～　国宝久能山東照宮を守るために　～

（国宝）（重文）久能山東照宮　本殿・石の間・拝殿ほか１３棟建造物
防災施設設計・工事監理

株式会社フジヤマ　海野剛司

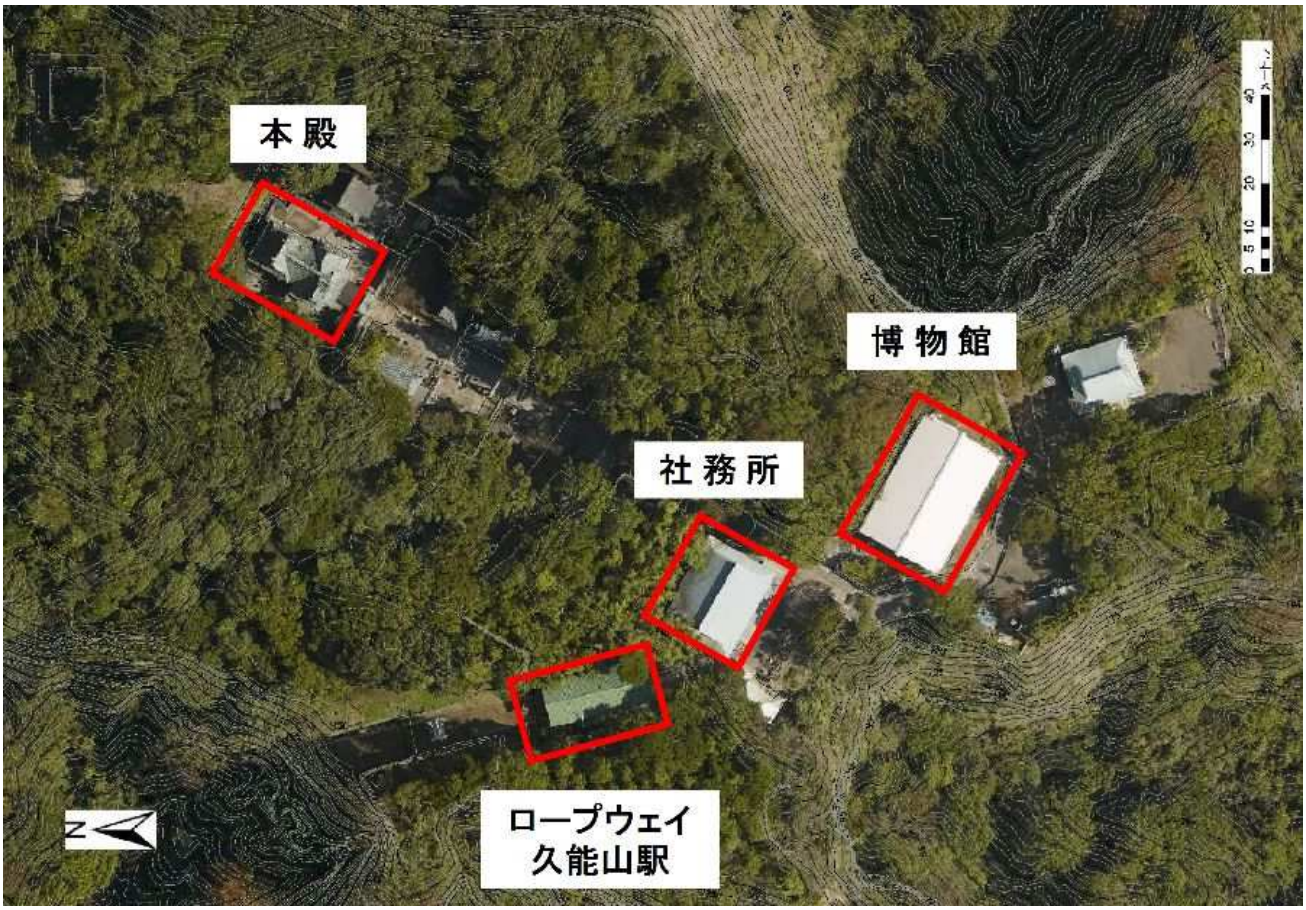
１．はじめに

①久能山の位置

久能山東照宮は、旧静岡市と旧清水市にまたがる有度山（日本平）の南麓に位置しており、アクセス方法は、日本平山頂から日本平ロープウェイによる方法、または海側から１１５９段の階段を登る方法の２つのみであり、車両によるアクセスは不可能である。

②計画地

本計画地は、久能山東照宮の西麓と西麓側の山地、境内である。
西麓側の山地は非常に急峻な山林となっており、境内はこれらの山林に囲まれている状況である。



２．業務概要

①設計業務（平成２６年度）

◇送配水管設計

◇水管橋設計（ｎ＝２箇所）

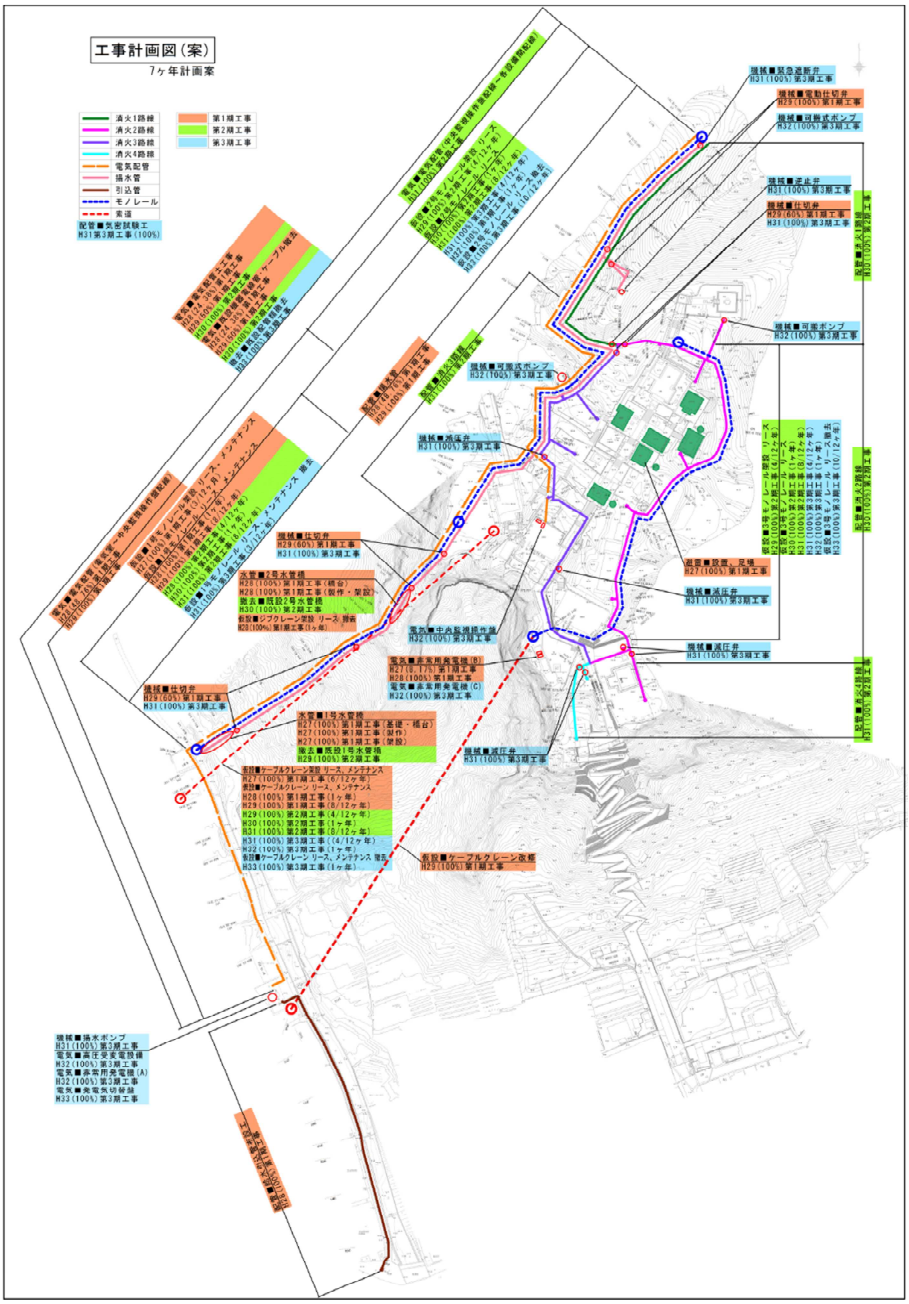
◇ポンプ施設等設計

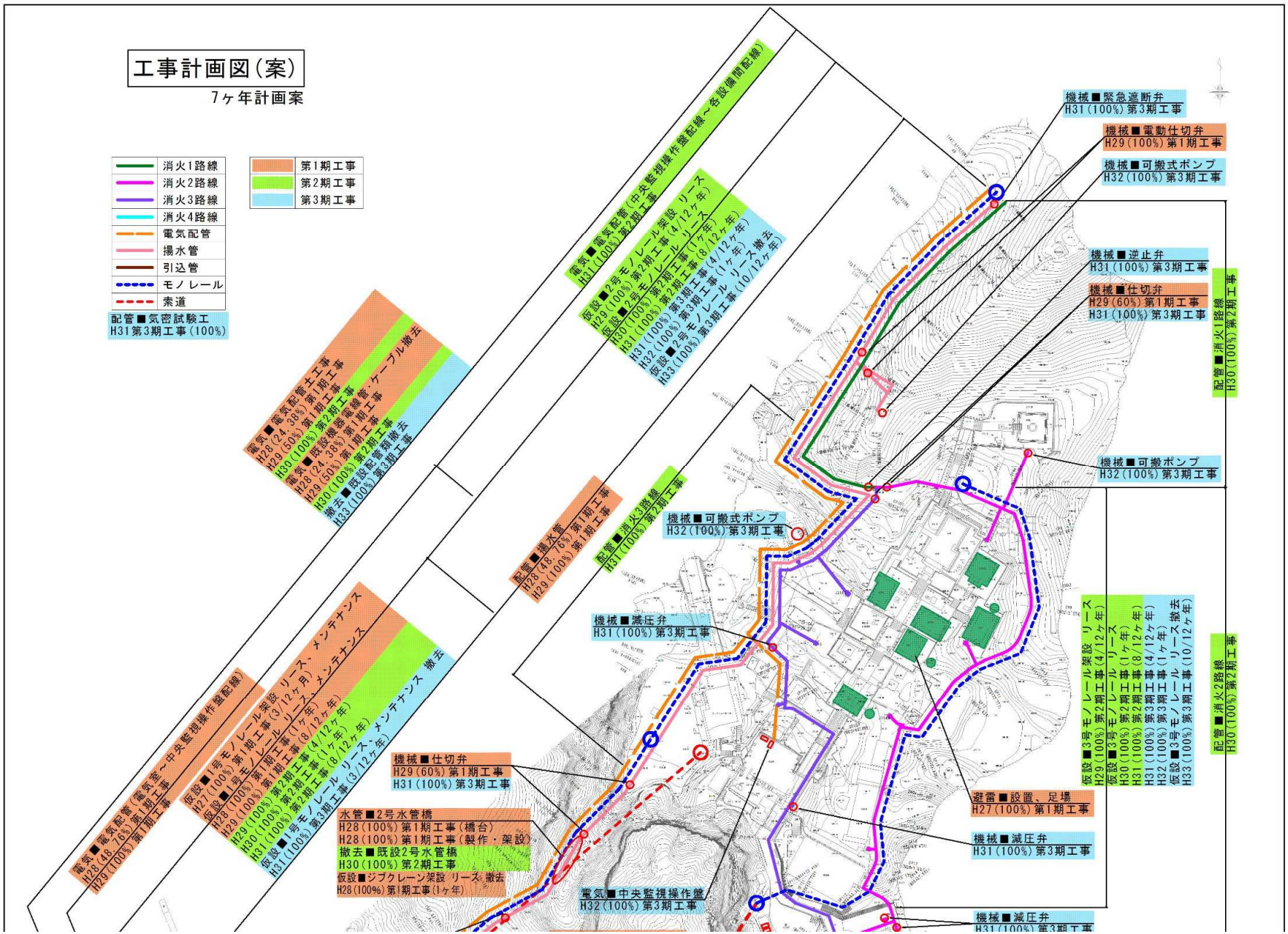
◇防火計画・防雷計画・耐震診断

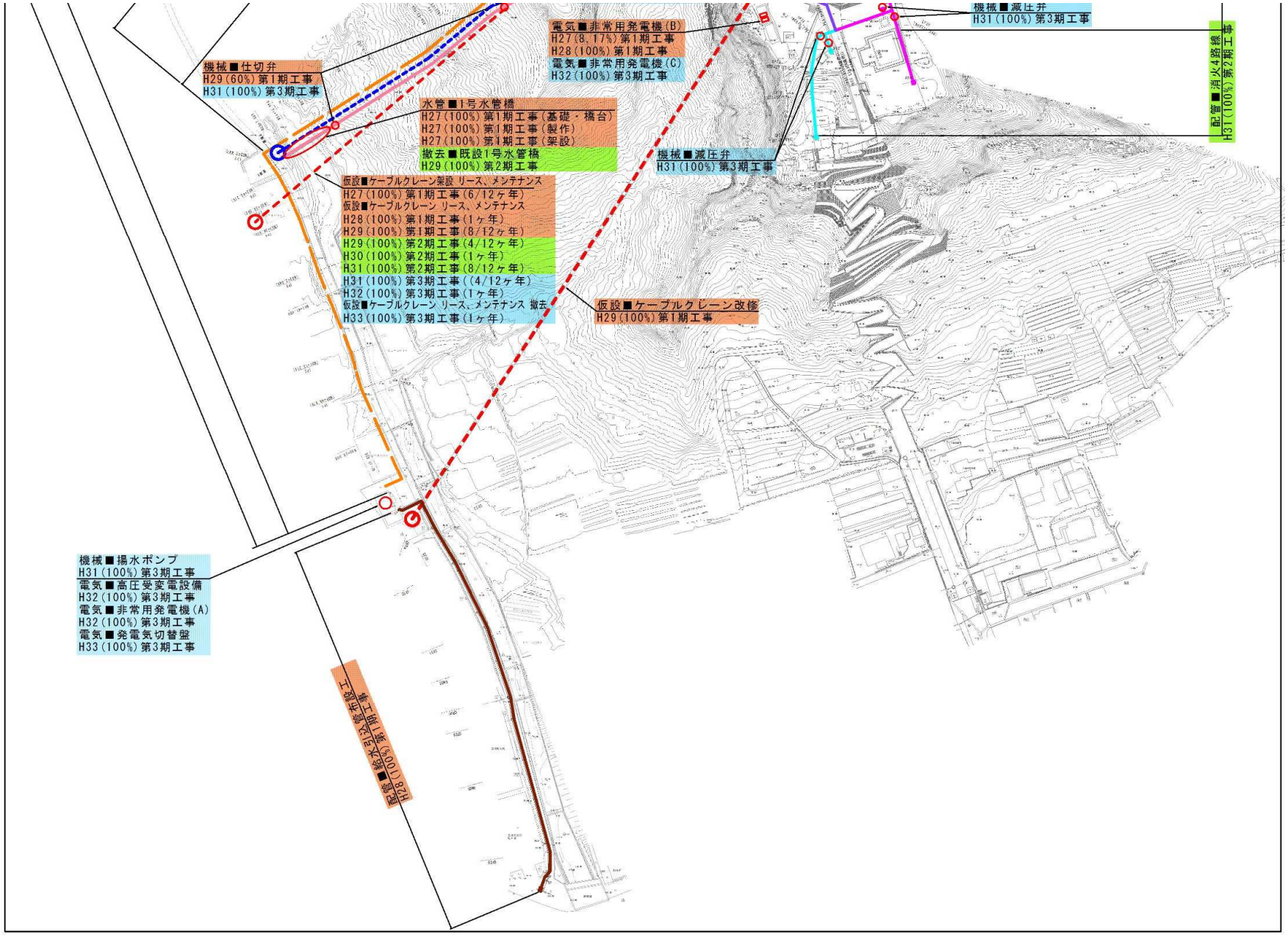
②工事管理業務（平成２７年度～平成３３年度）

◇入札、工事、予算事務

◇工事監理




工事計画図（案）
7ヶ年計画案
消火1路線
消火2路線
消火3路線
消火4路線
電気配管
揚水管
引込管
モノレール
索道
第1期工事
第2期工事
第3期工事
配管■気密試験工
H31第3期工事（100%）
電気■電気配管（電気室～中央監視操作盤配線）
H28（48.76%）第1期工事
H29（100%）第1期工事
電気■電気配管（中央監視操作盤配線～各設備間配線）
H31（100%）第2期工事
電気■電気配管土工事
H28（24.38%）第1期工事
H29（50%）第1期工事
H30（100%）第2期工事
電気■既設機器撤去、ケーブル撤去
H28（24.38%）第1期工事
H28（50%）第2期工事
H30（100%）第2期工事
撤去■既設配管類撤去
H33（100%）第3期工事
仮設■1号モノレール架設 リース、メンテナンス
H27（100%）第1期工事（3/12ヶ月）
仮設■1号モノレール架設 リース、メンテナンス
H28（100%）第1期工事（3/12ヶ月）
H29（100%）第1期工事（1ヶ年）
H29（100%）第2期工事（8/12ヶ年）
H30（100%）第2期工事（4/12ヶ年）
H31（100%）第2期工事（8/12ヶ年）
仮設■1号モノレール リース・メンテナンス 撤去
H31（100%）第3期工事（3/12ヶ年）
仮設■2号モノレール架設 リース
H29（100%）第2期工事（4/12ヶ年）
H30（100%）第2期工事（8/12ヶ年）
H31（100%）第3期工事（4/12ヶ年）
H32（100%）第3期工事（8/12ヶ年）
H33（100%）第3期工事（10/12ヶ年）
仮設■2号モノレール リース撤去
H33（100%）第3期工事
配管■揚水管
H28（48.76%）第1期工事
H29（100%）第1期工事
配管■消火3路線
H31（100%）第2期工事
機械■可搬式ポンプ
H32（100%）第3期工事
機械■減圧弁
H31（100%）第3期工事
機械■仕切弁
H29（60%）第1期工事
H31（100%）第3期工事
水管■2号水管橋
H28（100%）第1期工事（橋台）
H28（100%）第1期工事（製作・架設）
撤去■既設2号水管橋
H30（100%）第2期工事
仮設■ジブクレーン架設 リース 撤去
H28（100%）第1期工事（1ヶ年）
電気■中央監視操作盤
H32（100%）第3期工事
機械■緊急遮断弁
H31（100%）第3期工事
機械■電動仕切弁
H29（100%）第1期工事
機械■可搬式ポンプ
H32（100%）第3期工事
機械■逆止弁
H31（100%）第3期工事
機械■仕切弁
H29（60%）第1期工事
H31（100%）第3期工事
配管■消火1路線
H30（100%）第2期工事
機械■可搬ポンプ
H32（100%）第3期工事
仮設■3号モノレール架設 リース
H29（100%）第2期工事（4/12ヶ年）
仮設■3号モノレール リース
H30（100%）第2期工事（1ヶ年）
H31（100%）第2期工事（8/12ヶ年）
H31（100%）第3期工事（4/12ヶ年）
H32（100%）第3期工事（1ヶ年）
仮設■3号モノレール リース撤去
H33（100%）第3期工事（10/12ヶ年）
配管■消火2路線
H30（100%）第2期工事
避雷■設置、足場
H27（100%）第1期工事
機械■減圧弁
H31（100%）第3期工事
機械■減圧弁
H31（100%）第3期工事



機械■減圧弁
H31(100%)第3期工事
配管■消火4路線
H31(100%)第2期工事
電気■非常用発電機(B)
H27(8.17%)第1期工事
H28(100%)第1期工事
電気■非常用発電機(C)
H32(100%)第3期工事
機械■仕切弁
H29(60%)第1期工事
H31(100%)第3期工事
水管■1号水管橋
H27(100%)第1期工事(基礎・橋台)
H27(100%)第1期工事(製作)
H27(100%)第1期工事(架設)
撤去■既設1号水管橋
H29(100%)第2期工事
機械■減圧弁
H31(100%)第3期工事
仮設■ケーブルクレーン架設 リース、メンテナンス
H27(100%)第1期工事(6/12ヶ年)
仮設■ケーブルクレーン リース、メンテナンス
H28(100%)第1期工事(1ヶ年)
H29(100%)第1期工事(8/12ヶ年)
H29(100%)第2期工事(4/12ヶ年)
H30(100%)第2期工事(1ヶ年)
H31(100%)第2期工事(8/12ヶ年)
H31(100%)第3期工事((4/12ヶ年)
H32(100%)第3期工事(1ヶ年)
仮設■ケーブルクレーン リース、メンテナンス 撤去
H33(100%)第3期工事(1ヶ年)
仮設■ケーブルクレーン改修
H29(100%)第1期工事
機械■揚水ポンプ
H31(100%)第3期工事
電気■高圧受変電設備
H32(100%)第3期工事
電気■非常用発電機(A)
H32(100%)第3期工事
電気■発電気切替盤
H33(100%)第3期工事
配管■給水引込管布設工
H28(100%)第1期工事

３．久能山東照宮の歴史、文化価値の変遷、観光的・社会的価値の変化

①久能山東照宮の歴史

西暦６００年に久能忠人が山を開き、寺を建て「ぶだらくさん久能寺」と名付け、久能山と呼ばれる様になった。戦国時代には、武田信玄が久能寺を近くの鉄舟寺に移し、久能城という名前の城を築いていた。

その後、駿河一帯が徳川氏のものとなり、晩年を駿府城で過ごした徳川家康が、１６１６年に７５年の生涯をとじると、遺骨は久能山に埋葬され、二代将軍徳川秀忠の命により、現在の久能山東照宮が建てられた。

②久能山東照宮の文化価値

久能山東照宮（本殿・石の間、拝殿）は、県内唯一の「国宝」である。

社殿は、当時の最高の建築技術や芸術が結集された「権現造り」と呼ばれる様式で、中井正清という有名建築家の晩年の傑作であり、４００年前の姿かたちが残ることを評価され、平成２２年に国宝に指定されている。

なお、久能山東照宮ではこの他に、唐門（からもん）、楼門（ろうもん）、神楽殿（かぐらでん）などの１３棟の建造物が重要文化財に指定されている。

ここで、文化財の分類について説明すると、「重要文化財」とは「国指定重要文化財」を指し、文化財保護法の適用を受けるもので、「県指定重要文化財」「市指定重要文化財」よりも各上の扱いとなる。

③久能山東照宮の観光的・社会的価値の変化

我が国では、平成２０年に「観光立国」の推進を立ち上げ、観光庁を創設し、「観光立国の実現に向けた取り組みを続けており、為替の影響も含め、訪日する外国人旅行者数が急増し、静岡県もその例外では無い。

一方で現在、地方においては人口減少、少子高齢化に直面しており、観光による雇用の創出などの「地方創生」が最重要課題となっている。

静岡県や静岡市においても、平成２１年６月に開港した富士山静岡空港を起爆剤に、中国や台湾を中心とした訪日外国人の増加を期待し、観光をベースとした種々の施策を発表している。

これらの前提を踏まえ久能山東照宮の社会・文化的価値は一段と拡大しており、「質の高い観光資源」を維持していく上で、総合的な再整備計画や、当社が受託した防災施設整備の必要性が非常に高まっていると言える。

４．久能山東照宮の防災施設の現状

①現状の送配水システム

久能山東照宮の防火用水の水源は静岡市の上水道であり、旧国道１５０号線の本管からポンプ場（受水槽）に引き込み、ポンプ圧送により山上にある防火用水槽に送水し、そこから自然圧パイプラインにより、境内の外周に張り巡らされた防火用水配水管路に送水されている。

なお、現状の管材は、ほとんどの区間が鋼管となっており、地中埋設を基本とするが、急勾配部は露出配管、河川・谷横断部は橋梁形式となっている。

②現状に関する見解書の作成

本設計では、設計作業に先立ち、資料調査（整備履歴）、並びに管路、水管橋調査、過去に生じた漏水要因調査を実施するものとした。

ⅰ　資料調査（整備履歴）

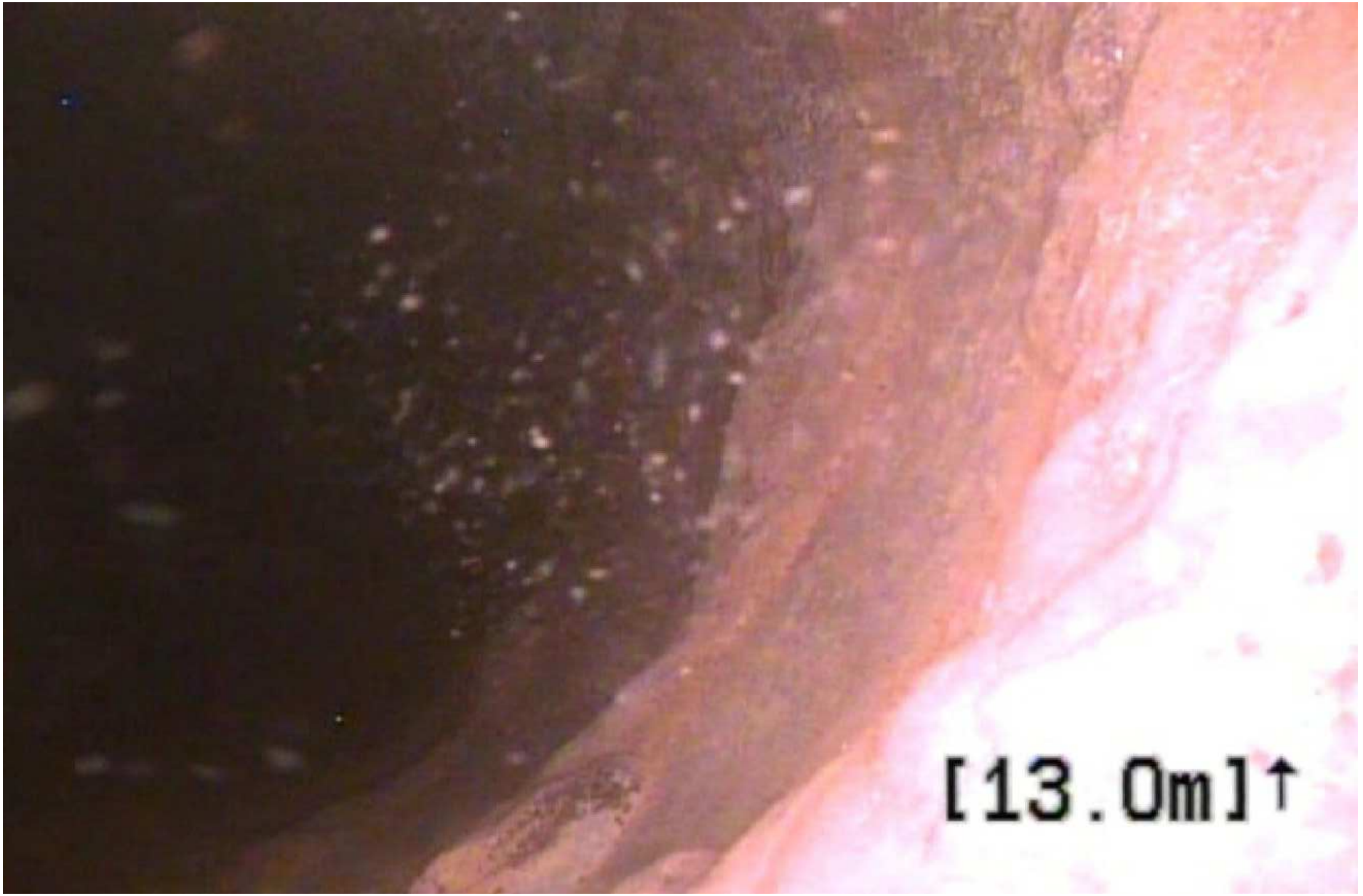
昭和 26 年から 27 年に、当初の防災設備が整備されている。この時は、水源は境内にある井戸を利用しており、井戸の揚水ポンプや、消火栓数基が整備されている。

次に昭和 46 年から 48 年に、山下の市水道を水源とした本格的な防災設備工事が行われており、現在の防災設備となっている。

ⅱ　管路調査

断水を行い、ファイバースコープを用いた視認調査を行った。

その結果、多量の赤錆が管内を浮遊していることが確認でき、弁類への堆積や、これに伴う弁類の機能低下、水脈の不安定化の可能性が懸念された。


[13.0m]↑

iii　水管橋調査

近接目視調査を行った結果、トラス橋のトラス接合部や基礎部等の主要部で複数の腐食、変形が確認されたため、損傷レベルは非常に高く、改修が必要であると判断した。

iv　主要施設耐震診断

耐震診断に必要な、建築図面を入手、検討し、ポンプ室水槽、消火用水槽（ＲＣ）、消火用水槽（ステンレス）について耐震診断を行った。

静岡県建築構造設計指針・同解説に従い検討し、その結果、地震時動水圧を受けた壁の許容最大Ｇは０．８Ｇ程度（震度６弱）であることを確認し、外観目視調査の結果、構造的な損傷や劣化が見られなかったことから、既設利用するものとした。

５．防災施設設計における問題点や課題点とその対応

①管路設計について

送水管ルートは、屏風谷と呼ばれる非常に急峻な地形を通過する必要があった。また、久能山一帯が史跡に指定されており、文化庁の現状変更許可を得るため、土地の形質の変更を最小限にする必要があったため、現行ルートの側方通過を基本とした。

地形的な制約から、通常の計画・施工が極めて困難であった。また、既設の荷揚げ用ケーブルクレーンは、老朽化が進み荷重制限（３ｔ→１ｔ）が生じていたため、工事専用の仮設ケーブルクレーンを設置する計画とした。仮設ケーブルクレーンは、山腹に計画する２号水管橋の搬入・架設方法とすることを主目的に据え、同水管橋の架設予定地上空を通過するルート選定を行った。

境内における観光客への工事影響を最小限に抑える必要があるため、資材搬入のための３ｔ積みモノレールは、境内の外縁に計画するものとした。

②水管橋設計について

現行の耐震基準を満たしていないため、現行の耐震化を行うものとした。塩害等による腐食が確認されているため、耐腐食性能を付加するため、ステンレス化を行うものとした。水管橋の構造は、H型鋼を用いた簡易な構造等も提案したが、維持管理のための接道が無く、配管ルート沿いに管理通路を設ける必要があったため、水管橋上部に歩廊が設置できることを条件とし、現行と同様の逆三角トラス構造を採用した。

③ポンプ設計について

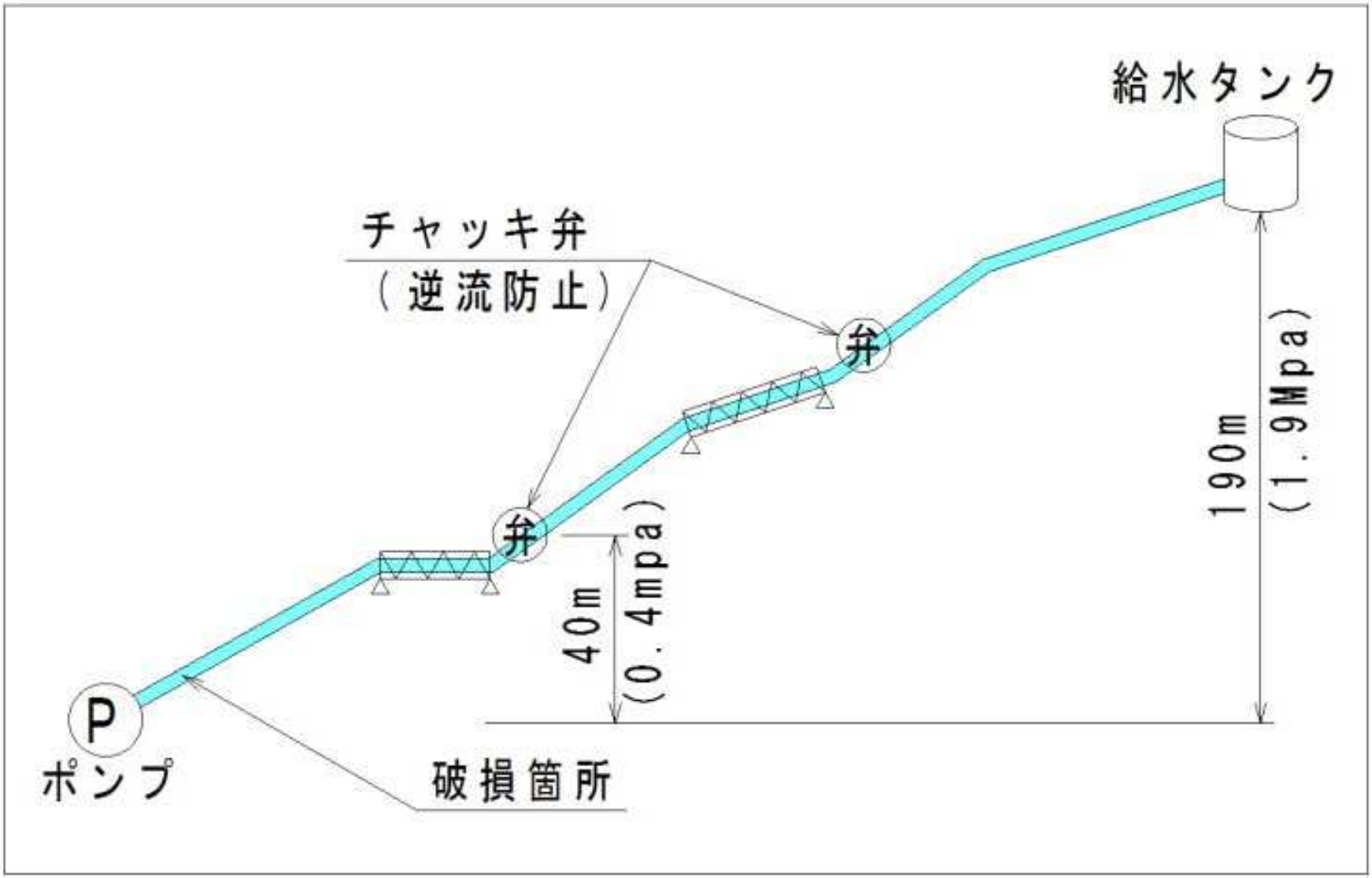
現行のポンプ施設は、２台の渦巻きポンプによる交互運転であるが、老朽化に伴い断続的に誤作動が生じていたため、更新する計画とした。また、ポンプと給水タンクまでの送水管路には、２基のチャッキ弁（逆止弁）が山腹に設置（次頁上図参照）されていたが、過年度に管路中で漏水が発生していた。

この要因を検討するにあたり、管本体の耐圧強度に問題が無いことが解っていたため、チャッキ弁の誤作動が要因ではないかと推定し、ポンプの稼働・停止実験における内水圧の計測（次頁下図参照）を行なった結果、下記の内容が判明した。

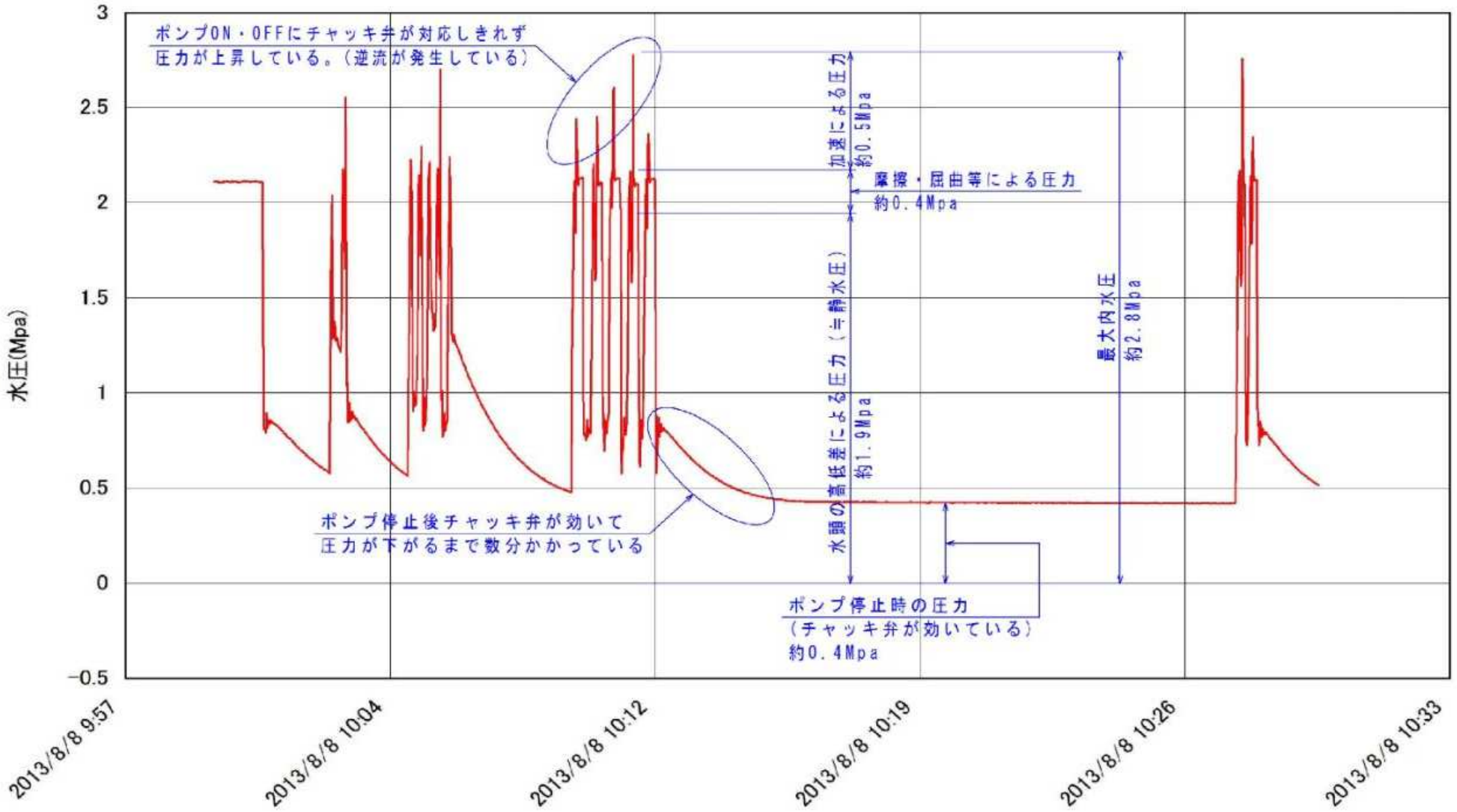
- ポンプＯＮ・ＯＦＦの連続時に、チャッキ弁の動作にタイムラグが生じており、また発生する増加圧力は連続するほど上昇する傾向が見られる。
- ポンプ停止後は、チャッキ弁の作動により水圧が大幅に低減されるが、ポンプ停止時の一定圧力に下がるまでに、緩和曲線的に一定の時間を要している。
- 上記のチャッキ弁の作動は、老朽化や内部腐食等により機能低下が生じ、動作の不具合が生じやすくなっている可能性が高い。

これらを踏まえ、設計に際しては、水圧の不安定要因となりうる弁類の設置は止めるものとし、その代わりにポンプ側に水撃緩衝装置（フライホイール）の設置を行うものとした。また、これに合わせて、管路中の減圧装置が無くなるため、設置する管の耐圧強度を十分な強度まで上げるものとした。

送水管モデル図



ポンプの稼働・停止実験における内水圧の計測図



④防火計画

本計画地では、境内の外縁に消防用の放水銃が１４基配置されており、消防設備業者を伴い施設状態の確認を行った結果、継続利用が可能であると判断した。

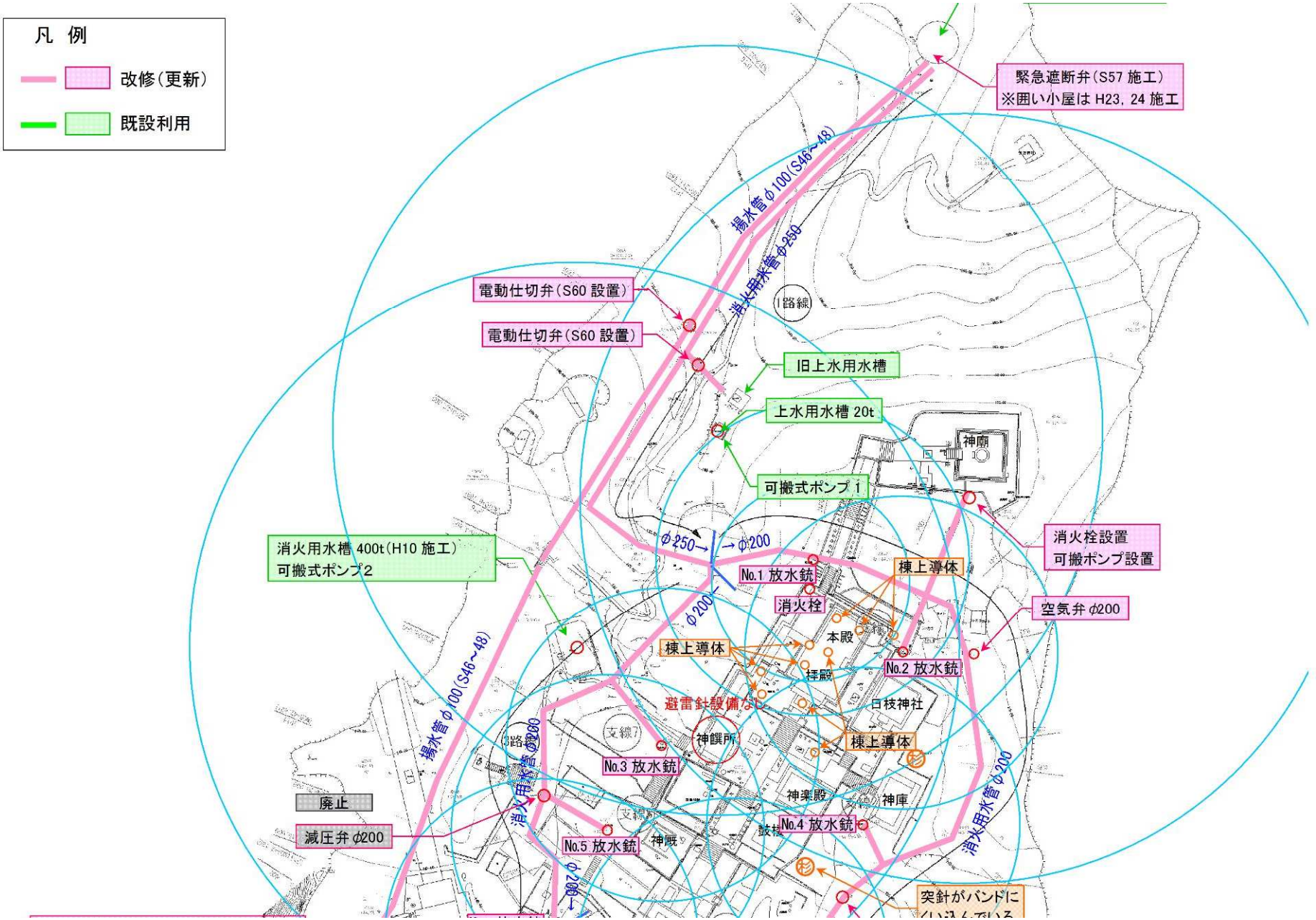
従来は、現施設に応じた消火能力の詳細が不明確な状態であったため、本計画では施主（久能山東照宮）、文化庁、静岡県、静岡市と現地消火条件を勘案した協議を実施し、放水銃の放水可能範囲、１建造物の火災に対し必要となる放水銃の数を３基と判断した上で、同時放水した場合の本格放水使用可能時間を検討した。

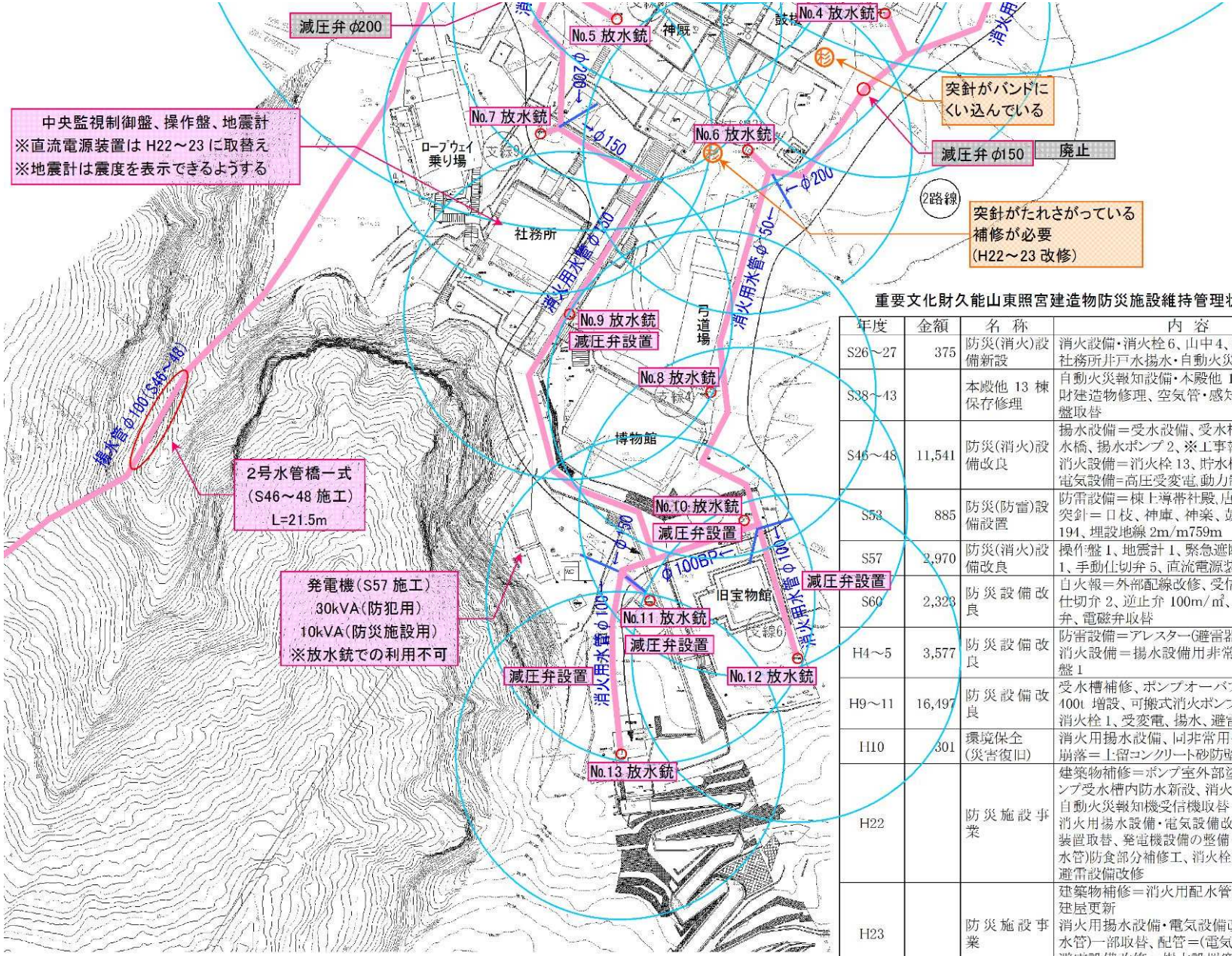
その結果、使用可能用水量は、既設の消火用水槽４００ｍ３×２基の８００ｍ３とした場合、３基使用の場合消火時間が４時間となること、また火災が延焼し全体火災を想定した場合の本格放水使用可能時間は１時間４５分となることを確認し、防災計画として立案した。

⑤防雷計画

既設避雷設備は、国宝である本殿を除き、境内を囲む樹木の先端に取り付けられた樹上突針により防雷を行っていたが、維持管理が非常に困難（地上３０ｍまで、きこりが昇る必要がある）であった。また、樹上突針の取付バンドが幹に食い込み、樹木の生長阻害要因となっていることも問題となっていた。

そのため、樹上突針を廃止し、整備済みの本殿以外の建造物全てに、棟上導体を取付ける計画を採用した。なお、棟上導体は、景観への配慮から、銅板の貼付け方式とし、景観に配慮した。また、境内を同電位にすることにより境内内での放電を阻止できることから、ループ状のアースの構築を提案し、採用した。


凡 例
改修(更新)
既設利用
緊急遮断弁(S57 施工)
※囲い小屋は H23, 24 施工
揚水管 φ100(S46~48)
消火用水管 φ250
電動仕切弁(S60 設置)
電動仕切弁(S60 設置)
旧上水用水槽
上水用水槽 20t
可搬式ポンプ 1
神廟
消火栓設置
可搬ポンプ設置
消火用水槽 400t(H10 施工)
可搬式ポンプ2
φ250→
→φ200
φ200→
No.1 放水銃
棟上導体
消火栓
空気弁 φ200
本殿
棟上導体
No.2 放水銃
拝殿
避雷針設備な
日枝神社
神饌所
棟上導体
No.3 放水銃
廃止
減圧弁 φ200
神楽殿
神庫
No.4 放水銃
No.5 放水銃
神厩
揚水管 φ100(S46~48)
消火用水管 φ200
消火用水管 φ200
突針がバンドに



重要文化財久能山東照宮建造物防災施設維持管理状況調査

年度	金額	名 称	内 容
S26～27	375	防災(消火)設備新設	消火設備・消火栓 6、山中 4、5t 貯水タンク、社務所井戸水揚水・自動火災報知設備
S38～43		本殿他 13 棟保存修理	自動火災報知設備・本殿他 13 棟指定文化財建造物修理、空気管・感知器改良・受信盤取替
S46～48	11,541	防災(消火)設備改良	揚水設備＝受水設備、受水槽、揚水管、揚水橋、揚水ポンプ 2、※工事報告書刊 消火設備＝消火栓 13、貯水槽 400t 電気設備=高圧受変電,動力制御監視盤等
S53	885	防災(防雷)設備設置	防雷設備＝棟上導帯社殿,唐,東,廟,渡,玉突針＝口枝、神庫、神楽、鼓楼、神厩、棒 194、埋設地線 2m/m759m
S57	2,970	防災(消火)設備改良	操作盤 1、地震計 1、緊急遮断弁 1、発電機 1、手動仕切弁 5、直流電源装置 1
S60	2,323	防災設備改良	自火報＝外部配線改修、受信盤取替、電動仕切弁 2、逆止弁 100m/㎡、受水槽定水位弁、電磁弁取替
H4～5	3,577	防災設備改良	防雷設備＝アレスター(避雷器)取付 消火設備＝揚水設備用非常発電機、制御盤 1
H9～11	16,497	防災設備改良	受水槽補修、ポンプオーバフロウ、貯水槽 400t 増設、可搬式消火ポンプ 2、簡易操作消火栓 1、受変電、揚水、避雷改修
H10	301	環境保全(災害復旧)	消火用揚水設備、同非常用発電機室裏崖崩落＝土留コンクリート砂防壁設置
H22		防災施設事業	建築物補修＝ポンプ室外部塗装他更新、ポンプ受水槽内防水新設、消火栓ボックス補修 自動火災報知機受信機取替 消火用揚水設備・電気設備改良＝直流電流装置取替、発電機設備の整備・補修、配管(揚水管)防食部分補修工、消火栓更新工事 避雷設備改修
H23		防災施設事業	建築物補修＝消火用配水管緊急遮断弁機建屋更新 消火用揚水設備・電気設備改良＝配管(揚水管)一部取替、配管＝(電気管)一部取替 避雷設備改修＝樹木設置突針部改修、樹木設置胴体部取付バンド 一部取替

６．工事監理業務について

①入札、工事、予算事務

７ヶ年の工事計画を、３期工事に区分した予算計画を立案し、監理を継続しているが、予算の策定に際しては、下記の事項が課題となった。

◇工事の連続性の確保
◇仮設計画の合理性・経済性
◇補正予算への対応・追従

初年度の平成２７年度を例にとると、補正予算に伴い、年度内に２回の計画変更があり、現場サイドが実際に工期内で施工可能かどうかの判断など、難しい調整を要した。

②対外協議・調整

民間施工として、下記の協議をクリアすることが求められた。

ⅰ　文化庁との調整事項

◇予算調整、工事内容（防災担当官）
◇史跡久能山に関する現状変更許可（史跡担当官）

ⅱ　静岡県、静岡市文化財担当課との調整事項

◇予算調整
◇静岡市風致地区条例
◇法定外公共物土地占用許可、保安林内土地形質変更等許可、県立自然公園特別地域内における工作物の新築許可、地域森林計画対象民有林の伐採届、上水道の引込に関する協議、消防法に関する協議

③工程会議運営

あくまで民間施工であるため、施主、工事会社、国県市のトータルマネジメントを行う役目を担っている。

工程会議（毎月１回以上とし、必要に応じて随時開催）における合意が、最終意思決定機関となっており、現場で発生した問題等について相互に相談、解決策を検討した。

④現場施工監理の難しさ

ｉ　水管橋基礎杭のケース

基礎杭工事問題（支持地盤まで未達、平面的な地層判断の不足）と同種杭の施工であったため、工程会議において杭種を変更する必要があるか検討を重ね、製品本体に問題が無く、地層の凹凸などが無いことを再確認し、入念な立会（全ての杭の打設に立ち会いを行い、所定の支持力が得られる深さまで貫入したことの確認）の下、施工を行った。

ⅱ　舗装取壊し工事のケース

公道での管路工事における舗装取壊しを行った際に、Ａｓ舗装の下にコンクリート塊が露呈した。すぐに現状を確認し、管理者である静岡市と協議した結果、旧舗装であると推定されたため、現道路構造に不要な施設である事を確認し、管理者から取壊しの了解を得た。また、この事に伴い、変更予算の手続きを行なった。

７．まとめ

本業務においては、トータルマネジメントを主体としたコンサルティングを通じて、社会の需要があることを、実務を通して実感した。我々コンサルティング業界は、技術的業務の減少が心配されているが、本業務では、将来的な無限のニーズを感じさせてくれたと感じている。

今後は、ここで培ったノウハウや経験をＰＰＰ（パブリック・プライベート・ パートナーシップ：公民連携）やＰＦＩ（プライベート・ファイナンス・イニシアチブ）事業への展開に繋げていければと考えている。

以上.