重文書跡8件、重美書跡2件)県指定建造物3件、県指定美術工芸品1件、市指定建造物1件、市指定美術工芸品1件など所蔵し、境内は史跡、天然記念物(鳥類繁殖地)に指定され数多くの指定建造物が散在している。山内の建造物は創建以来幾度となく焼失、再建を繰り返して、近年では昭和17年に国宝の横川中堂が落雷のため焼失し、昭和31年には重要文化財の大講堂と鏡台、その他食堂、前唐院を焼失している。

境内は前述した通り、3塔と16谷に分れ広域であるため堅実な管理体制を敷くことが難しい現状である。これまでの防災施設の整備は全体計画に基づくものではなく、その都度拡充によったため、特に消火設備については十分な水量の確保が出来ない状況で、施設も老朽化して著しく機能低下を来し懸念されていた。このため早急に防災施設を根本的に見直して防災設備の増設・改修が必要と判断されたため、関係者が協議のうえ、文化庁建造物課担当官の指導を受けて、まず基本計画を作成し、その後に検討を加えて本設計に入り実施する運びとなった。今回の事業は指定建造物が所在しない、横川及び無動寺谷の地区を除き、東塔と西塔地区を対象にして、防災施設の改修及び一部増設工事を計画し実施したが、施工については事業を進めて行く上で種々の問題点があった。まず、水源地より山頂の貯水槽予定地間の標高差が約355mもあり、又貯水槽より東塔、西塔地区の指定建造物までの標高差が約180mあって、この条件に基づく消火設備を設計することと、次に施工上過去に於いて遺構が検出されたり、寺史、古図からも貴重な遺構が埋蔵されていることが予知され、それらの遺構保存を最優先する必要があった。そのため当事業は基本設計に基づき準備調査を行った後、本設計を作成して工事を進めることとし、又事前に発掘調査を行い遺構を損傷しないよう考慮するため諮問委員会を設け、毎年会議を開き各設備と発掘調査について委員の方の所見と指導を得て事業を進行した。工期は昭和56年4月1日より当初6ケ年計画で着手し、まず2ケ年を準備調査にあて地質調査、地形測量、特殊機器の実験を行い、昭和57年度に本設計を作成し、並行して避雷設備の改修・増設工事を行っ

て、昭和58年度から4ヶ年計画で自動火災報知設備工事及び消火設備工事を進めたが、諸般の事情により工期を3ヶ年延長し9ヶ年を要して平成2年3月に完了した。

2 既設防災施設の概要

既設の防災施設の概要については、根本中堂のある東塔地区に昭和25年度より昭和28年度にかけて消火設備、昭和28年度避雷設備、昭和32年度自動火災報知設備、昭和37年度自動火災報知機器に対する避雷装置、昭和41年度消火設備、昭和48年、49年度に自動火災報知設備の改修及び避雷設備を増設し、同地区に近い無動寺谷は昭和35年、36年度に自動火災報知設備、消火設備及び避雷設備、昭和41年度消火設備を増設している。又転法輪堂のある西塔地区は昭和28年度避雷設備、昭和35年度に自動火災報知設備、消火設備の設置及び避雷設備の増設、昭和37年度自動火災報知機器に対する避雷装置、昭和41年度消火設備、昭和48年、49年度に自動火災報知設備の改修及び消火設備、避雷設備を増設し、横川地区は東塔、西塔地区とは遅れて昭和42年度自動火災報知設備、消火設備避雷設備を増設し、奥比叡ドライブウェイ沿いに消火栓設備を設置している。

3 今回の設備

3.1 自動火災報知設備

この寺は山中にあり落雷が多く自動火災報知設備に被害が頻繁に起こっていたので、文化庁から関西府県の文化財担当課と自治省消防研究所、大津市消防署、電気技術者、自動火災報知設備メーカー、電気工事業者で協議をもち「自動火災報知設備を保護する装置について」関西地区の被害状況を検討して、昭和57年3月に「自動火災報知設備の雷害対策例」が自治省消防研究所より文化庁に提示された。

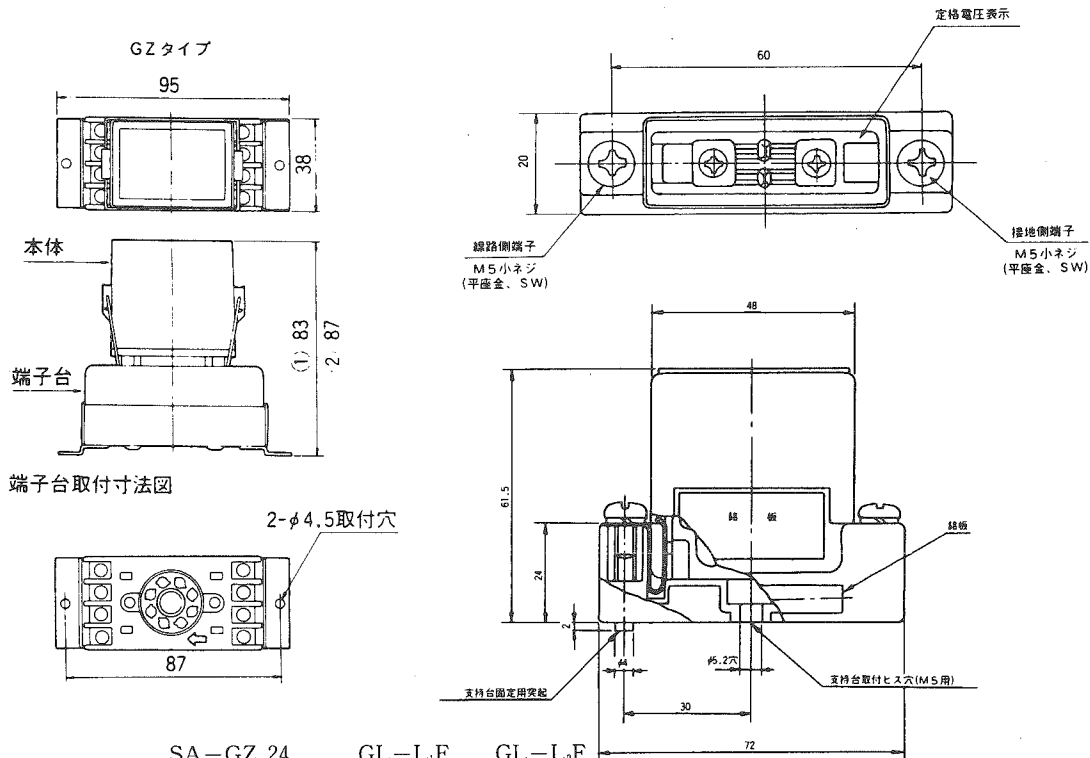
延暦寺では防災事業を実施中であり、この雷害対策例を元に自動火災報知設備メーカーのニツタン、能美防災の2社と避雷器メーカーの音羽電機、三光社の2社でこの寺の既設自動火災報知機器にそれぞれの開発した避雷器を設置して約3年間状況調査を行い、最後に実験室で落雷模擬試験をした。

今回、昭和57年3月自治省消防研究所より文化庁へ答申があった〔自動火災報知設備の雷害対策方針〕に基づいて自動火災報知機を保護する避雷器を開発して取り付けることとした。開発については、メーカー4社の新製品の提供を受けて現地実験をした中から選んだ。今回使用した避雷器を図1に示す。

受信機一次側は（GL-L2F）3ヶセット、受信機二次側及び感知器側は（GL-L1F）3ヶセットと（SA-GZ 24）1ヶを組み合わせた形式を1警戒として取り付けた。

3.2 消火設備

水源は北谷の下流にある既設堰堤（標高489m）を利用し、同位置の既設ポンプ室を増築



SA-GZ 24	GL-L ₁ F	GL-L ₂ F	
避雷器	受信機一次側、二次側及び感知器より受信機への電路に対応させた。		
機種	受信機一次側	GL-L ₂ F	
	ツェナー電圧許容範囲 (動作開始電圧)	DC	500V ± 12%
	受信機二次側、感知器側	GL-L ₁ F	
	ツェナー電圧許容範囲 (動作開始電圧)	DC	250V ± 12%
		SA-GZ 24	
	ツェナー電圧許容範囲 (動作開始電圧)	DC	39V ± 10%

第2図 自動火災報知器用避雷器

した。この既設ポンプ室に高揚程ポンプ（フライホイール付）を設置して、山頂（標高844 m）に新設した2,000ton貯水槽（半地下式、鉄筋コンクリート造）へ揚水した。貯水槽は槽内を1,000tonづつに区画し、槽を区切る事で山崩れ等自然災害に対する二次災害を防いだ。貯水槽より主配水管1本で東塔、西塔地区の分岐点の減圧弁室まで送水するが、主配水管も山崩れなどの二次災害に対処するため中間地点（別道）に緊急遮断弁を設けた。その操作は警備室の監視盤で貯水槽の異常が発生すれば監視盤の緊急遮断弁閉ボタンで遠方操作して、遮断弁を閉じる。又主配水管より東塔、西塔地区へ分かれる地点には減圧弁室（標高729m）を設けて、主配水管をヘッダーで東塔消火栓本管、東塔ドレンチャー本管、西塔消火栓本管及び西塔ドレンチャー本管に分けた。これらの本管には減圧弁を設けてそれぞれの地域の標高差と各種機器の設定水压を勘案して一定の水压を確保した。消火設備

は自然流下式であるから各々の消火栓弁を開いて使用できる。ところが延暦寺は冬季に気温が -10°C 前後となるため、従来から凍結による機器の破損があり、今回全ての消火栓は不凍式を用いた。ドレンチャー設備については根本中堂、大講堂、戒壇院、常行堂、法華堂、転法輪堂及び瑠璃堂に設置したが各堂毎に区画して区画弁を設け、ドレンチャー吹上げ方式とドレンチャー放水銃方式の2種類を設置した。根本中堂と転法輪堂は前述2方式を採用し、その他の堂はドレンチャー放水銃方式とした。操作については根本中堂、転法輪堂共にドレンチャー吹上げとドレンチャー放水銃の2系統（2区画弁）に分け、系統毎に開閉操作が出来る。又放水銃は区画弁を開ければ、水圧で格納箱の筒先位置扉が開き一斉放水する。大講堂、常行堂、法華堂及び瑠璃堂はドレンチャー放水銃の1系統（1区画弁）で開閉操作する。なお区画弁より二次側の配管には自動排水弁を設けて管内は常に空管とした。戒壇院はドレンチャー放水銃で各放水銃毎で操作する。操作及び監視盤はポンプ室の操作盤、貯水槽の端子盤、緊急遮断弁の操作盤、減圧弁室の監視盤及び警備室の総合監視盤がある。ただし警備室の総合盤は各々の盤の全ての機能を持っている。その総合監視盤には監視方式は揚水ポンプの起動及び停止操作、受水槽の減水及び満水表示、貯水槽の減水、満水及び異常表示、緊急遮断弁の開閉操作と表示もできる。更に減圧弁室の東塔、西塔各々の消火栓及びドレンチャー系統弁の開閉表示等が総合監視盤で操作及び監視できる。

1) 揚水ポンプ

揚水ポンプは水源地より山頂の貯水槽までの高低差355mを送り上げる。高揚程ポンプが必要であった。この落差と揚水管路が延長1,881mとなるため揚水ポンプとプ停止の際は過大の衝撃圧が加わると同時に揚水管ではポンプ停止により急激な水の落下で泡状となり管内は負圧がかかるため管を破壊する。以上のことからポンプと電動機間のシャフト部にフライホイールを具備し衝撃圧を軽減した特殊ポンプとした。さらにポンプ2台を据えて交互駆動とし、ポンプの過労を防ぎ、使用を安定させた。

ポンプ形式 50×40MSSIOM

ポンプ使用 口径50A、揚水量350ℓ/min、揚程420m、電動機容量45kw

フライホイール付

2) 揚水管

揚水管は揚水ポンプから山頂の貯水槽間（落差355m布設延長1,871m）を配管した。管内は静水圧3.55Mpa（落差355m）がかかるので一般のJIS 10kg/cm²の管では対応できないため、今回の配管には圧力用炭素鋼鋼管（STPG-38, SCH-G-3454）を使用した。貯水槽から延長715mまでを圧力用炭素鋼鋼管の内側ビニールライニング鋼管100A（STPG-38, SCH40-JIS-G-3454）とし、それから揚水ポンプまでの延長1,116mを圧力用炭素鋼

鋼管の内側ビニールライニング鋼管100A (STPG-38, SCH80-JIS-G-3454) として2種類の耐圧管を使用した。継手は山間部布設となる難工事と高水圧であるため、ビクトリックジョイントを使用した。又管内の衝撃圧を吸収するためにウォーターハンマーゾーバーを8台取り付け瞬間的な圧力上昇を除去した。

3) 主配水管設備工事

主配水管は山頂の貯水槽から減圧弁間(落差155m、布設建長653m)を配管した。管内は静水圧11.5kg/cm²に耐応する圧力用炭素鋼管、内面ビニールライニング鋼管450A (STPG-38, SCH40-JIS-G-3454)を使用した。又継手は同様にビクトリックジョイントを使用した。

4) 緊急遮断弁工事

緊急遮断弁は主配水管の中間(無線中継所下、無動寺谷方面と東塔方面の分岐点)に設けた。コンクリート造の地下ピットの中に遮断弁450A(モーター駆動バタフライ弁)を設けた。又手動で開くバイパス弁450A(バタフライ弁)を付加した。

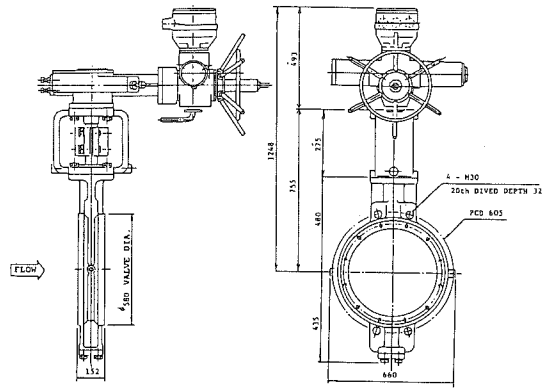
緊急遮断弁の仕様	緊急遮断弁	バタフライ型	JIS	20kg/cm ²
	定格出力	1.5kw	手動ハンドル付	
	モーター	AC200V	60HZ	3C
	制御回路	AC220V	60HZ	5C

弁はフランジをボルト締めで取付け、垂鉛メッキを施した支持金具にて床に固定した。

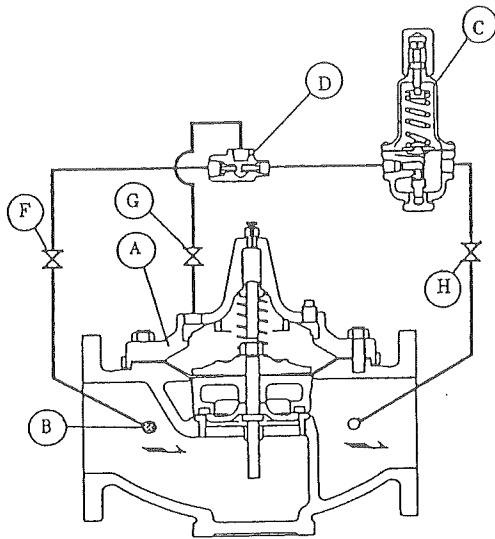
弁の遠方操作盤は減圧弁室の減圧弁監視盤の中に組入た。操作方法はこの監視盤と警備室の総合監視盤相互の押釦で開閉する。その操作用ケーブルは主配水管にそわせて埋設した。

5) 減圧弁設備工事

減圧弁は主配管より東塔地区の消火栓本管とドレンチャー本管及び西塔地区の消火栓本管とドレンチャー本管に分岐する所に設けた。その4系統に分岐するための設備と操作盤を設置するため、鉄筋コンクリート平屋建の減圧弁室を建築した。減圧弁室内には主配水管を4系統に分岐するヘッダーを組み、各系統にはストレーナー、減圧弁、仕切弁を組合せた。ヘッダーは圧力用炭素鋼管、内面ポリライニング鋼管(STPG-38, SCH40-JIS-G-3454)を使用した。仕組は第4図のごとく主配水管450Aをヘッダ主管400Aに取りそれをヘッダー枝管8本(400A 2本、200A 4本、150A 2本)を櫛状に出す、これを一次側



第3図 緊急遮断弁



PFD42型減圧弁構成部品目

- A OD3型ダイヤフラム式基本弁
- B FLI4型ストレーナ
- C PPD48型減圧弁
- D NSN3型エゼクタ
- E QRH5型流量調節弁
- F 開閉弁
- G 開閉弁
- H 開閉弁

第4図 減圧弁

として二次側はヘッダー枝管8本(400A 2本、200A 4本、150A 2本)を4系統の本管へ繋ぐヘッダー主管4本(400A 1本、200A 2本)として両ヘッダーとも工場加工のうえ耐圧検査を行った。ヘッダーにはストレーナー8台(400A 2台、200A 4台、150A 2台)、元弁12台(200A 8台、150A 4台)、減圧弁6台(200A 4台、150A 2台)、バイパス弁6個(400A)及び安全弁40A等を組込んだ。またヘッダーには操作による異常圧力上昇を防止する為に安全弁40A 2台(吹出し圧力16kg/m²)を設けた。減圧弁の設定圧力は表1の如く減圧した。

各機器はフランジ組立とし、亜鉛メッキのボルト、ナットで締付け連結した。ヘッダーは調整を容易にするため建物を半地下式とし、床面にチェカプレートを敷きプレートを取り除くと減圧弁があり床面から調整出来る。又ストレーナーは立ったまま蓋を外して中の排水も直下に溝を設け、その場で流せる構造とした。又元弁の内、操作の必要な仕切弁は検知しやすい様に床上に据付けた。

今回東塔、西塔地区の既設消火栓は全て改修した。改修であるため新設する管路は既設管路と同位置とした。施工にあたっては工事中でも既設の消火栓及び新設の消火栓を各工区に仮り配管で継ぎ合わせながら常に消火可能な状態で進めた。

屋外消火栓は地上式と地下式の2種類を用い、いずれも不凍式とし凍結を防いだ。屋外消火栓地上式双口型25基と屋外消火栓地下式2基を設けた。浄土院庭園に設置した消火栓は庭園が白川砂で敷かれているため景観上、地下式とした。

屋内消火栓は今回新たに造った2種類の不凍式とし、屋内と建物外壁面に設置した。屋内設置は配管の掘方が出来ないため副弁式とし、消火栓箱に一般の消火栓を取付けて配管が屋外に出て埋設される部分で元弁(不凍弁)を設けた。建物外壁面設置は屋外消火栓と

第1表 減圧弁設定値

減圧弁地区	弁口径	設定台数	一次側水圧	二次側水圧
東塔消火栓系統	150A	1台	0.115Mpa	0.2 Mpa
東塔ドレンチャー系統	200A	2台	0.115Mpa	0.05Mpa
西塔消火栓系統	150A	1台	0.115Mpa	0.05Mpa
西塔ドレンチャー系統	200A	2台	0.115Mpa	0.1 Mpa

同様の不凍式である。

6) ドレンチャー設備工事

i) 根本中堂ドレンチャー設備工事

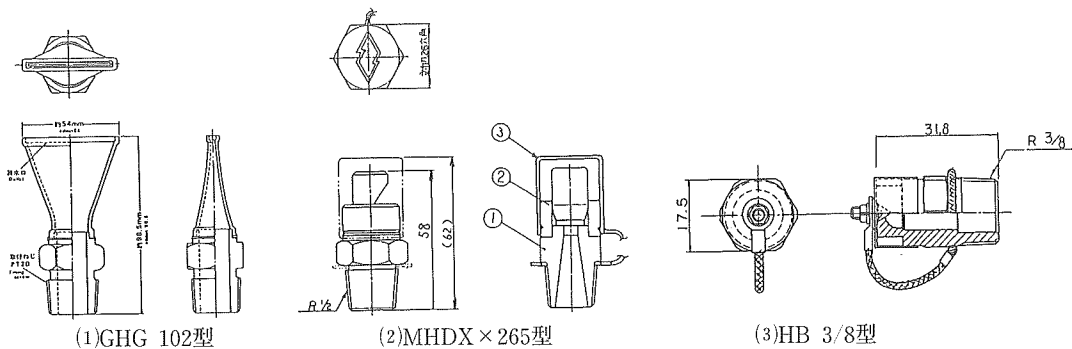
ドレンチャー吹上げ式とドレンチャー放水銃式の2種類を用いた。根本中堂は背面と南側面が石積で囲まれ、雨落から石積間が狭いためドレンチャー吹上式として屋根、庇部を守り、正面と北側面はドレンチャー放水銃式で守る。大棟部分は根本中堂背面の高台にドレンチャー放水銃を設けた。この2種類の方式をそれぞれ1区画とし、2区画の区画弁を根本中堂上方の大黒堂台地の根本中堂よりに区画弁ビットを設けて収納した。操作方法は区画弁を開くことによって、各区画のドレンチャーが一斉放水出来る。区画弁ユニットはドレンチャー本管、ポリエチレンライニング圧力用炭素鋼管400A (STPG38, SCH40-JIS-G-3454) より分岐し、元弁400A、ドレンチャー吹上げ式区画弁350A、ドレンチャー放水銃式区画弁200Aいずれも (JIS20kg/cm²) とストレーナーを組込んだ。各機器はフランジ組立とし、亜鉛メッキのボルト、ナットで締付けて連結した。

ii) ドレンチャー吹上げ式

ドレンチャーヘッダーは石積の中に組込み、分岐を石積上に出してドレンチャーヘッドを取付けた。配管は区画弁ユニットの本管400Aより水道用亜鉛メッキ鋼管350A (SGPW、JIS-G-3442) に分岐し、更に石積部分には水道用亜鉛メッキ鋼管200A (SGPW、JIS-G-3442) を用いて石積裏込め部 (天端より80cm前後) に埋設した。なお、配管の端末と下り勾配から上り勾配に変わる位置には凍結防止用として自動排水弁を設けて、放水を停止すると管内の残水を除去する。配管の支持は4m間隔にコンクリート杭 (径150、長さ2m) を打ってコンクリート基礎で固め、据付はまず基礎天端に溝型鋼により台座を造り、基礎埋込みのアンカーボルトで固定し、次にU型バンドをボルト、ナットで管を締付けた。

iii) ドレンチャー放水銃式

配管は区画弁ユニット本管400Aより内面ビニールライニング鋼管200A~100A (SGPW、JIS-G-3442) に分岐し、各放水銃へ台数に応じて順次管径を細めて配管した。操作方式は区画弁を開くと各放水銃の格納箱の筒先部の蓋が水圧により自動的に開き一斉放水する。



ドレンチャーヘッド型式	放水圧力	放水量	設置ヘッド個数	同時放水量	合計放水量
GHG-102型	0.5Mpa	150 L/MIN	64個	9,600 L/MIN	12,854 L/MIN
HB-3/8型	0.5Mpa	50 L/MIN	55個	2,750 L/MIN	
MHDX-265型	0.5Mpa	56 L/MIN	9個	504 L/MIN	

第5図 ドレンチャーヘッド詳細図

放水の方法は各放水銃の位置より建物へ向けて固定したが、手動によっては自由に角度が変えられる。放水銃は凍結防止のため不凍式とし、放水銃格納箱は景観上から基礎を半地下として放水銃が完全にセットしたまま入り、又容易に操作が出来る最小限の大きさの箱とした。

7) 電気設備工事

i) 高圧受電盤

高圧受電盤は揚水ポンプ用電動機（使用電圧210V）と遠方制御用として、水源地位置（標高489m）にあるポンプ室の最上に設置した。電源は東塔地区にある警備室横の屋外キュービクル（東塔地区全域の受電元）から分岐して受電盤まで延長1,125mを送電した。電線はスチールコルゲートケーブルを揚水管の掘方中に揚水管上（約80cm）に埋設し、ケーブルの上に高圧表示テープを埋めた。ケーブルはCV222×3C（6.6KV、MAZV）とCVV3155×22C（600V、MAZV）とCVV5.55×5C（600V、MAZV）2本及びCVV2.0×6C（600V、MAZV）である。なお配線距離が長いので回路中間2ヶ所（東塔ドライブウェイ駐車場の北方北谷への入口近くと同駐車場の南方道路との間）に中継盤を設けた。高圧受電盤は下記の仕様である。

高圧受電盤	屋外自立型（キュービクルタイプ）	1次側	3φ3w	6.6KV
		2次側	3φ3w	210V

ii) 揚水ポンプ操作盤

揚水ポンプ操作盤は揚水ポンプ用電動機（45kw）盤で、ポンプ室内の壁面に取付けた。

ケーブルはCV 8 × 3 C (600V、MAZV) である。操作は貯水槽の減水と減圧弁監視盤（以下に記す）の異状流出表示を確認して釦で閉じる。又操作盤から総合監視盤まで建長564mを送電した。電線はスチールコルゲートケーブルで東塔系統本管と同時埋設した。ケーブルの規格は減圧弁操作盤で記す。これにより操作盤と総合監視盤の相互操作が出来る。

iv) 減圧弁監視盤

減圧弁監視盤は東塔、西塔の分岐点位置（標高729m）にある減圧弁室内の壁面に取付けた。この盤は東塔消火栓系統、東塔ドレンチャー系統、西塔消火栓系統及び西塔ドレンチャー系統の各々に減圧弁と各系統元弁の監視盤である。監視盤には交流電源灯、各系統元弁の開、閉表示、異状流水表示、電話器を備えるが、元弁は手動で開、閉する。又監視盤と警備室まで延長564mを送電した、電線はスチールコルゲートケーブルで東塔系統本管と同時埋設した。ケーブルはCVV5.55 × 5 C 2 本、CVV3.55 × 22C及びCVV2.00 × 6 C でいずれも（600V、MAZV）で警備室の総合監視盤へ信号を送った、これにより監視盤と総合監視盤の相互監視が出来る。

v) 総合監視盤

総合監視盤は東塔地区にある警備室内の壁面に納めた。この監視盤は前記した各操作盤及び監視盤更に貯水槽の液面リレー等からケーブルで受けて相互連絡を取り一括にまとめた。操作及び表示は揚水ポンプの起動と停止操作及び運転表示、ポンプ異状表示、貯水槽の満減水表示と異状表示、緊急遮断弁の開閉操作と表示、更に東塔、西塔地区消火栓系統の元弁及び東塔、西塔地区ドレンチャー系統の元弁、計4台の元弁の開閉表示である。この盤は地図式に表し盤面に貯水槽、ポンプ室、減圧弁室などを配置して、その位置に操作盤及び表示等を設けた。電話機は屋外受電盤と高圧送電中継盤を除く総合操作盤と各操作盤及び監視盤に取り付け相互に連絡が取れる。

付. 自動火災報知設備用避雷装置実験

1. はじめに

滋賀県下に於いては落雷による自動火災報知設備の損傷が度々あり、昭和55年度滋賀県文化財保護課の提案によって近畿府県の文化財担当課と自治省消防研究所、大津市消防署、電気技術者、自動火災報知機器メーカー、避雷器メーカー、電気工事業者で協議会をもち「自動火災報知設備を保護する装置について」関西地域の被害状況をもとにして検討した。その後昭和57年3月に「自動火災報知設備の雷害対策例」が自治省消防研究所より文化庁へ提示された。延暦寺では昭和56年度から防災施設事業を着手しており、又延暦寺に於いても自動火災報知設備のみならず電気設備全般に雷災害が多く、昭和57年夏期より現地実

験を行って開発した避雷器の内、一番性能の良い機種を取付ける事とした。実験は既設自動火災報知設備を利用して、自動火災報知機器メーカーよりニツタン、能美防災の2社、避雷器メーカーより音羽電機三光社の2社、計4社から自社開発の機種により実施した。

2. 実験室での雷サージ模擬試験

延暦寺に於ける自然雷を想定すると図1～5が考えられる。これに近い状態を模擬して[JEC-212電気学会電気規格調査会標準規格（インパルス電圧・電流試験一般）その他]に基づき実験をした。

実際は1と3が誘導雷となり、4、5は直撃雷となる。2、4、5は近くの樹木に落雷し、アレスターの接地線から侵入して来るサージも直撃雷の一部と考える。従って誘導雷に対する検証となれば1、3を模擬する事になる。ここで誘導雷、直撃雷の違いは波型にあるが、電流値の大きさによって決まるものであり、直撃雷の波形は急激に立ち上がって、大電流となり短時間に終了する。この波形が例えば近くの感知器～受信機間のケーブルに誘導された場合、配線が長ければインパルスは立上りが低くなり、その分横方向（時間）に広がり遠くへ伝搬して行き序々に減衰する。

第12図インパルス波形に見る通り直撃雷と誘導雷の波形違いが判る。それへの波形はトータルのエネルギー（電流値×継続持続時間）で見れば同じである。誘導雷として伝搬して行く場合、徐々に減衰していくのですから波形としても直撃雷に近い波形を使用しても電流値を小さく（エネルギーを小さく）設定すれば良いと考え下記試験1～4を行った。

前記3（第7図）を模擬した方法として試験1、第8図が又、前記1、を模擬した方法として試験2、第8図を行なった。試験結果は紙面に限りがありここでは割愛する。

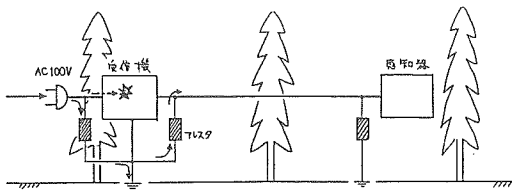
試験条件

- (1) EP加電流 500A→1000A→2000A→3000A→4000A→5000A→7000A→9000A→10000A
- (2) 印加回数 上記電流値 各1回
- (3) 印加波形 +8/20→ μ S

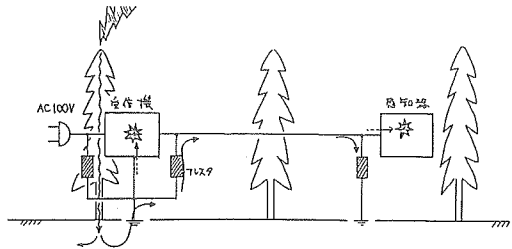
試験方法

1メーカーのものをセット後、下記の順序で雷インパルス電流を印加した。これを4メーカーにわたり、同一電流にて試験を行い終了すれば印加電流値を上げて同じく4メーカーを入れ替え、試験を行いこれをくり返し行った。

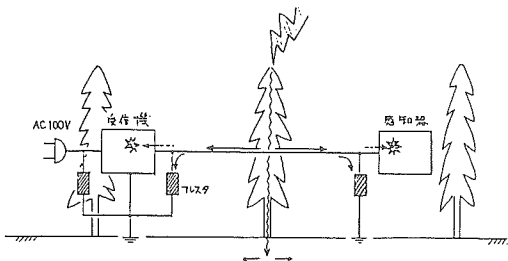
- ① 試験1の場所に雷インパルス電流を印加する
- ② 受信機、感知器が正常動作しているかチェックする
- ③ 試験2の場所に雷インパルス電流を印加する
- ④ 受信機、感知器が正常動作しているかチェックする



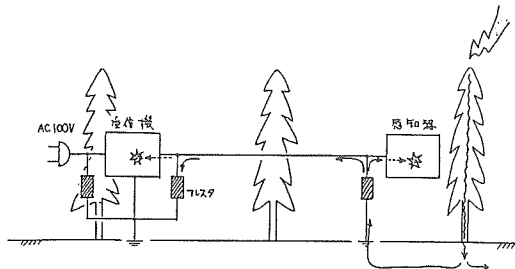
第7図 落雷パターン（1）
電源側より誘導雷を受け受信機に入った場合。



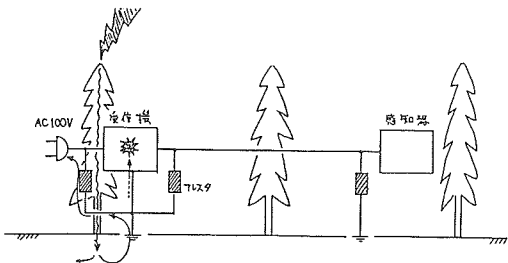
第8図 落雷パターン（2）
受信機近くに落雷があり、アースより受信機
又ケーブルを伝わって感知器に至る場合。



第9図 落雷パターン（3）
受信機、感知器間のケーブル附近に落雷が受
信機、感知器に至る場合。



第10図 落雷パターン（4）
感知器附近に落雷があり、アースを伝わって
感知器、受信機に至る場合。



第11図 落雷パターン（5）
受信機附近に落雷があり、アースを伝わって
受信機に至る場合。

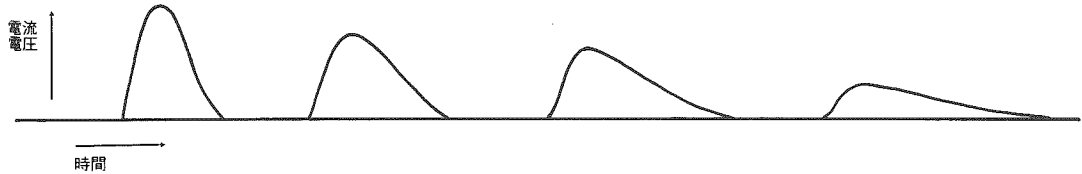
判 定

受信機が正常動作しなくなればその時点でそのメーカーの試験は終わりとし、アレスターの保護能力値としてはその前に印加した電流値とした。

測 定

1) 雷インパルス電流及び雷インパルス電圧

印加の理由



第12図 インパルス波形

雷はある電圧（雷インパルス電圧）と、ある電流（雷インパルス電流）を持ったエネルギーとして侵入する。例えば、L、C線から雷が侵入して接地線を通して大地に流れたとし（試験1の場合）、L、C線に繋がった半導体回路とケース間の絶縁は、ある電圧までは持ち堪えるが（これを耐電圧と呼ぶ）、これを越えると、この間で放電が起こり、その放電路を通してある電流が流れる。この時、電流が少なければ破壊の程度が少なく、逆に多ければ、大きく破壊する。

簡単に壊れないように、アレスターを入れ保護するわけであるが、アレスターは種類により雷インパルス電流を流す能力が異なる。この能力を超えたものが流れれば、アレスターは壊れ、保護している機器を壊す。雷インパルス電流を流す試験（試験1～3）では、各メーカーが取り付けしているアレスターが、どの位の雷インパルス電流まで吸収し、破壊（装置破壊を含む）するかの性能を見るために行った。このときの雷インパルス電圧はアレスターにより、低く押さえられ、この値もメーカーにより異なる。

雷インパルス電圧を流す試験（試験4）では、アレスターを取り外して、各メーカーの装置に加わる雷インパルス電圧値を同じにして、各メーカーの装置がどの電圧まで破壊をせず耐えられるか（耐電圧）を試験した。この場合は、雷インパルス電流値は700Aと小さく、エネルギーが小さいため、装置は大きくは崩れないが、確認は可能である。

2) JEC-212の目的と、標準波形の意味

試験を行う場合は、試験規格に基づいて行う必要があり、このような試験を行う場合は、JEC-212電気学会電気規格調査会標準規格「インパルス電圧電流試験一般」第14編インパルス電圧試験、第2編インパルス電流試験の適用範囲に、「電気機器並びにその他の電気工作物のインパルス電圧、電流に対する特性を確かめるための試験に適用する」と明記があり、この試験規格に基づいて、試験を行った。

標準波形として8/20 μ Sを使用するのは、JEC-2123、インパルス電流試験に用いる標準インパルス電流は、 $\pm 8/20\mu\text{S}$ および $\pm 4/10\mu\text{S}$ のインパルス電流とする、と定義されておりこの波形を用いた。