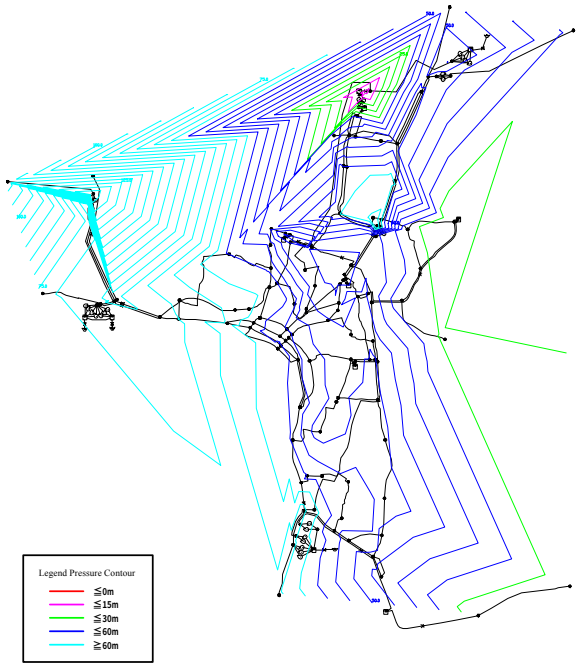
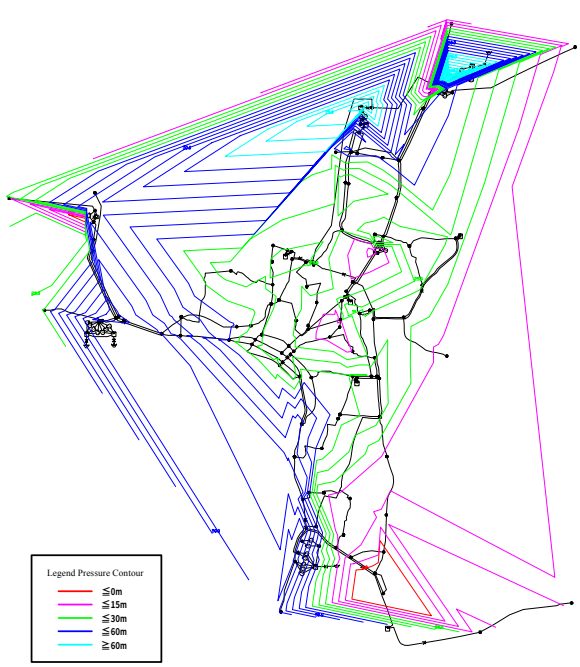
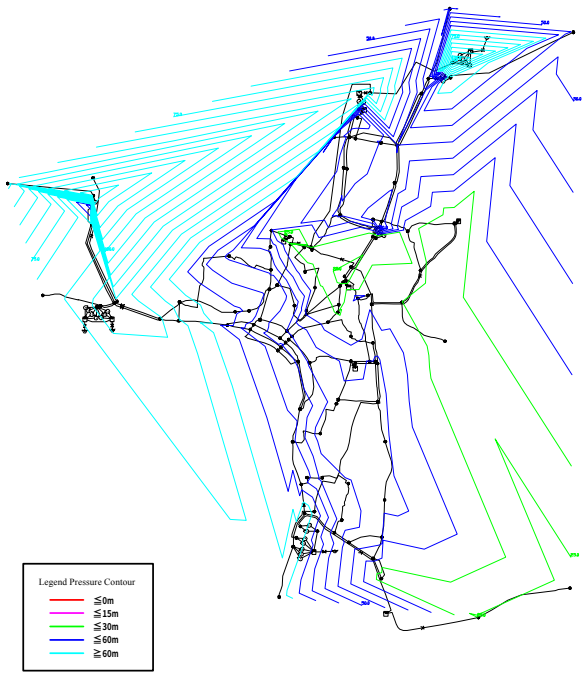
図 3-2-13　ドンマカイ計画を考慮した場合の管網解析結果



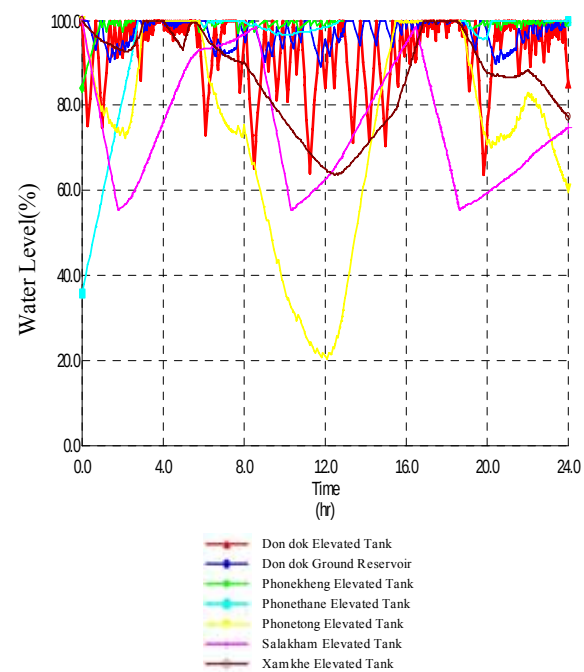
AM3:00における残存水圧の等圧線図



AM6:00における残存水圧の等圧線図



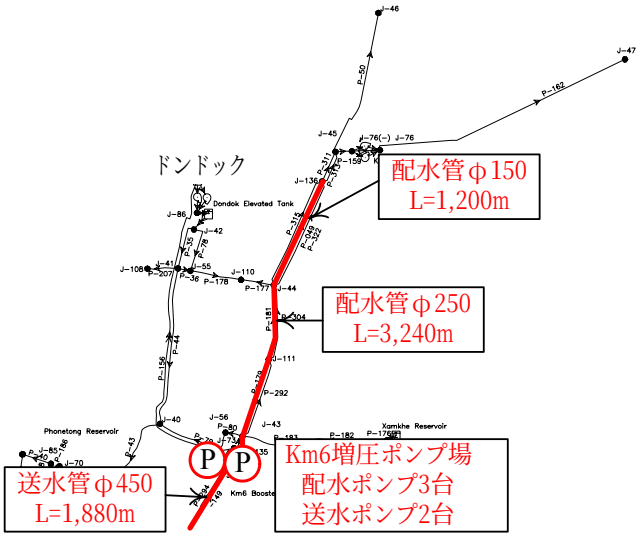
PM6:00における残存水圧の等圧線図



配水池における水位変動図

図 3-2-14　ドンマカイ計画を考慮した北部地区の送配水管整備

JICA社会開発調査F/S時のスコープ（目標年次：2007年）



ドンマカイ計画を考慮した場合のスコープ

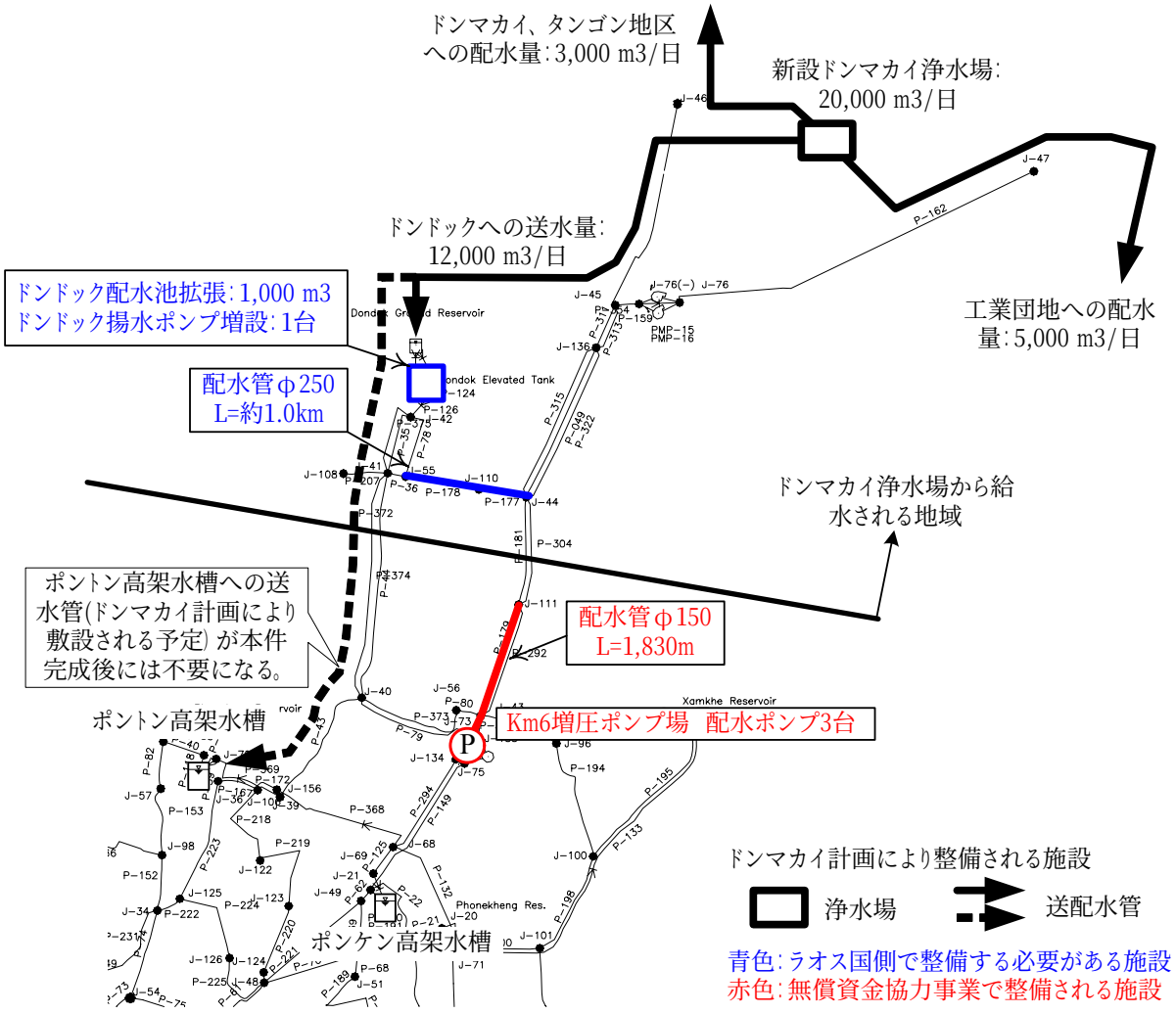


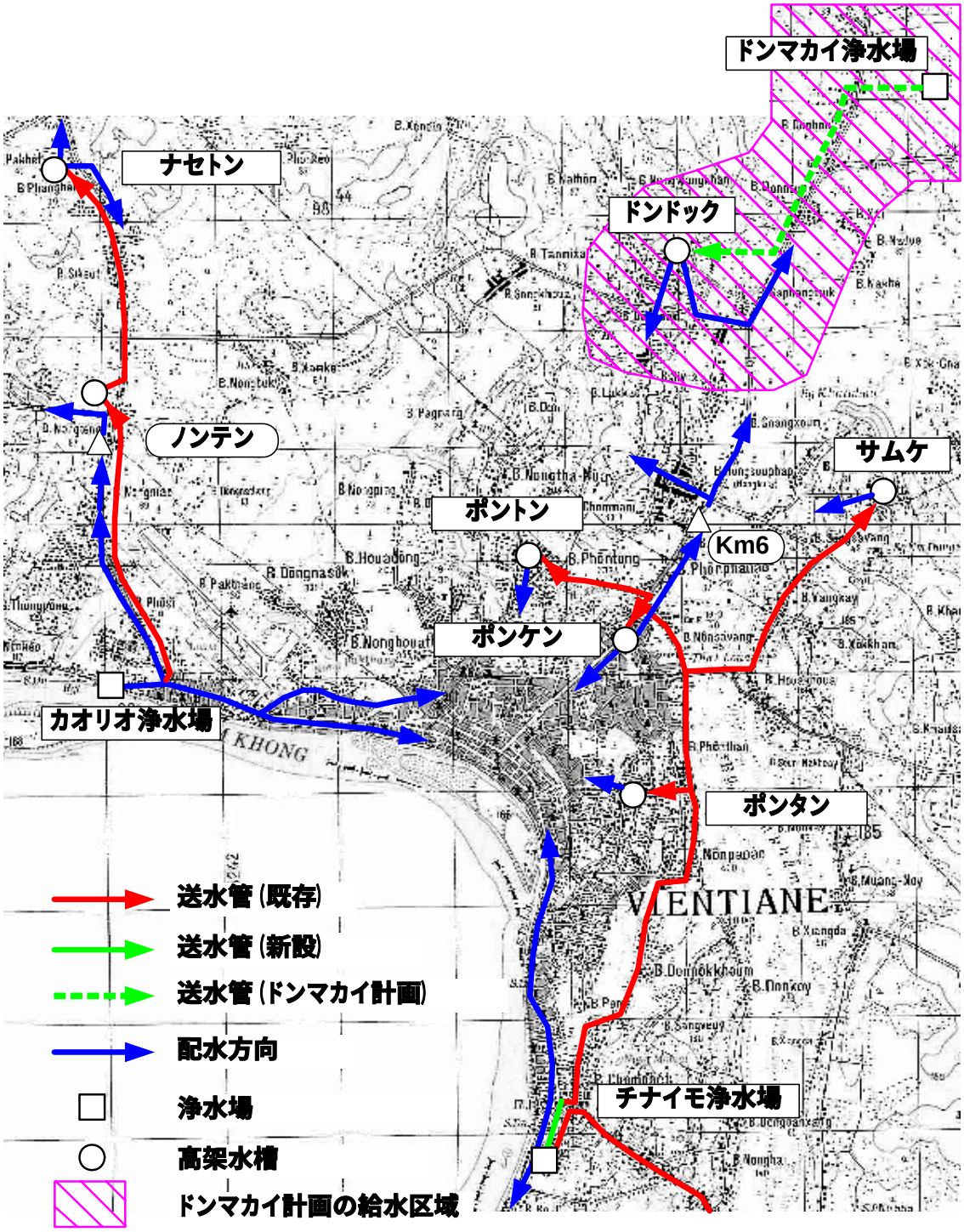
図 3-2-14 の「ドンマカイ計画を考慮した場合のスコープ」に示すように、ドンマカイ浄水場からの 12,000m3/日の水量がドンドック地域を中心とした北部地域に送配水されるため、要請スコープに含まれていた、Km6 増圧ポンプ場の送水ポンプ、同ポンプ場への送水管が不要となり、同ポンプ場からの配水管の管径・延長も減少させることとなった。また、ラオス国側では、ドンマカイ浄水場から送水される、12,000m3/日を配水するために、ドンドックにおける配水池の拡張、揚水ポンプの増設並びに配水管路が必要となる。これは、ラオス国側計画に含まれているドンマカイ浄水場から、ドンドックまでの送水管を利用することを考慮したもので、ドンマカイからの全ての水量（12,000m3/日）が上記送水管を経て、ドンドック経由で配水されるという前提である。しかし、ドンドック以北、（ドンマカイとドンドックの間の地域）にも当然水需要は発生するので、これら地域への配水は、ドンマカイ浄水場から新規配水管により直接配水されることも代替案の一つとして、ラオス国側により検討されるべきである。また、図 3-2-14 に示すように、ラオス国側の計画に含まれている、ドンドックからポントンまでの送水管は、本無償資金協力事業完成後は送水管として不要となるため、この送水管敷設に関わるコストを上述の北部地域の配水システム整備に転用することも、ラオス国側によって検討される必要がある。

また、本無償資金協力事業が完成する以前、且つ、ラオス国側が想定している工業団地での水需要が未だ発生しない段階では、ドンマカイ浄水場からのほぼ全水量が上記計画送水管路を経てドンドックまで送水されることになるが、ラオス国側のポンプ計画及び送水管計画を基にした予備的検討結果によれば、送水可能水量は約 15,000m3/日にとどまり、送水量に限界がある。よってこの観点からもドンマカイ浄水場から直接ドンドック地域以北の地域への配水についてラオス国側により検討される必要がある。

ドンマカイ計画を考慮した場合の給水区域全体の送配水システムの概念図を図 3-2-15 に示す。図 3-2-15 にハッチングで示した地域はドンマカイ計画により新設される浄水場より給水される地域である。つまりドンドック地域を含むそれ以北の地域は、ラオス国側計画である新規ドンマカイ浄水場から給水される地域となり、我が国無償資金協力で整備される地域と明確に分離される。よって、ドンマカイ浄水場からの給水区域は、本件無償資金協力によって拡張整備される水道施設からは給水されないことになる。すなわち、もしドンマカイ浄水場が運転停止となった場合、あるいは、ドンマカイ浄水場建設計画の実施が遅延した場合はこれらの北部地域へは給水できないことになる。

また、このドンマカイ浄水場から給水される区域への送水及び給水区域内の配水施設整備はラオス国側で実施されるものとする。

図 3-2-15　ドンマカイ計画を考慮した給水区域全体の送配水システム概念図



送水管については、チナイモ浄水場改良（送配水分離）に伴い、各高架水槽への送水管路確保に必要となってくる。また、配水管は、カオリオ浄水場 40,000m3/日拡張に伴い、増加した水量を市内に適正な圧力で配水するために必要となるものである。送配水管網解析によりラオス国側より要請のあった管路の必要性及び管径・延長の妥当性は確認され、管径別管路延長は表 3-2-7 に示すとおりである。

表 3-2-7　管路管径別延長

口径	*延長（m）	1 号線計画との重複分（m）
DCIPφ700	1,220	340
DCIPφ600	1,580	1,560
DCIPφ400	4,685	40
PVCφ150	5,150	750
合計	12,635	2,690

（*上記の延長には 1 号線計画の道路位置との重複分が含まれている）

上述のチナイモ浄水場の改良並びにチナイモ浄水場からの送配水管分離により、現在水供給が不安定となっている各高架水槽まで送水管路が連続し、送水システムが完成する。給水区域全体の送配水システムの概念図は図 3-2-15 に示したとおりである。

(1)　他関連プロジェクトとの調整

1)　AFD 配水管整備プロジェクトとの整合

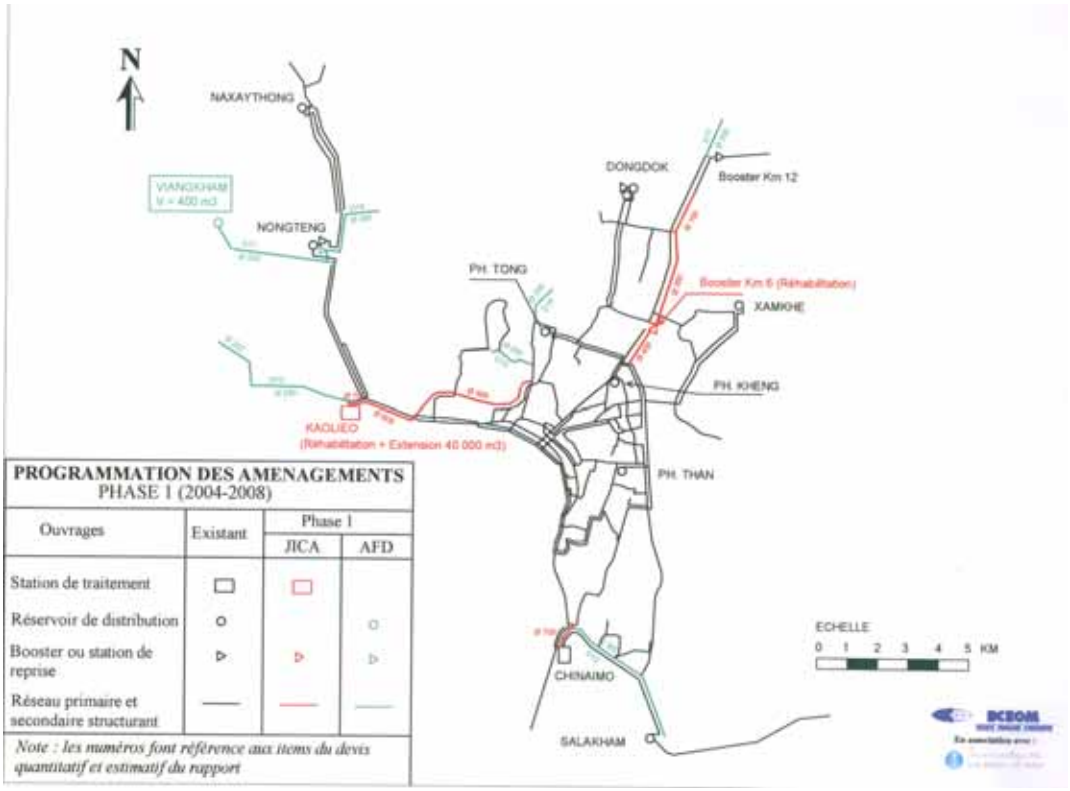
a.　AFD 配水管整備プロジェクト概要

AFD 側が策定した M/P によれば、AFD 配水管整備プロジェクトフェーズ 1 に含まれるスコープは下記の通りであり、主要な施設については図 3-2-16 に青色で示す。

- 口径 200～300mm の配水本管の布設約 30km
- 400m3 のビエンカム(Viengkham)配水池の建設
- ノンテン(Nongteng)ポンプ場の拡張
- 口径 50～200mm の配水支管の布設約 110km
- 約 5,600 個の給水栓の布設
- 弁室、高架水槽付帯設備等の小規模施設の改修

AFD フェーズ１は 2004 年 9 月から 11 月に F/S を行い、AFD 本部の承認後の 2005 年 9 月あるいは 10 月頃から事業実施の予定である。

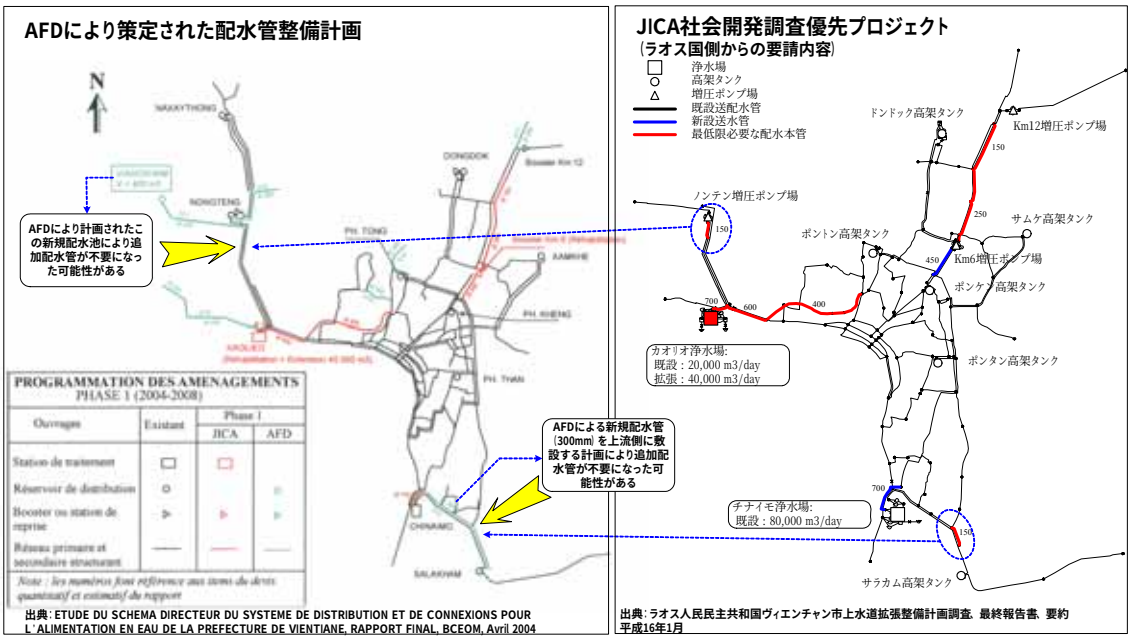
図 3-2-16　配水管整備プロジェクトフェーズ 1



出典：Etude du Schema Directeur du Systeme de Distribution et de Connexions Pour L'alimentation en eau de la Prefecture de Vientiane, Repport Final – Resume, April 2004

AFD 策定の M/P は JICA が策定した M/P、F/S を基本とし、整合性を保ちながら策定されているが、AFD の M/P によれば、JICA 側が提案した配水管ルートの中で図 3-2-17 に示すように 2 箇所のルートが含まれていない。この 2 ルートについては AFD の配水管整備計画が図 3-2-16 のように実施されれば、JICA 側が提案した配水管 2 ルートは不要となるとのことである。

図 3-2-17　AFD 配水管整備プロジェクトとの調整が必要な配水管



そこで、JICA 社会開発調査 F/S 時に作成された送配水管網モデルを基に、AFD 配水管整備プロジェクトフェーズ 1 によって整備される配水管を考慮し、上述した 2 ルートが不要となるかどうかを AFD 側の管網データも参考にし、管網解析を行った結果を下記に示す。

b. AFD 配水管整備プロジェクトフェーズ 1 を考慮した管網解析･結果

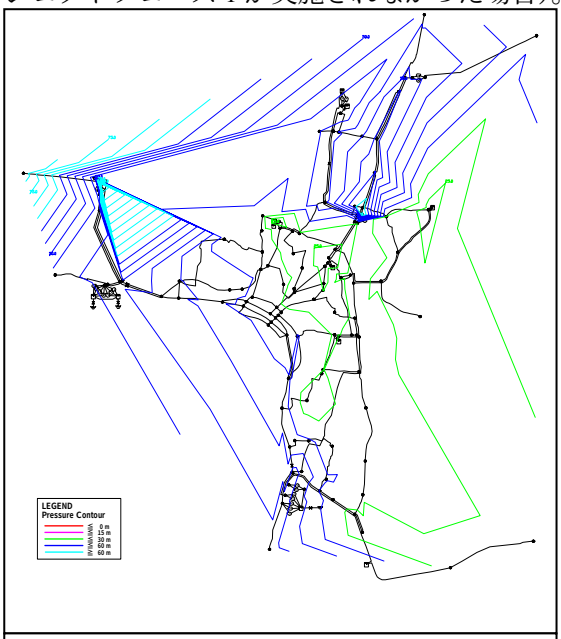
AFD 側作成の配水管整備 MP（管網解析結果）を参考に、需要の分布を再検討し、再度管網解析を下記の条件で実施した。なお、AFD は大口需要者の分布及び使用量を詳細に調査し、JICA 調査における需要分布の見直しを行っているので、AFD 側による大口需要者の需要分布を勘案して管網解析を実施した。

- ケース１：AFD 側の需要分布を参考に JICA の F/S 時の管網モデルで計算を行う（AFD 側の配水管整備プロジェクトフェーズ 1 が実施されなかった場合)。
- ケース２：上記の計算に AFD 側がフェーズ 1 で布設する配水管を加え計算を行う（JICA 側、AFD 側両方が計画した配水管が布設された場合)。
- ケース３：AFD 側フェーズ 1 で配水管を布設することによって、JICA 側配水管布設が不要と思われる 2 ルートについて配水管を削除し計算を行う（AFD 側配水管整備プロジェクトフェーズ 1 実施を考慮し、JICA 側のスコープから 2 管路を除外した場合)。

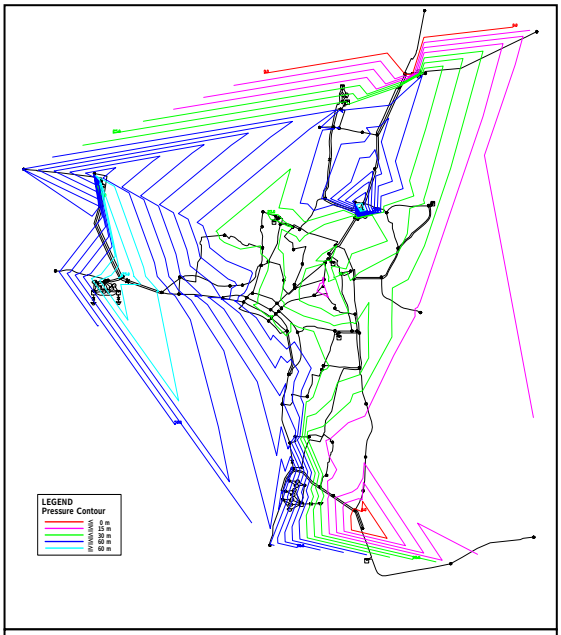
計算の結果、AFD 配水管整備プロジェクトフェーズ 1 が実施された場合、JICA 側計画に含まれていた当該 2 ルートについては、JICA 側のスコープから外しても（ケース 3 の場合）給水状況は F/S 時の計算結果に比べ悪化しないことが確認された。また、仮に AFD プロジェクトが実施されないとしても（ケース 1 の場合)、日本側の無償資金協力における送配水管整備が実施されれば､F/S 時の結果と同様に無償資金協力で拡張される 40,000m3/日分の給水は可能である（一部で低水圧状況は発生するが）ことも確認された。これら 3 ケースにおける計算結果は下記に示すとおりである。

しかし、現時点においては AFD 側配水管整備プロジェクトの実施について確証は得られておらず、本基本設計調査では上述の 2 ルートを計画・要請通り含めた形で基本設計を実施することとする。

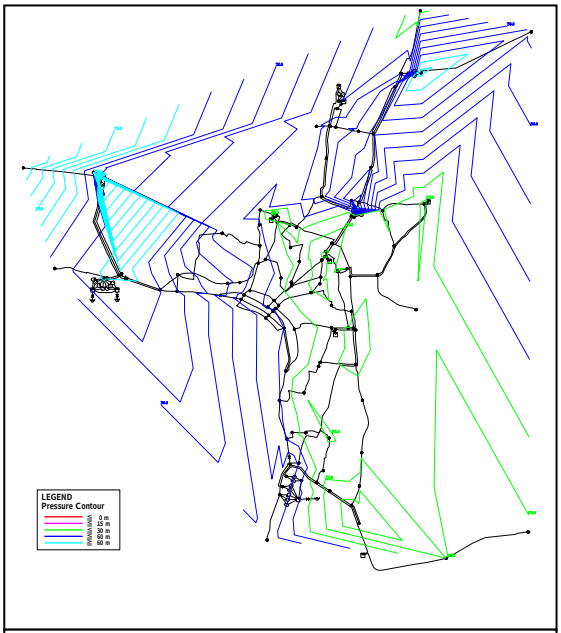
ケース１：AFD 側の需要分布を参考に JICA の F/S 時の管網モデルで計算を行う（AFD 側の配水管整備プロジェクトフェーズ 1 が実施されなかった場合）。



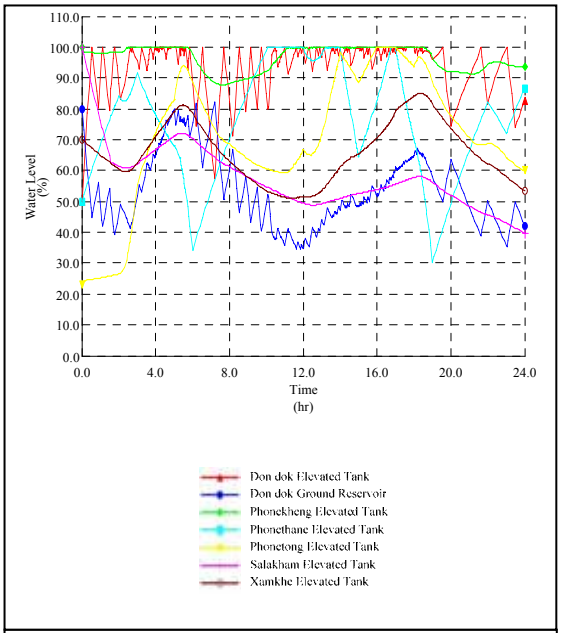
AM 3:00 における残存水圧の等圧線図



AM 6:00 における残存水圧の等圧線図

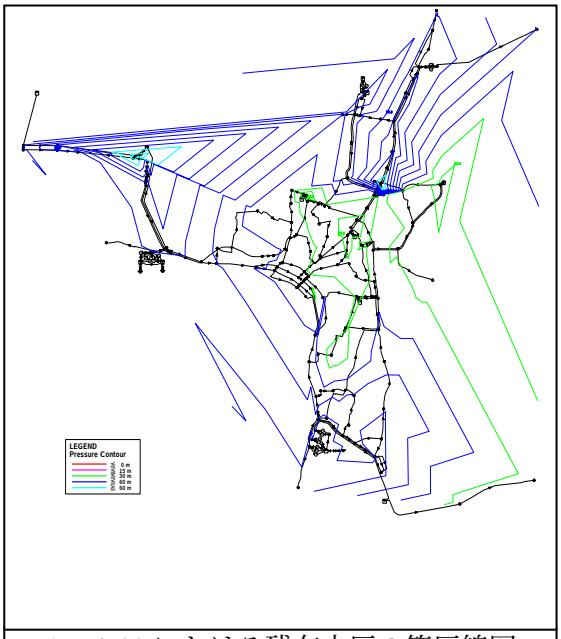


PM 6:00 における残存水圧の等圧線図

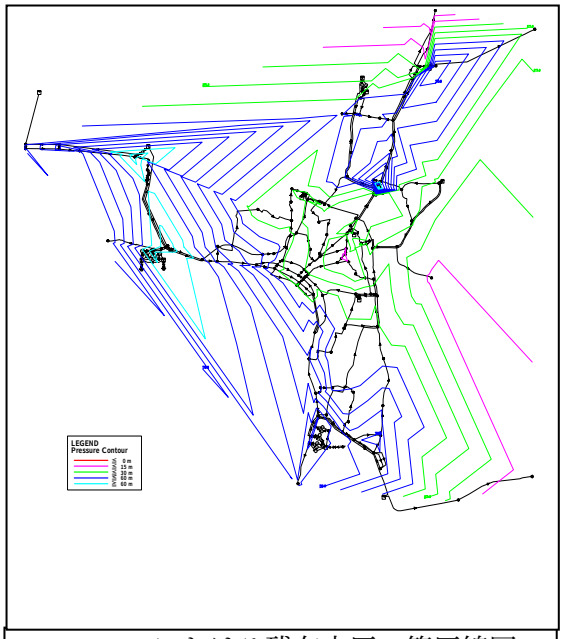


配水池における水位変動図

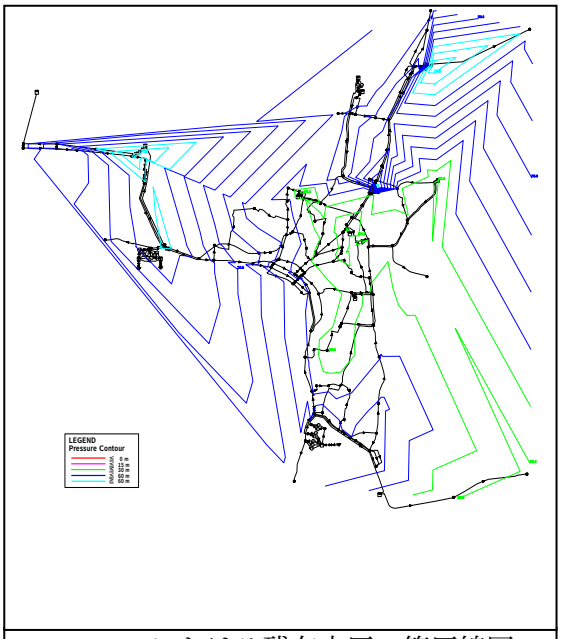
ケース２：上記の計算に AFD 側がフェーズ 1 で布設する配水管を加え計算を行う（JICA 側、AFD 側両方が計画した配水管が布設された場合）



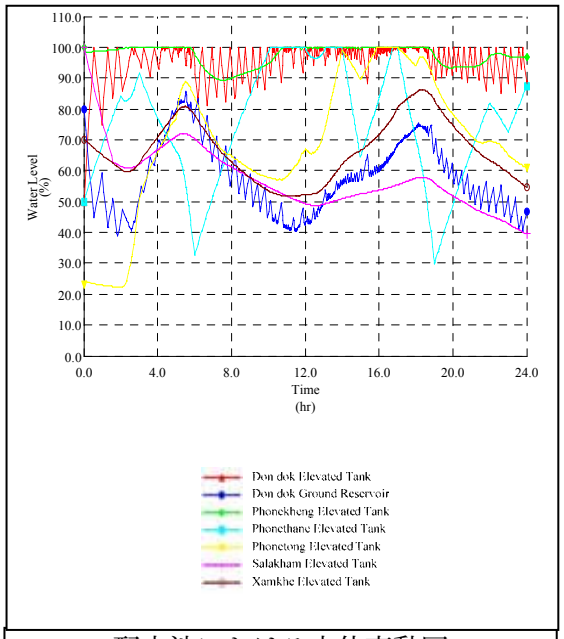
AM 3:00 における残存水圧の等圧線図



AM 6:00 における残存水圧の等圧線図

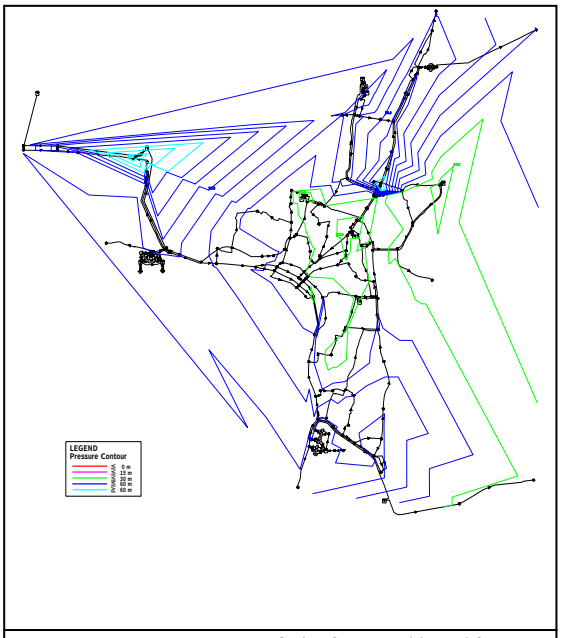


PM 6:00 における残存水圧の等圧線図

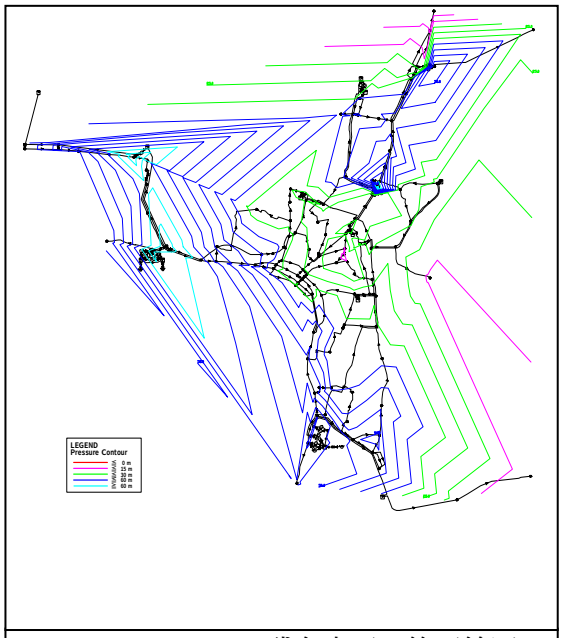


配水池における水位変動図

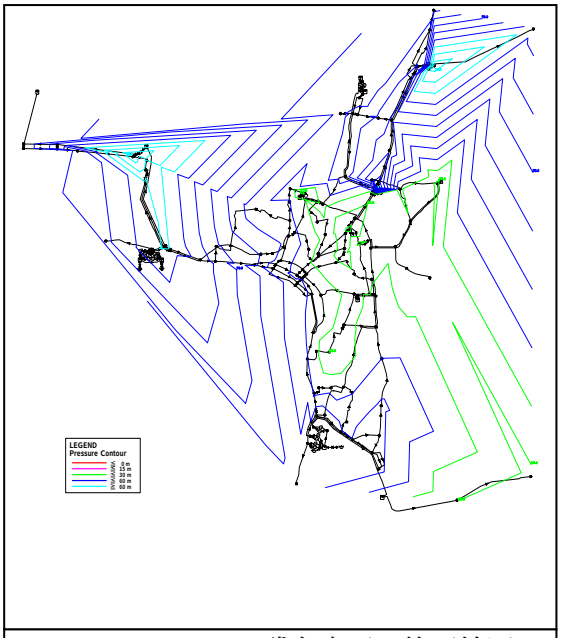
ケース３：AFD 側フェーズ 1 で配水管を布設することによって、JICA 側配水管布設が不要と思われる 2 ルートについて配水管を削除し計算を行う（AFD 側配水管整備プロジェクトフェーズ 1 実施を考慮し、JICA 側のスコープから外した場合）



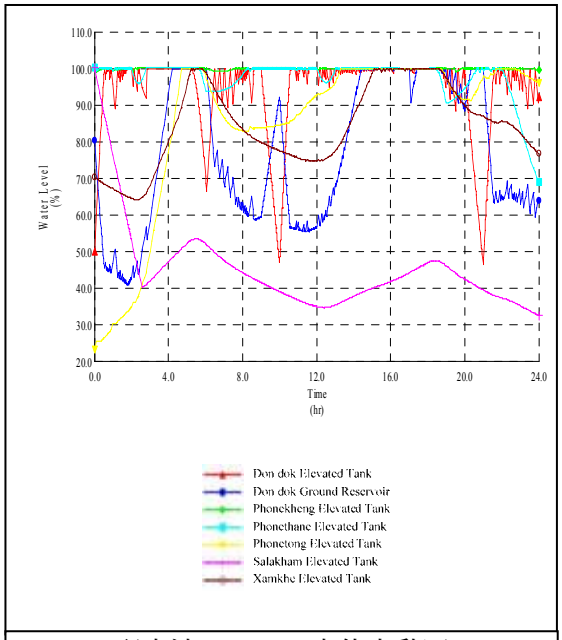
AM 3:00 における残存水圧の等圧線図



AM 6:00 における残存水圧の等圧線図



PM 6:00 における残存水圧の等圧線図



配水池における水位変動図

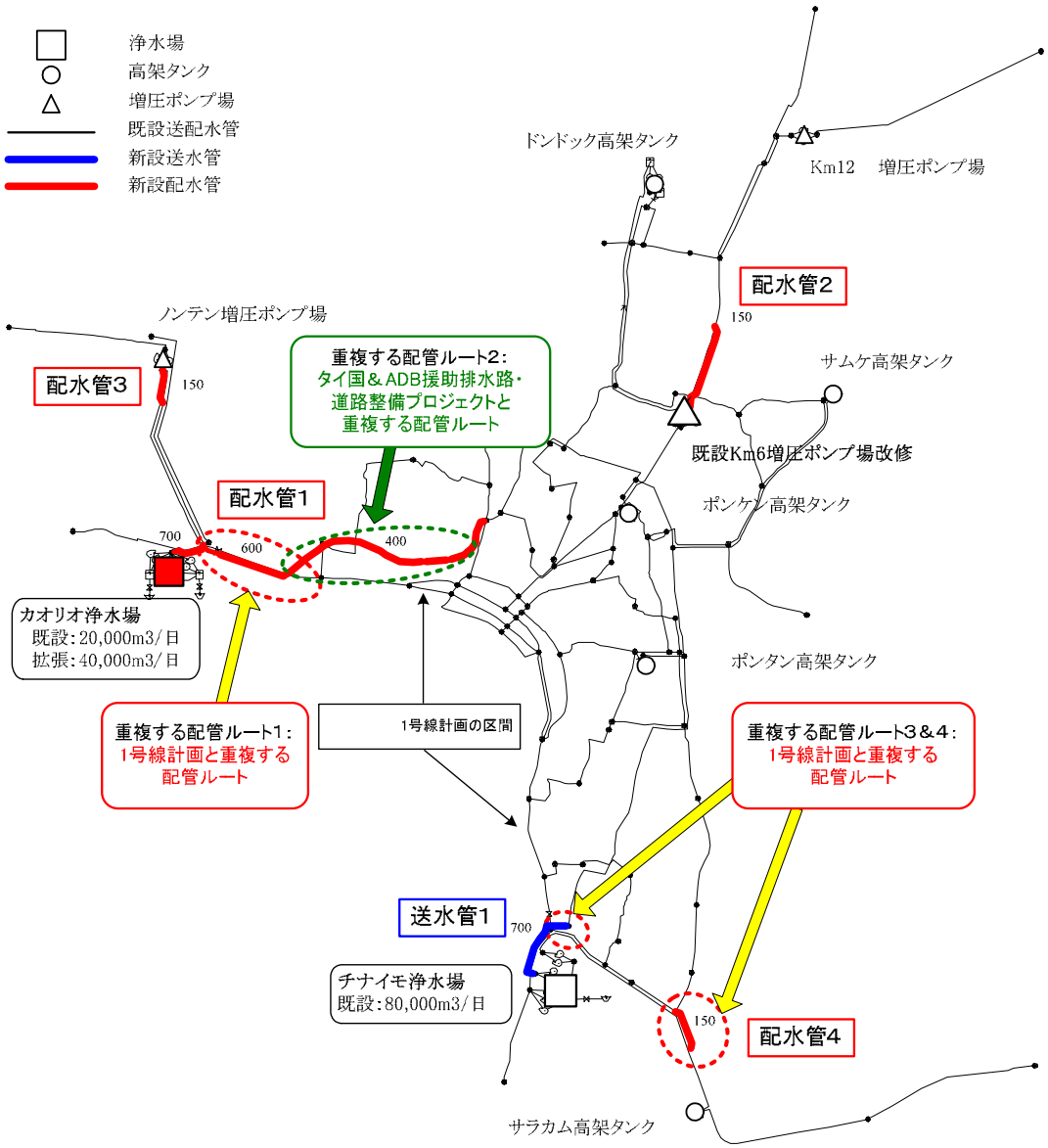
2)　道路整備プロジェクトとの整合

a.　調整が必要となる道路整備プロジェクト

1 号線計画（我が国無償資金協力「ビエンチャン 1 号線整備計画（平成 17 年 7 月、1/2 期 E/N 締結済み）」）に係る基本設計調査（平成 17 年 5 月、JICA）が本基本設計調査とほぼ同時期に進められており、この 1 号線計画ルートと本案件に含まれている管路敷設ルートが重複している（図 3-2-18）。そこで、道路整備計画による道路整備工事直後に送配水管布設のための再掘削を防ぐために関連道路プロジェクトと可能な限り調整を図る必要がある。現地調査の結果、1 号線計画以外にも、調整が必要な道路プロジェクトとしてタイ国及び ADB の援助で事業が進められている道路関連プロジェクトがあることが判明した。従って、送配水管の基本設計を行うに当り考慮しなければならない道路整備プロジェクトは下記に示す 2 件である。

- 1 号線計画
- Hong Wattay 排水路改良及び T2 道路改修プロジェクト（タイ国及び ADB の援助、本年末工事開始予定）

図 3-2-18　道路整備プロジェクトと重複する送配水管ルート



b) 1 号線計画

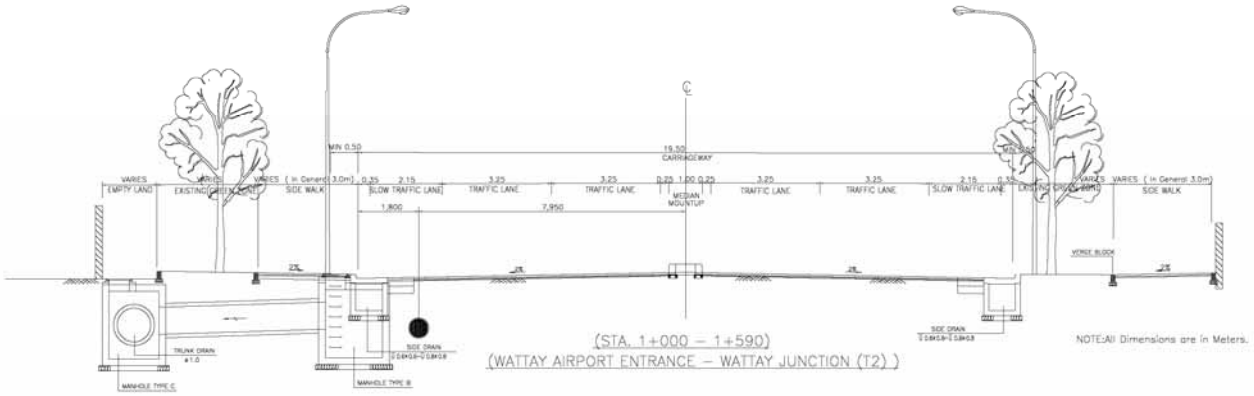
i)　管布設の基本的な考え方及び留意点

- 1 号線計画側で当該区間を先行して工事を実施する場合、舗装工事を 2 度行わないように 1 号線計画側で管敷設を行うことが考えられる。
- 本プロジェクトで当該区間を先行して工事を実施する場合、本プロジェクト側で簡易復旧にて管敷設を行うことが考えられる。
- 2005 年 6 月上旬時点に確認した道路構造図（図 3-2-19、図 3-2-20、図 3-2-21）を基に管路概略設計を行う。しかし、道路構造は現在検討段階であり、詳細設計にて見直しを行う。

ii)　概略設計

【重複する配管ルート 1】：国道 1 号線シカイ交差点から T2 道路入口まで（配水管 1）
現時点での道路構造は下図に示すとおりであり、まだ検討段階である。したがって、本基本設計においては、図 3-2-19 に示す道路構造で設計・積算を行う。本基本設計の配水管はこれらの道路付帯構造物を避け、布設することとする。

図 3-2-19　国道 1 号線沿いの配水管布設位置



【重複する配管ルート 3&4】：チナイモ交差点からの区間（送水管 2、配水管 4）
現時点での道路構造は下図に示すとおりであり、まだ検討段階である。したがって、本基本設計においては、図 3-2-20 及び図 3-2-21 に示す道路構造で設計・積算を行う。本基本設計の送・配水管はこれらの道路付帯構造物を避け、布設することとする。

チナイモ交差点からの区間（送水管 2、配水管 4）までのある地点での道路断面図

図 3-2-20　国道 1 号線チナイモ交差点からの区間 (送水管 2)

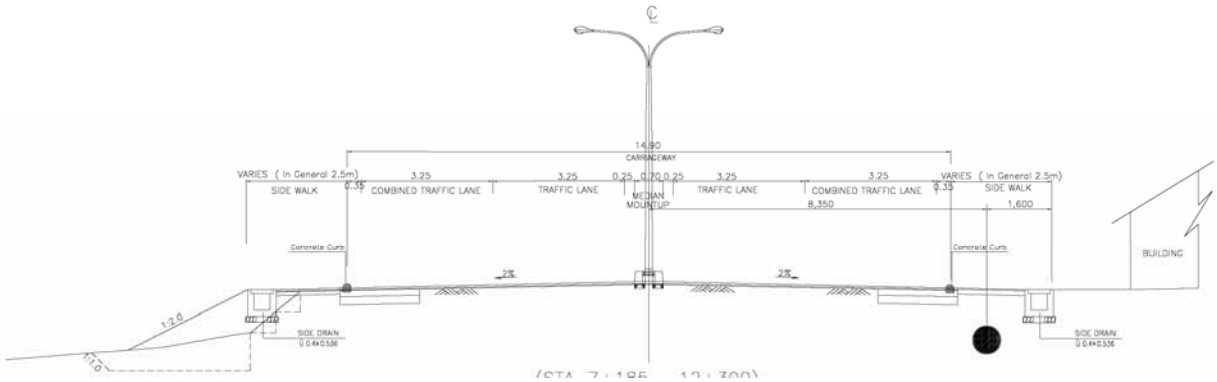
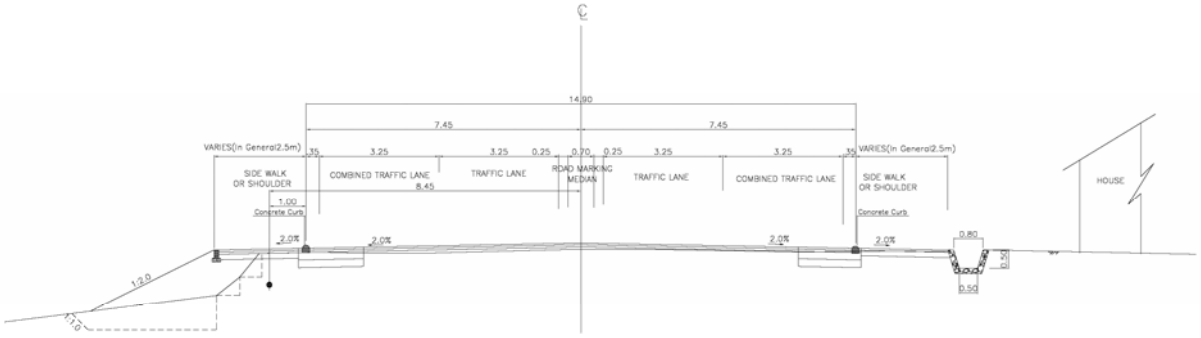


図 3-2-21　国道 1 号線チナイモ交差点からの区間 (配水管 4)



c)　Hong Wattay 排水路改良及び T2 道路改修プロジェクト（タイ国及び ADB の援助、本年末工事開始予定）

i)　管布設の基本的な考え方及び留意点

- 道路整備計画が遅れる、あるいは実施されない場合でも、管路布設が先行して単独で工事できるように対応する。
- 道路整備計画と整合性を保ちながら管路の布設ルート、埋設深さを決定する。管路布設が道路整備よりも先行する場合、計画されている道路付帯構造物、特に排水管･排水路には十分配慮し、対象構造物を阻害しないような位置に管路を布設する。
- 上述のとおり管路布設が先行して単独で工事ができるように設計するため、異型管を設ける際には、将来道路整備時の掘削を勘案し、安全を考え異型管防護は離脱防止継手の使用を検討する。
- 本基本設計で計画する送配水管路の付帯構造物（既設管路との接続用弁室、空気弁室、排水弁室等）のマンホール高を既設道路及び計画道路舗装面高を考慮して設計する。

ii)　概略設計

【重複する配管ルート 2】：T2 道路沿いに国道 1 号線から 2.86km 地点まで（配水管 1）

このルートについては、タイ国及び ADB の援助により既存の T2 道路の改修として歩道の設置と舗装面の改修及び排水管路の整備が含まれている。そのため、本基本設計により布設される配水管は図 3-2-22 に示すように歩道が新設される外側、つまり、現状の道路境界に沿った位置に布設することになる。T2 道路の整備プロジェクトは今年末より実施が予定されているので、DD 段階でプロジェクトの進捗状況を確認するとともに、再度詳細に配管布設位置の検証を行う必要がある。

図 3-2-22　T2 道路沿いの配水管布設位置（国道 1 号線から 2.86km 地点まで）

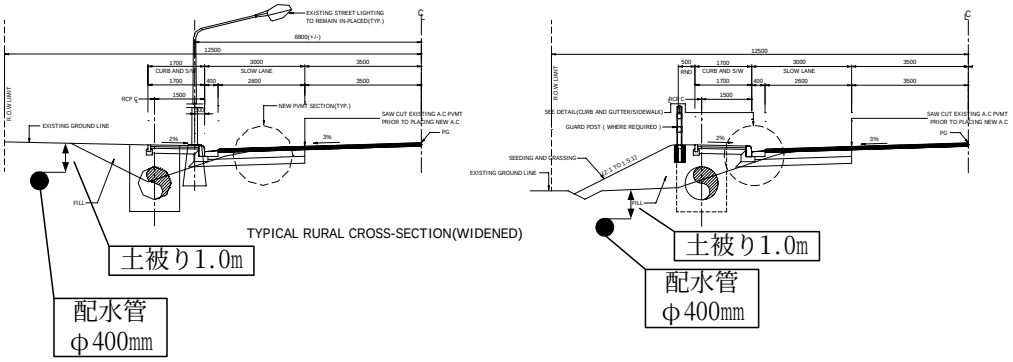
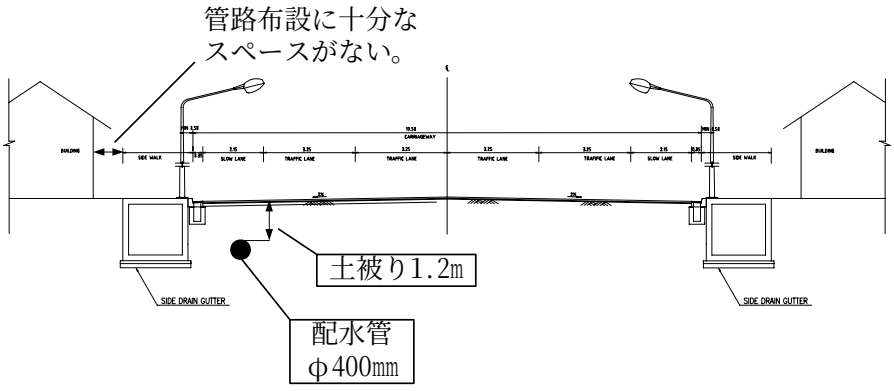


写真 3-1

【重複する配管ルート 2】：T2 道路沿いに国道 1 号線から 2.86km 地点以降（配水管 1）

T2 道路沿いの国道 1 号線から 2.86km 地点以降については、すでに歩道及び排水管の整備が行われている。また、この区間については写真 3-1 のように歩道と家屋との間のスペースがほとんどないことから、歩道の外側への管路の布設は不可能である。従って、この区間については図 3-2-23 に示すように道路舗装の下に布設することとする。

図 3-2-23　T2 道路沿いの配水管布設位置（国道 1 号線から 2.86km 地点以降）



(2) 管材

【材質】: 送配水管ルートのほとんどが主要道路沿いに布設を予定しており、その布設位置はラオス側の指示により特別な場合を除き道路舗装の外側となっている。例えば国道 13 号線沿いの布設の場合、図 3-2-24 に示すように歩道と家屋の間（写真 3-2 参照）に布設しなければならない。

図 3-2-24　国道 13 号線沿いの管路布設標準横断面図

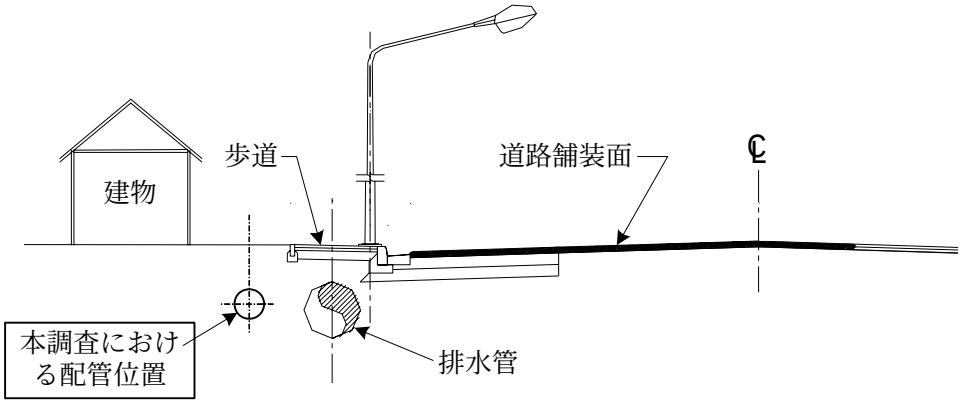


写真 3-2　国道 13 号線沿いの管路布設予定位置の現況

また、道路整備プロジェクトとの調整が必要な国道 1 号線等の道路舗装面下に布設する場合でも極力掘削幅を狭くし道路交通の妨げにならないように配慮しなければならない。そのため、管継手を溶接する必要がある鋼管は継手部での掘削幅を大きく確保する必要がある。鋼管溶接作業の場合、管から 80cm 以上の空間が必要とされているため、通常の掘削幅より約 1m 余分に掘削幅が必要となる。掘削幅の制約がある今回の様な場合は、異形管を除き掘削幅の狭いところでも施工性の優れているプッシュオン継手のダクタイル鋳鉄管を採用する。

従って、本基本設計調査の送配水管の管材（水管橋部を除く）は下記の通りとする。

・口径 300mm 以上の送配水管はダクタイル鋳鉄管
・口径 250mm 以下の場合は塩化ビニル（PVC）管

【規格】: ラオス国が送配水管に ISO 規格を採用していることから、また、AFD プロジェクトにおいても ISO 規格を採用していることから、本基本設計でも ISO 規格を準拠する。

(3) 送配水管

送配水管の敷設条件については先に述べた「1 号線計画」、タイ国及び ADB の援助による排水路改良及び T2 道路改修プロジェクトがあり、さらに現地調査の結果を考慮し、下記の通り計画された。

a. 送水管 1：Chinaimo WTP to Chompheth Road, φ700-0.72km

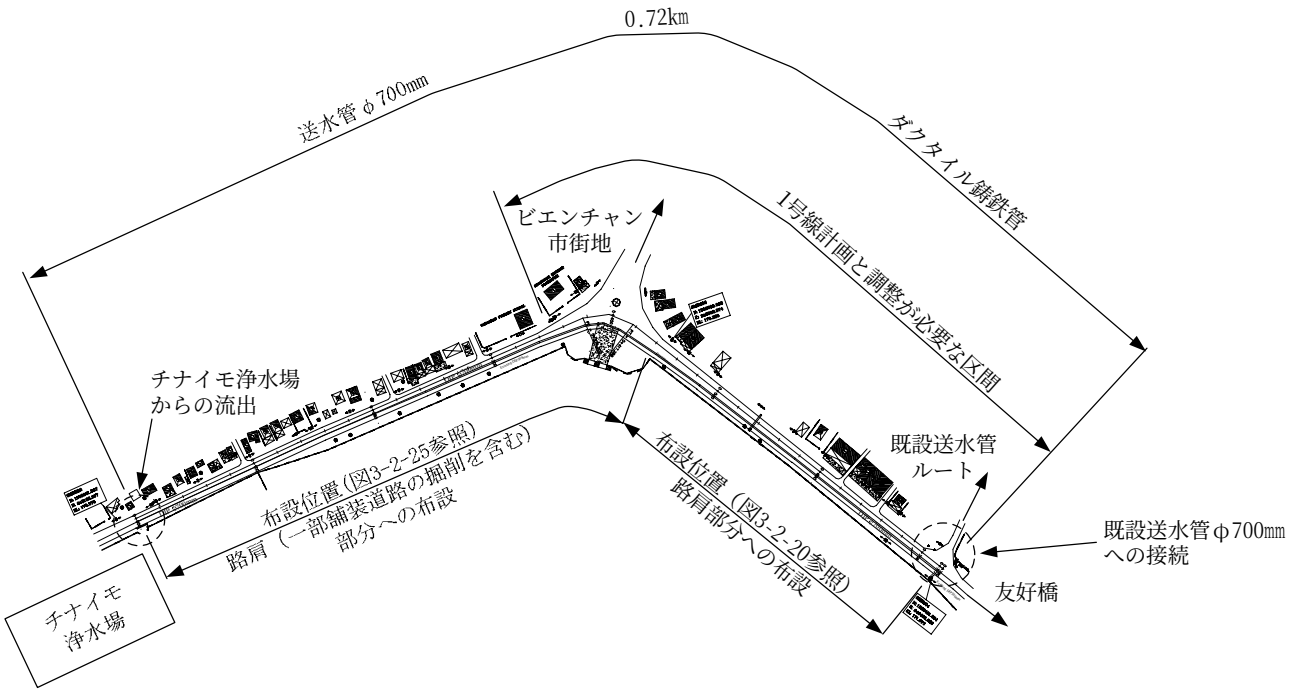
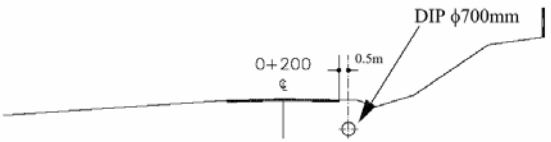


図 3-2-25　チナイモ浄水場から約 0.4km までの区間の配管敷設位置



b.　配水管 1：Kaorieo WTP to Savang Theater, φ700-0.50km, φ600-1.58km, φ400-4.69km

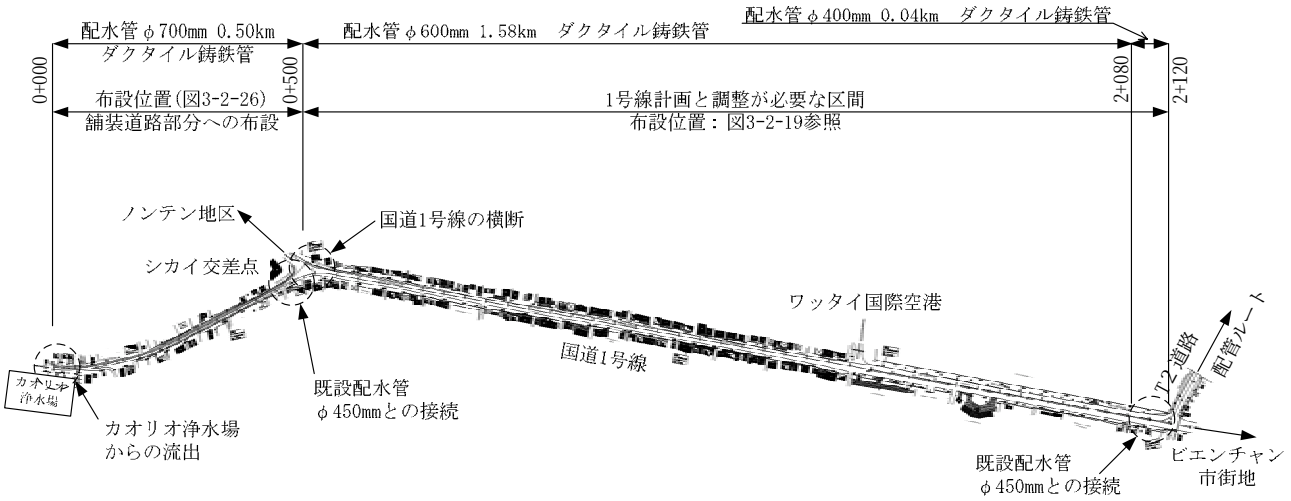
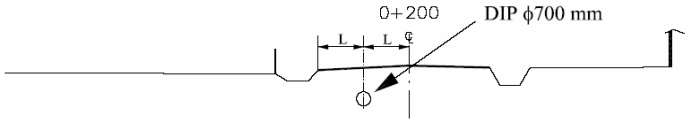
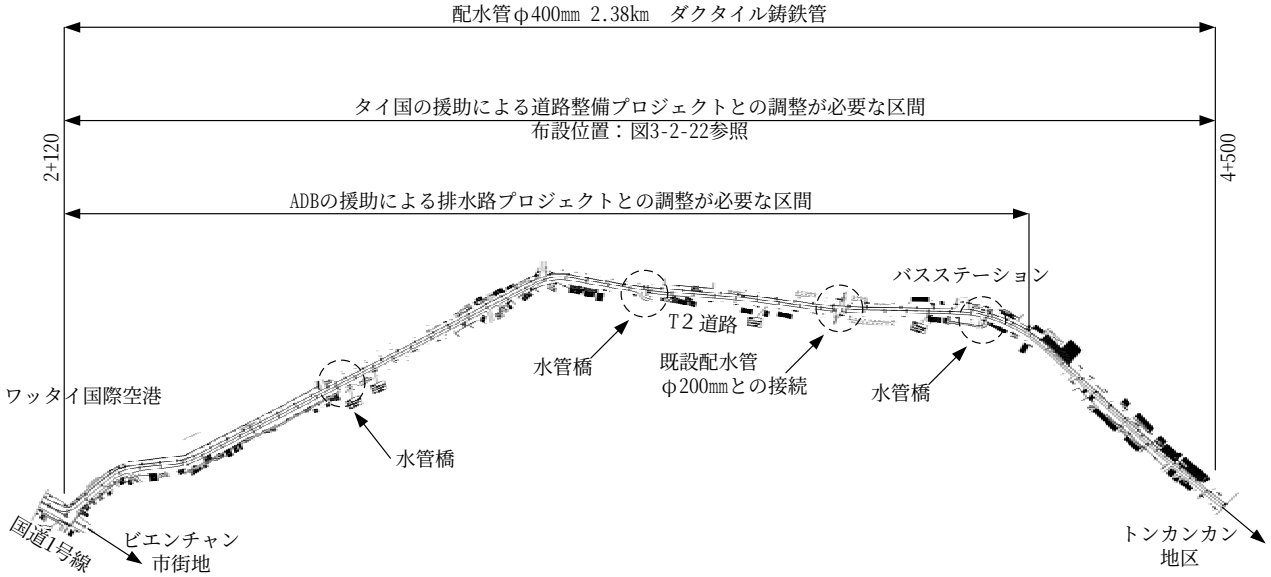


図 3-2-26　カオリオ浄水場から約 0.5km までの区間の配管敷設位置





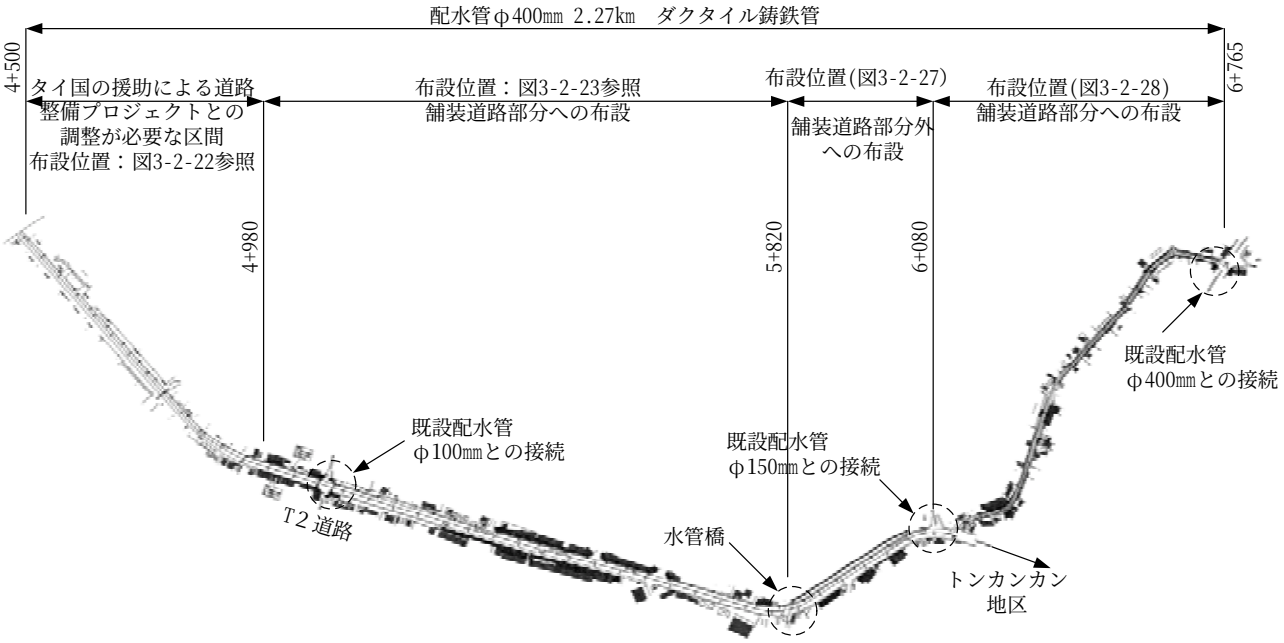


図 3-2-27　カオリオ浄水場から約 5.82km 地点から約 6.08km 地点までの区間の配管敷設位置

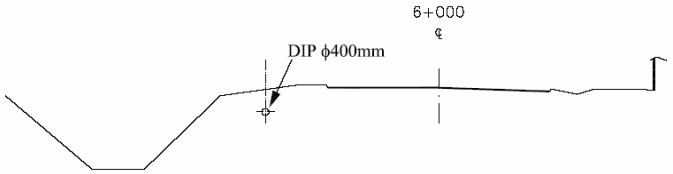
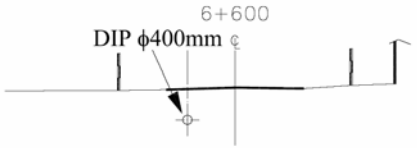
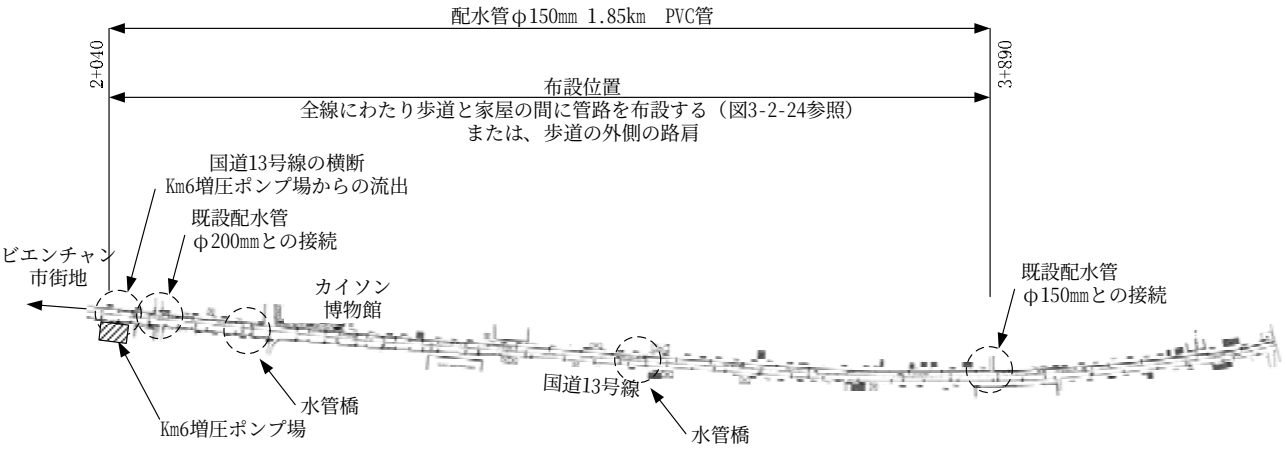


図 3-2-28　カオリオ浄水場から約 6.08km 地点から約 6.77km 地点までの区間の配管敷設位置



c.　配水管 2：Km6 BPS to Donnoune, φ150-1.85km



d.　配水管 3：Thongpong to Nongteng BPS, φ150-2.60km

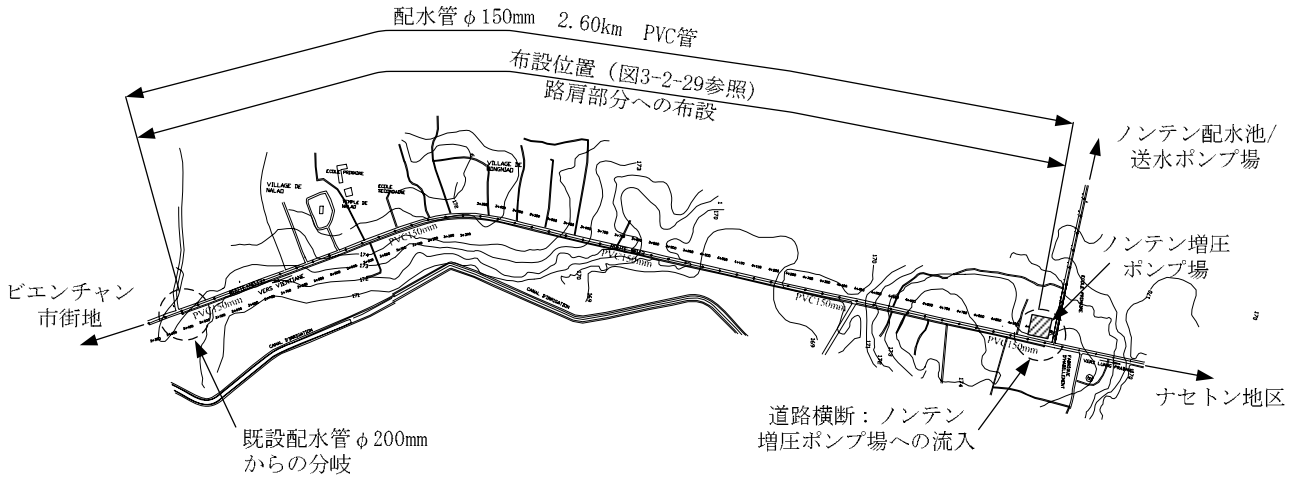
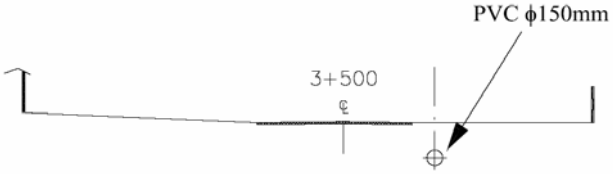
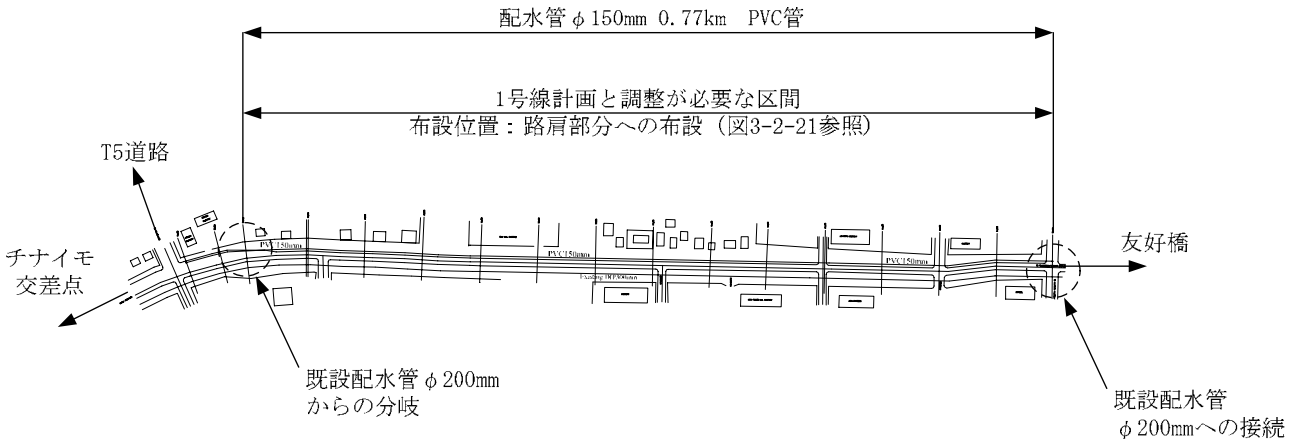


図 3-2-29　全区間にわたる配管敷設位置



e.　配水管 4：T5 Road to Plywood Factory, φ150-0.77km



(4)　水管橋及び伏越し

送配水管ルートにおいて水路横断があるため、水路幅に応じて水管橋もしくは伏越しを設置する。水管橋の管材については、管の自重が小さく、構造上有利な鋼管を用いることとする。伏越しの管材については、「(2)管材」で述べたとおり、ダクタイル鋳鉄管とする。水管橋の構造例及び伏越しの構造例をそれぞれ図 3-2-30、

図 3-2-31 に示す。

図 3-2-30　水管橋構造例

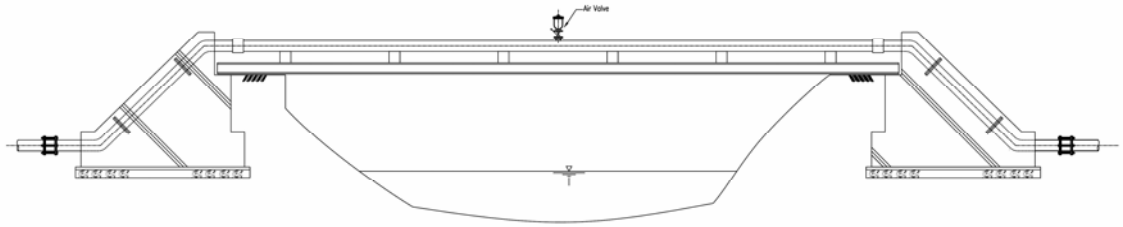
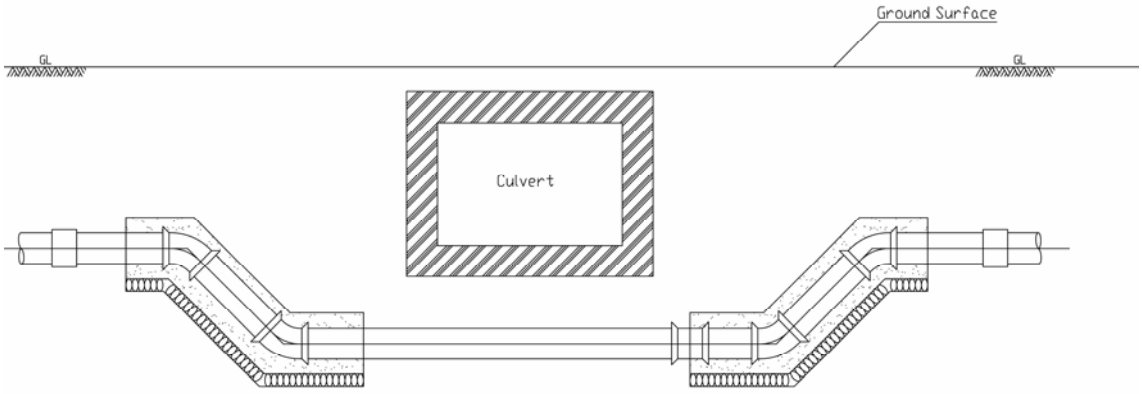


図 3-2-31　伏越し構造例

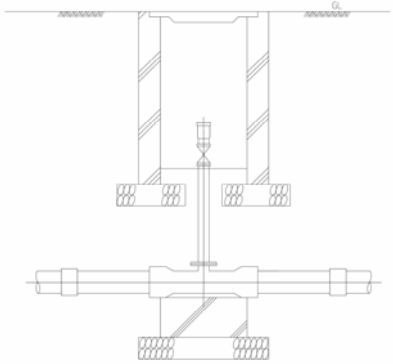


(5)　付帯構造物

1)　空気弁

管路上に設置する空気弁は管内に存在する空気を適切に排除すること、管内の水を排除する際に必要な吸気をし、管内の円滑な通水及び排水を行うことを目的とする。設置する箇所は水管橋、伏越しと伏越しの間等、基本的に管路の凸部とする。空気弁室の構造例を図 3-2-32 に示す。

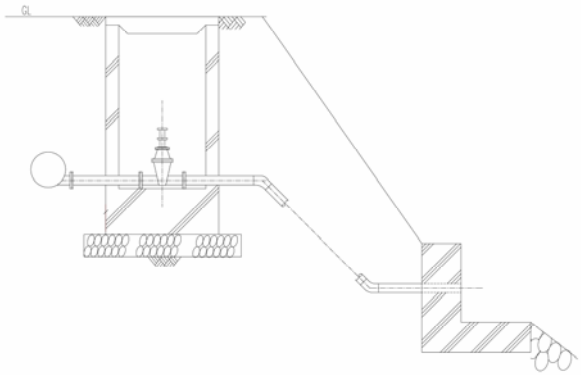
図 3-2-32　空気弁室の構造例



2)　　排水設備

管路上に設置する排水設備は管の敷設時における夾雑物の排出、管内に発生した濁水等の排水及び工事並びに事故等非常時の管内排水を行うことを目的とする。設置する箇所は管路の低部で排水が可能な水路近傍とする。排水設備の構造例を図 3-2-33 に示す。

図 3-2-33　排水設備の構造例



3)　　異形管防護

管路の屈曲部、分岐部、仕切弁などには、水圧によって管を動かそうとする力（不平均力）が働くため、このような箇所では防護コンクリート（図 3-2-34）もしくは離脱防止金具（図 3-2-35）を使用する必要がある。

図 3-2-34　防護コンクリートの設置例

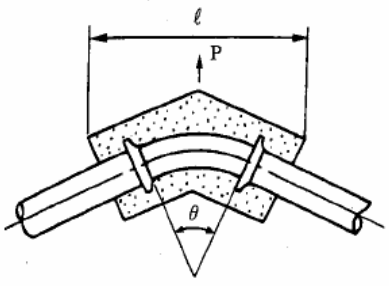
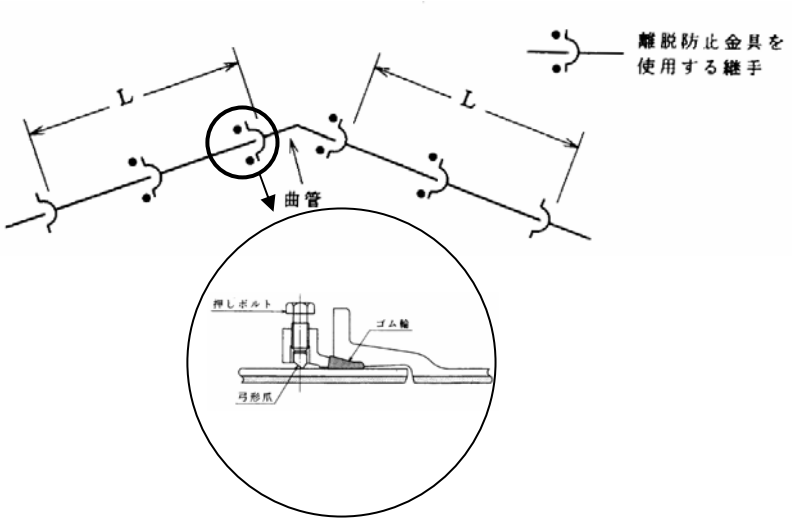


図 3-2-35　離脱防止金具の設置例



防護コンクリートもしくは離脱防止金具の選定については、基本的に防護コンクリートを設置するものとする。但し、防護コンクリートを設置する場合には管路敷設後の埋め戻しまでに数日間を必要とするため、その間の社会経済活動に支障がある。したがって、商店・民家等の軒先、交通量の多い箇所等では防護コンクリートではなく、離脱防止金具を使用する。