

玄海原子力発電所3号、4号炉審査資料

資料番号

TS-014改

提出年月日

2021年1月8日

玄海原子力発電所3号炉及び4号炉
地盤（敷地の地質・地質構造）について
（参考資料）

2021年1月8日
九州電力株式会社

7.3 地 盤

7.3.4 敷地の地質・地質構造

7.3.4.1 調査内容

7.3.4.1.1 地表地質調査

敷地の地質及び地質構造を把握するため地表地質調査を実施した。また、文献調査、変動地形学的調査、ボーリング調査、試掘坑調査、トレンチ調査等の調査結果とあわせて、原縮尺5千分の1の地質図を作成し、地質及び地質構造の検討を行った。

7.3.4.1.2 ボーリング調査

敷地及び発電用原子炉施設設置位置の地質及び地質構造並びに断層の活動性及び連続性を把握するためにボーリング調査を実施した。ボーリング調査位置を第7.3.4.1図に示す。これまでに実施したボーリングの孔数は411孔、総延長は約35,700mである。このうち、1号炉及び2号炉付近で実施したボーリングは92孔、延長約4,740m、3号炉及び4号炉付近で実施したボーリングは180孔、延長約14,560mである。

掘進に当たってはロータリ型ボーリングマシンを使用し、掘削孔径は66mm、76mm又は116mmのオールコア・ボーリングとした。また、コア採取率を向上させるため掘進速度の管理を行った。

7.3.4.1.3 試掘坑調査

発電用原子炉施設設置位置の基礎岩盤を直接観察するため、試掘坑による調査を実施した。試掘坑調査位置を第7.3.4.1図に示す。1号炉及び2号炉の試掘坑はEL. -12mで、延長約590m（斜坑

約50m、水平坑約540m)、3号炉及び4号炉の試掘坑はEL. -13mで、延長約1,270m(斜坑約190m、水平坑約1,080m)である。試掘坑内で、岩質や断層の性状等を直接確認しており、基礎岩盤の地質及び地質構造並びに断層の活動性及び連続性を判断する基とした。

7.3.4.1.4 トレンチ調査

佐世保層群に貫入している玢岩の貫入時期を確認するため、1号炉及び2号炉付近にてトレンチ調査を実施した。また、断層の活動性を確認するために、敷地南東部においてトレンチ調査を実施した。トレンチ調査位置を第7.3.4.1図に示す。

7.3.4.1.5 基礎掘削面地質観察

発電所建設時に基礎掘削面の地質観察を行い、基礎岩盤を構成する地質の分布、断層の走向、傾斜等を直接確認した。

7.3.4.2 調査結果

7.3.4.2.1 敷地の地形

敷地は、東松浦半島北西部の玄界灘にのぞむ^{ちかざき}値賀崎に位置し、一般にほぼ平坦な玄武岩台地を形成している。玄武岩とその下位の古第三紀～新第三紀の堆積岩との境界面もほぼ平坦で玄武岩流出以前に準平原化したことを示している。

値賀崎先端部の海岸には堅硬な玄武岩が露出し、急崖をなしており、^{ほかわづ}外津浦及び^{はった}八田浦の海岸には転石が多く見られるが、ともに海底勾配は大きい。敷地の南側境界付近には、八田川が^{しもぼ}下場溜

池と淡水用貯水池（有効貯水容量約10万m³）を經由して流れている。

変動地形学的調査によると、敷地には変動地形及び地すべり地形は認められない。

7.3.4.2.2 敷地の地質

敷地の地質層序を第7.3.4.1表に、地質平面図を第7.3.4.2図に、地質断面図を第7.3.4.3図に示す。

敷地の地質は、古第三紀漸新世～新第三紀前期中新世の佐世保層群を基盤とし、これに貫入した肥前粗粒玄武岩類に属する玢岩と、これらを不整合関係で覆う八ノ久保砂礫層、東松浦玄武岩類及び沖積層によって構成されている。

(1) 佐世保層群

佐世保層群は、一般に八ノ久保砂礫層及び東松浦玄武岩類に覆われているが、外津浦や八田浦の海岸及び貯水池付近に小露出し、砂岩及び頁岩の互層からなっている。砂岩は灰色～暗灰色を呈し、粗粒～細粒で、単層厚は10m以下の、節理の少ない塊状岩体である。頁岩は暗灰色～黒色を呈し、部分的に砂質又は炭質で、砂岩の薄層を挟む。また、植物化石を産し、単層厚は3m以下である。本層は一般にNE-SWの走向で、北西に傾斜した地層であり、露頭では褐色～黄白色に風化している。

(2) 肥前粗粒玄武岩類

肥前粗粒玄武岩類に属する玢岩は、外津浦海岸や淡水用貯水池東方に小露出し、厚さ約1.5m～約5mの岩脈をなしている。玢岩は緑灰色～暗緑灰色を呈し、斜長石等の斑晶を含む。これ

らの岩脈は上位の八ノ久保砂礫層又は東松浦玄武岩類に不整合関係で覆われており、その貫入時期は新第三紀中新世と考えられる。

(3) 八ノ久保砂礫層

八ノ久保砂礫層は外津浦海岸に小露出し、半固結状の砂礫及び粘土層で、佐世保層群をほぼ水平に不整合関係で覆っている。八ノ久保砂礫層は径数mm～数cm程度の砂岩、頁岩、チャート、玄武岩等の礫を含み、基質は砂又はシルトで、層厚は1m～2m程度である。本層の分布は連続的でなく、佐世保層群を東松浦玄武岩類が直接被覆している部分もあり、局部的に佐世保層群の凹地に堆積したものと考えられる。

本層の堆積時期は玢岩の貫入後で、かつ、東松浦玄武岩類の噴出以前である。

(4) 東松浦玄武岩類

東松浦玄武岩類は、下位から、かんらん石粗粒玄武岩、無斑晶質玄武岩、かんらん石玄武岩に区分される。

かんらん石粗粒玄武岩は、値賀崎、トリカ崎の海岸、外津の西部及び対岸に露出している。本岩は暗黒灰色～灰色を呈し、径約1mm～約2mmのかんらん石の斑晶に富み、全体にやや多孔質で、柱状節理が見られ、最上部に薄い凝灰岩を挟んでいる。

無斑晶質玄武岩は、敷地全体にわたって広く分布している。本岩は暗緑黒灰色を呈し、無斑晶、緻密で、柱状及び板状節理が発達している。

最上位のかんらん石玄武岩は、串崎^{くしざき}の先端部に小規模に分布している。本岩は灰色を呈し、径1mm程度のかんらん石の斑晶

を含み、柱状節理が見られる。

東松浦玄武岩類の噴出時期は、新第三紀鮮新世と考えられる。

(5) 沖積層

沖積層は、海浜堆積物及び崖錐堆積物として海岸、山腹斜面、湿地帯及び低地に分布し、層厚は約3m～約5mである。

7.3.4.2.3 敷地の地質構造

(1) 概要

敷地の基盤である佐世保層群は、 $N 20^{\circ} \sim 60^{\circ} E / 20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ NWの走向・傾斜を示す同斜構造をなしている。

佐世保層群には玢岩が岩脈状に貫入しており、そのほとんどが $N 30^{\circ} \sim 60^{\circ} E / 50^{\circ} \sim 70^{\circ} S E$ の走向・傾斜を示し、佐世保層群の地層の傾斜にほぼ直交しているが、一部に層理に平行したのも認められる。本岩のほとんどは深さ方向には連続性が見られるが、水平方向の連続性に乏しく、雁行状配列している。また、佐世保層群の地層の傾斜にほぼ直交する玢岩として、敷地南部において北西－南東方向に連続するものが認められ、 $N 60^{\circ} \sim 80^{\circ} W / 60^{\circ} \sim 80^{\circ} S W$ の走向・傾斜を示す。

佐世保層群と上位の八ノ久保砂礫層及び東松浦玄武岩類との不整合面は、一部に起伏が見られるが一般にほぼ平坦で、北西へ緩く低下している。

敷地の基盤である佐世保層群内には、断層及び破碎帯（岩石が破碎されて粘土化、角礫化し、本来の構造が乱されているもの。）とシーム（細かい割れ目が発達し、一部軟質化しているが、本来の構造に著しい乱れが認められないもの。）が確認されている。

玢岩と佐世保層群の境界は、多くは密着しているものの、一部に断層及び破碎帯とシームが確認されている。

敷地においては、地表地質調査の結果、顕著な断層や破碎帯は認められない。なお、八田浦に面した砂岩中にN 30° W / 82° S Wの走向・傾斜を示す小断層が認められるが、連続性に乏しい小規模なものである。

(2) 断 層

敷地内で確認された断層は計162条である。敷地内の主な断層分布を第7.3.4.4図に示す。

敷地内の断層は、①佐世保層群の層理に沿う断層、②-1佐世保層群の層理に斜交するNW走向の断層、②-2佐世保層群の層理に斜交するNE走向の断層及び③佐世保層群に貫入した玢岩に沿う断層の4つのタイプに区分される。

各タイプの断層のうち、規模が大きい断層として、タイプ①では破碎幅が大きいG-1断層及び連続性のあるf-101断層、タイプ②-2ではf-143断層並びにタイプ③ではf-113断層が認められる。また、タイプ②-1には規模が大きい断層は認められないものの、4号炉付近の基礎掘削面に出現する断層として、G-2・4断層が認められる。

これらの断層のうち、タイプ①のf-101断層、タイプ②-2のf-143断層及びタイプ③のf-113断層の切り合い関係は、ボーリング調査によると、三つ巴と判断され、これらの断層の新旧関係は複雑である。

(3) 断層の活動性

3号炉及び4号炉の試掘坑(N坑)よりG-1断層の傾斜に沿

ってG-1断層調査坑（Y=492坑）を掘削した。G-1断層調査坑（Y=492坑）の地質展開図を第7.3.4.5図に示す。試掘坑調査の結果、本断層が基礎岩盤を被覆する東松浦玄武岩類中に延びていないことから、G-1断層は東松浦玄武岩類の噴出以前にその活動を終えたと判断される。

敷地南東部におけるf-101断層を横断して実施したボーリング調査の結果を第7.3.4.6図に示す。ボーリング調査の結果、八ノ久保砂礫層及び東松浦玄武岩類に本断層による変位・変形は認められないことから、f-101断層は少なくとも東松浦玄武岩類の噴出以前にその活動を終えたと判断される。

敷地南東部におけるf-143断層を横断して実施したボーリング調査の結果を第7.3.4.7図に示す。ボーリング調査の結果、八ノ久保砂礫層及び東松浦玄武岩類に本断層による変位・変形は認められないことから、f-143断層は少なくとも東松浦玄武岩類の噴出以前にその活動を終えたと判断される。

敷地南東部におけるトレンチ調査結果を第7.3.4.8図に、4号炉南西部におけるボーリング調査の結果を第7.3.4.9図に示す。トレンチ調査及びボーリング調査の結果、八ノ久保砂礫層及び東松浦玄武岩類に本断層による変位・変形は認められないことから、f-113断層は少なくとも東松浦玄武岩類の噴出以前にその活動を終えたと判断される。

4号炉付近の基礎掘削面スケッチ図を第7.3.4.10図に示す。基礎掘削面地質観察の結果、G-2・4断層の北西方向の延長部は本断層にほぼ直交する珩岩中に延びていないことから、G-2・4断層は珩岩の貫入以前にその活動を終えたと判断される。

以上のことから、敷地内に分布するいずれの断層も、生成時期及び活動時期はすべて東松浦玄武岩類の噴出時期よりも古いと考えられ、少なくとも新第三紀鮮新世以降における活動はないことから、将来活動する可能性のある断層等はないと判断される。

7.3.5 発電用原子炉施設等設置位置付近の地質・地質構造及び地盤

7.3.5.2 調査結果

7.3.5.2.1 発電用原子炉施設等設置位置付近の地質・地質構造

(1) 地 質

発電用原子炉施設等設置位置付近の地質水平断面図（EL. -15m）を第7.3.5.1図に、3号炉及び4号炉の地質鉛直断面図を第7.3.5.2図～第7.3.5.4図に示す。また、1号炉及び2号炉の地質鉛直断面図を第7.3.5.5図～第7.3.5.7図に示す。

発電用原子炉施設等設置位置付近の地質は、古第三紀漸新世～新第三紀前期中新世の佐世保層群を基盤とし、これに貫入した肥前粗粒玄武岩類に属する玢岩と、これらを不整合関係で覆う八ノ久保砂礫層、東松浦玄武岩類及び沖積層によって構成されている。

a. 佐世保層群

佐世保層群は、砂岩、頁岩からなり、一部に礫質砂岩を伴う。砂岩は灰色～暗灰色の粗粒～細粒、単層厚は25m以下で、節理の少ない塊状岩体を呈している。頁岩は暗灰色～黒色を呈し、部分的に砂質又は炭質で、砂岩の薄層を挟む。また、植物化石を産し、単層厚は5m以下である。3号炉及び4号炉の原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋基礎底面（EL. -15m）では、砂岩が約80%を占めている。

b. 肥前粗粒玄武岩類

肥前粗粒玄武岩類に属する玢岩は、緑灰色～暗緑灰色を呈し、斜長石等の斑晶を含み、幅14m以下の一般に中～高角度の岩脈として認められる。これらの岩脈は、上位の八ノ久保

砂礫層及び東松浦玄武岩類に不整合関係で覆われている。

1号炉及び2号炉付近の佐世保層群に貫入している玢岩をトレンチ調査により追跡調査した結果、第7.3.5.8図に示すように、玢岩は東松浦玄武岩類に覆われていることから、玢岩の貫入時期は佐世保層群の堆積後から東松浦玄武岩類の噴出前の間であり、佐世保層群に貫入した玢岩に沿う断層の生成時期及び活動時期も同様と判断される。なお、3号炉及び4号炉の試掘坑においてG-1断層が幅約1.5m及び約3mの2本の玢岩を変位させていることが確認されており、玢岩の貫入時期はG-1断層の活動よりも古いと考えられる。

c. 八ノ久保砂礫層

八ノ久保砂礫層は、礫径2cm～5cm程度の砂岩、頁岩、チャート、玄武岩等の礫を含み、基質は一般に淡褐灰色を呈した凝灰質の砂あるいはシルトで、層厚は最大5m程度である。なお、一部にやや炭化した木片を含んでいる。

d. 東松浦玄武岩類

東松浦玄武岩類は、本地点では下位のかんらん石粗粒玄武岩と上位の無斑晶質玄武岩に区分される。かんらん石粗粒玄武岩は、暗黒灰色を呈し、径約1mm～約2mmのかんらん石の斑晶を含み、全般に多孔質で、柱状節理がみられ、数m～20m程度の厚さを有している。無斑晶質玄武岩は暗緑黒灰色を呈し、堅硬、緻密で、数m～30m程度の厚さを有している。なお、上、下位の玄武岩の境界には、ほぼ連続した凝灰岩の薄層を挟んでいる。

e. 沖積層

沖積層は、海浜堆積物及び崖錐堆積物からなる。

(2) 岩盤分類

岩盤分類は、岩石組織の風化の程度、節理の状況等により④、⑤、⑥級の3段階とした。

岩盤分類基準を第7.3.5.1表に、発電用原子炉施設設置位置付近の水平岩盤分類図（EL. - 15m）を第7.3.5.9図に、3号炉及び4号炉の鉛直岩盤分類図を第7.3.5.10図～第7.3.5.12図に示す。また、1号炉及び2号炉の鉛直岩盤分類図を第7.3.5.13図～第7.3.5.15図に示す。

4号炉原子炉建屋基礎底面の一部に⑥級が存在するが、大部分は⑤級以上の堅硬な岩盤から構成される。

(3) 地質構造

a. 概要

本地点の基礎岩盤は、 $N 50^{\circ} \sim 60^{\circ} E / 30^{\circ} NW$ の走向・傾斜を示す同斜構造を呈している。

玢岩はそのほとんどが $N 30^{\circ} \sim 60^{\circ} E / 50^{\circ} \sim 70^{\circ} SE$ の走向・傾斜を示し、地層の傾斜にほぼ直交しているが、一部に平行したものも認められる。本岩のほとんどは深さ方向にはかなりの連続性がみられるが、水平方向の連続性に乏しく、雁行状配列を示している。また、地層の傾斜にほぼ直交する玢岩として、4号炉南部において北西－南東方向に連続するものが認められ、 $N 60^{\circ} \sim 80^{\circ} W / 60^{\circ} \sim 80^{\circ} SW$ の走向・傾斜を示す。

基礎岩盤と八ノ久保砂礫層及び東松浦玄武岩類との不整合

面は、所により起伏を示すが、全般的にはほぼ平坦で、北西へゆるく低下している。

b. 断層

敷地内の断層と評価対象施設との位置関係を第7.3.5.16図に示す。

3号炉及び4号炉の試掘坑で確認された断層は計4本（G-1断層、G-2・4断層、G-3断層、G-5断層）であり、それらの性状を第7.3.5.2表に、位置を第7.3.5.17図に示す。また、1号炉及び2号炉の試掘坑で確認された断層は計7本（g-1断層、g-2断層、g-3断層、g-4断層、g-5断層、g-6断層、g-7断層）であり、それらの性状を第7.3.5.3表に、位置を第7.3.5.18図に示す。

試掘坑で確認された断層は、タイプ①佐世保層群の層理に沿う断層（G-1断層、g-1断層、g-4断層、g-5断層、g-6断層、g-7断層）、タイプ②-1佐世保層群の層理に斜交するNW走向の断層（G-2・4断層、G-3断層）及びタイプ③佐世保層群に貫入した玢岩に沿う断層（G-5断層、g-2断層、g-3断層）に区分される。

3号炉及び4号炉周辺で最も規模が大きいG-1断層は、3号炉及び4号炉南側の試掘坑（N坑、Y=425坑、S坑、G-1断層調査坑（Y=492坑、X=789坑））で確認された。ボーリング調査（F-1～F-5）によるG-1断層付近の地質鉛直断面図を第7.3.5.19図に、G-1断層調査坑（Y=492坑）の地質展開図を第7.3.4.5図に示す。本断層は佐世保層群の走向・傾斜にほぼ平行な逆断層で、最大の破碎幅は基

礎掘削面で70cmである。

1号炉及び2号炉周辺で最も規模が大きいg-1断層は、1号炉及び2号炉の試掘坑（連絡坑、中東横坑）及び1号炉基礎掘削面で確認された。本断層は佐世保層群の走向・傾斜に平行な断層のため変位は確認できないが、破碎幅は最大40cmである。

G-2・4断層及びG-3断層は、いずれもその走向が佐世保層群の走向とほぼ直交する高角度の正断層で、延長は短く破碎幅及び落差も小規模である。

3号炉及び4号炉の試掘坑で確認されたG-5断層は、佐世保層群と同走向であるが、傾斜は逆であり、近接する玢岩の岩脈と走向・傾斜が同系統であることから、玢岩の貫入に伴う局所的かつ小規模なものと考えられる。また、1号炉及び2号炉の試掘坑で確認された玢岩の岩脈に沿う断層（g-2断層、g-3断層）は、No.1横坑、連絡坑、中東横坑及び玢岩追跡坑（B）で確認され、約100m連続するが、その岩脈の延長であるNo.2横坑では玢岩の岩脈と佐世保層群の境界は密着している。



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



使用済燃料乾式貯蔵容器を固定する使用済燃料乾式貯蔵建屋(基礎を含む)の設置位置に露頭する可能性がある断層は、タイプ③のf-161断層である。

f-161断層は、敷地南東部に分布し、破碎幅は小さく、連続性に乏しい小規模な断層である。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

7.3.6 地質調査に関する実証性

7.3.6.3 地質調査・試験実施に当たっての管理体制

7.3.6.3.1 実施会社の作業管理体制

調査及び試験の実施に当たっては、実施会社は現場代理人、安全管理責任者及び主任技術者を現場に常駐させ、現場代理人は、調査及び試験の総括を、安全管理責任者は、調査及び試験に関する災害防止を、主任技術者は、調査及び試験に関する技術上の管理を行った。

[実施会社の作業管理体制]

現場代理人 — 主任技術者 — 担当者 — 作業員
 └─ 安全管理責任者

現場代理人、安全管理責任者及び主任技術者は、調査及び試験着手前に各々の経歴書を添付して当社に届け出ており、当社はそれを審査し、適任者であることを確認して承認した。

7.3.6.3.2 当社の作業管理体制

当社における調査及び試験の作業管理体制は次のとおりである。

[本店土木建築本部（旧 技術本部、旧 土木部）]

部長 — 原子力グループ長 — グループメンバー
 └─ 調査・計画グループ長 — グループメンバー

[玄海原子力発電所]

所長 — 廃止措置施設長／第二所長 — 次長
 — 土木建築課長 — 副長 — 担当者

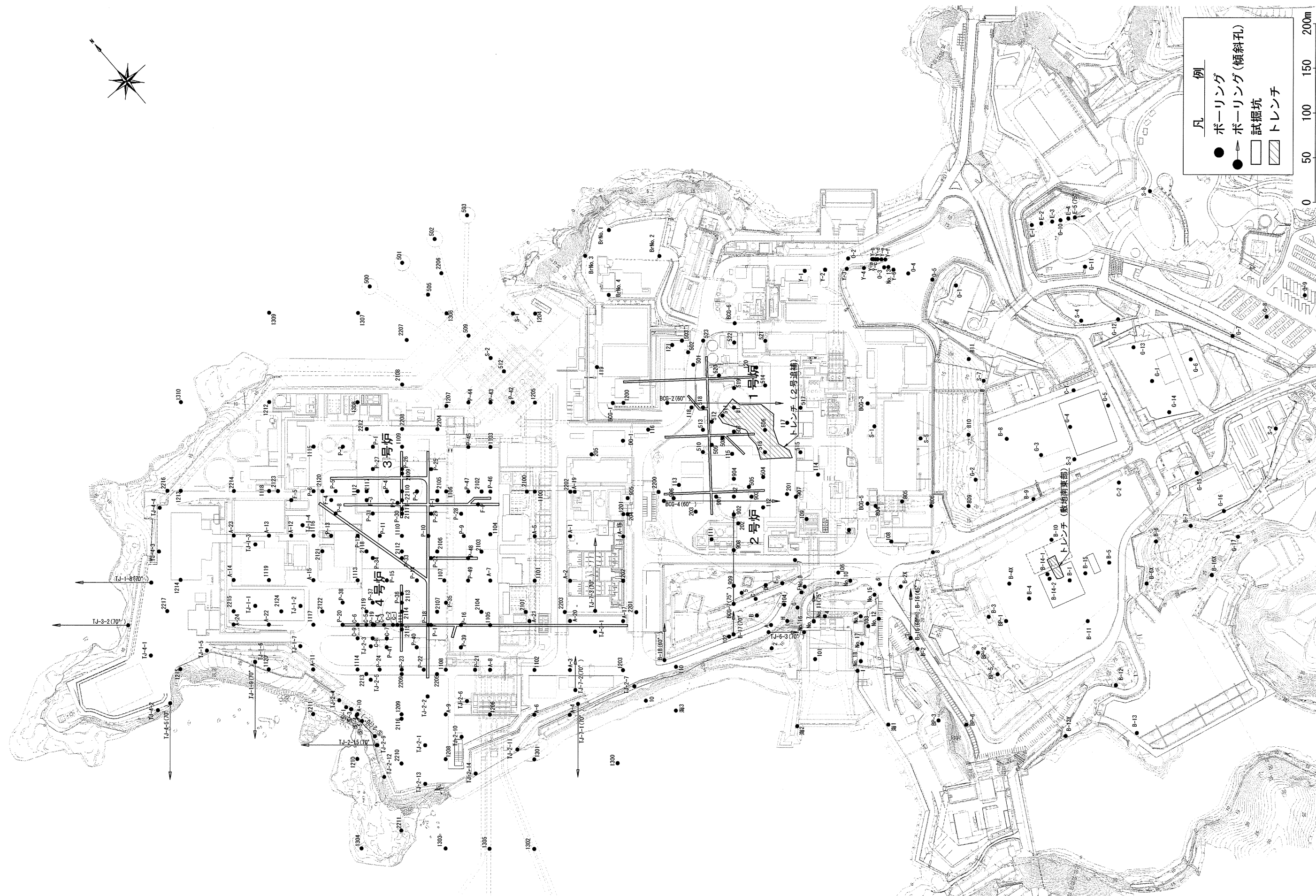
調査及び試験の実施計画、作業実施状況、検査、試験報告等については、文書により提出させ、検討のうえ適切であることを確認した。また、実施方法、工程等についての打合せを適宜設け、調査及び試験が適切かつ円滑に実施されるように実施会社を指導した。

7.3.6.3.3 調査・試験の管理及び指導

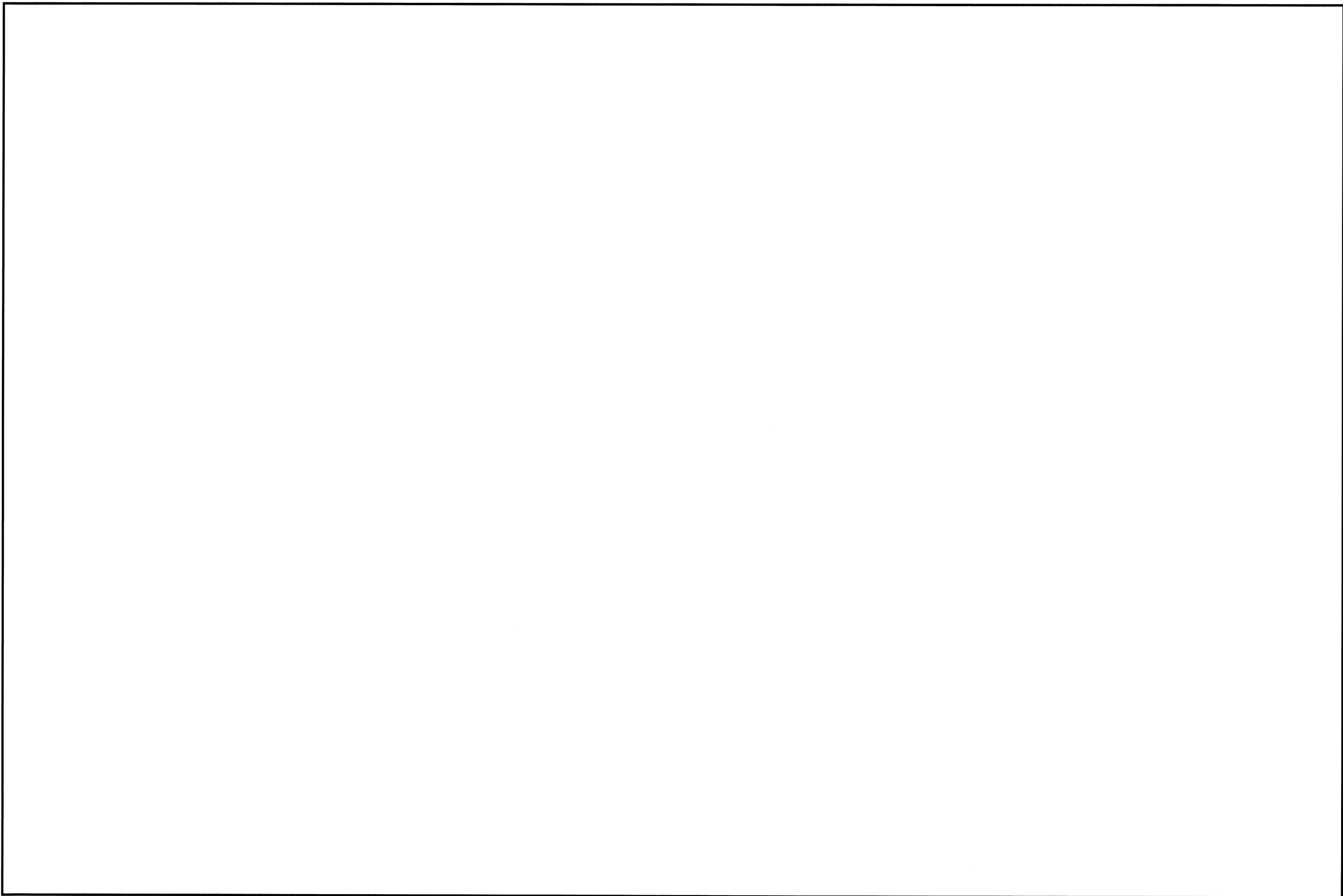
調査及び試験の着手に先立ち、実施方法、使用機械、作業員名簿、工程等を記載した業務計画書を実施会社から提出させ、当社で検討し、承認後に調査及び試験を実施した。


作業管理に当たっては、特に現場における作業について常時管理体制をとり、調査結果及び試験結果の信頼性の確保に努めるとともに、随時、作業場所をパトロールし、作業管理に当たった。ボーリング調査については、ボーリングコアを点検するとともに、掘削完了時はボーリング孔深度について検尺を行った。なお、ボーリングコアは当社敷地内倉庫に厳重に保管した。

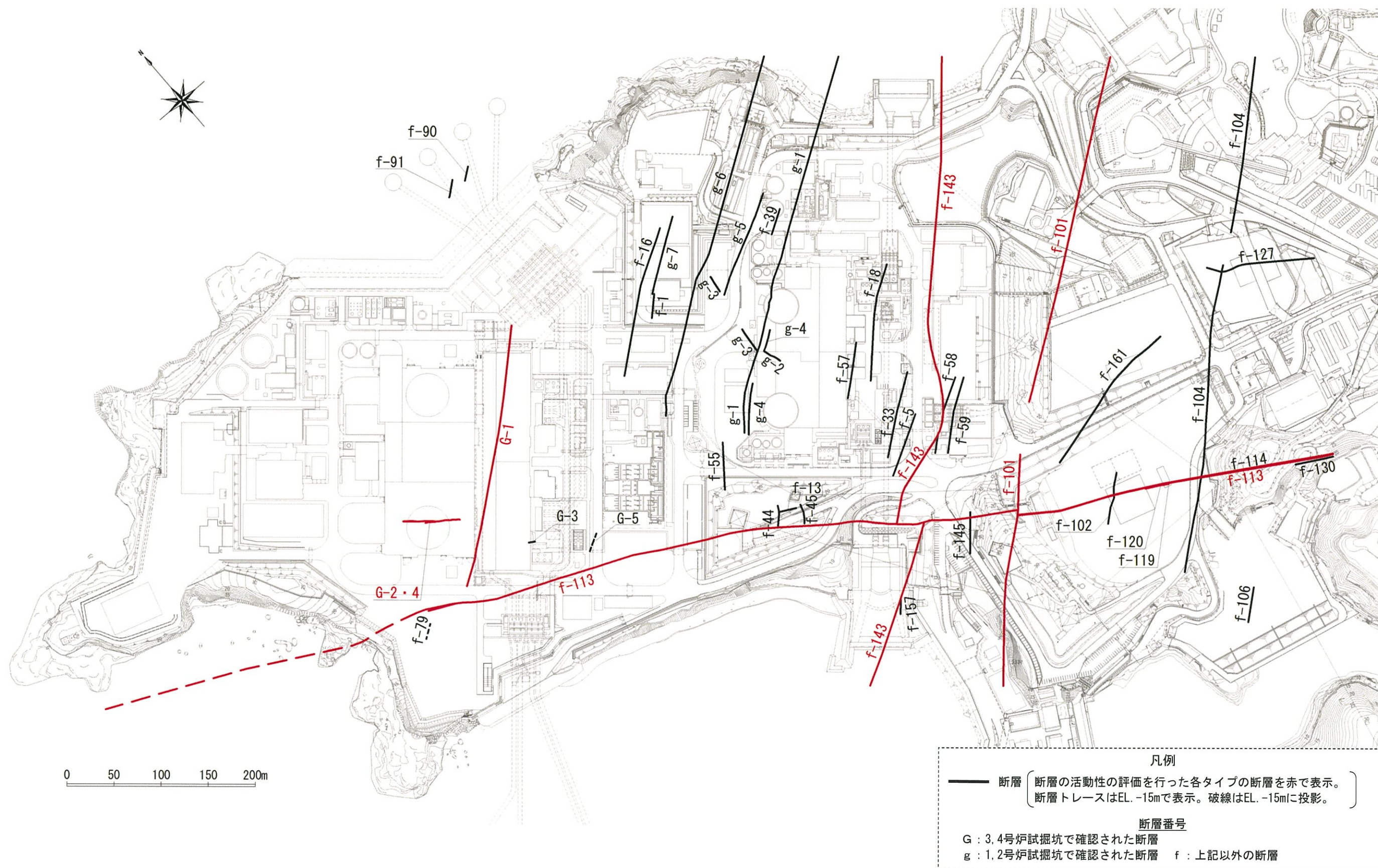
調査報告書及び試験報告書の内容についても、逐一当社で検討するとともに調査、試験等の生データをあわせて提出させ、報告書記載内容との整合をチェックした。



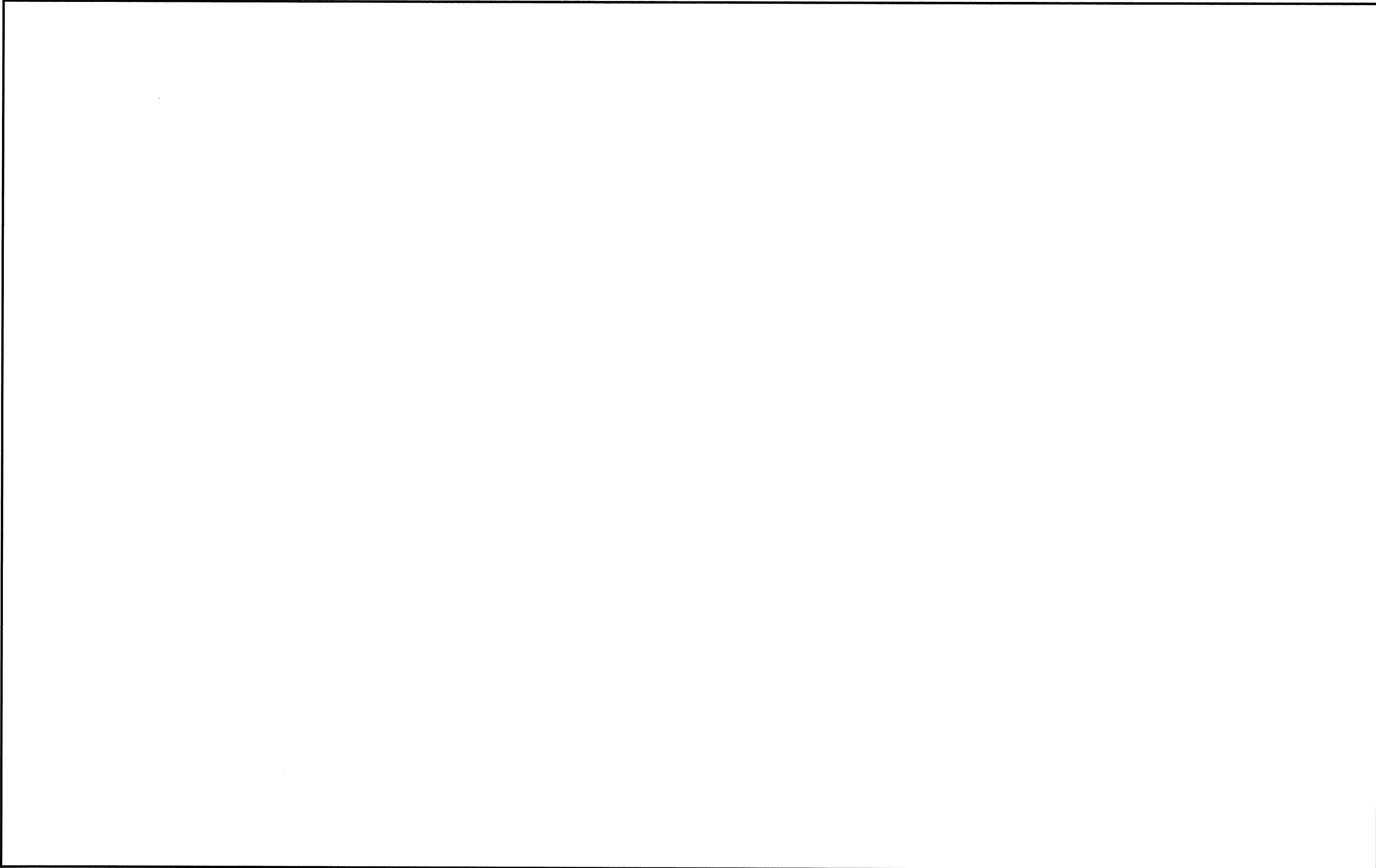
第 7.3.4.1 図(1) 敷地内地質調査位置図




 : 防護上の観点から公開できません。



第 7.3.4.4 図 敷地内の主な断層分布図



 : 防護上の観点から公開できません。

第 7.3.5.16 図 敷地内の断層と評価対象施設との位置関係図