# 第6章　本体設計検討（基礎処理工）

本業務では、実施工時における基礎岩盤面や岩盤透水性、割れ目の組合せの変更等に伴い発生した、設計検討や施工計画、数量、図面、積算資料の修正等を行った。

本章では、上記検討のうち、基礎処理工に関連する検討結果をとりまとめた。また、本業務において基礎処理工に関連する項目としては以下の検討を行った。

〇F-6断層部置換コンクリート検討

## 6.1 F-6 断層部置換コンクリート検討

実施工時において、河床部から左岸側の No.13～No.15+10 付近にかけてコア敷きに F-6 断層の分布が確認された。F-6 断層は設計時より分布が想定されており、コンクリートによる置換えが計画されているが、当初想定範囲よりも断層周辺の劣化幅が広かったことから、コア敷きおよび監査廊敷きの一部で置換コンクリートによる掘削除去を行うこととなった。

そこで本節では、FEM 解析を用いて F-6 断層周辺の置換コンクリート形状について検討した。なお、本検討は施工の全体工程が設計検討でクリティカルとならないよう河床部基礎標高(EL.55.0m)に対して概ね EL.60.0m まで掘削が進んだ段階での情報を基に行ったものであり、最終的には粗掘削面でのスケッチの結果、配筋が必要となる箇所は上流側の 1 箇所であった（6.1.3 参照)。

### 6.1.1 施工状況

(1)　トレンチ調査

F-6 断層の設計面での分布状況及び走向・傾斜等を把握することを目的に平成 30 年 5 月 11 日にトレンチ掘削調査を行った。

トレンチ調査時の掘削状況は、No.16 測線付近まで掘削が進んでおり、河床部では設計基礎標高 EL.55.0m に対して概ね EL.60.0m まで掘削が進んでいる状況であった。

F-6 断層は、No.16 測線付近より 2 条に分岐しており、下流側は F-6 断層（走向傾斜 N50E～60E/60N)、上流側は F-6.1 断層（走向傾斜 N45E/45N）である。各断層が近接する付近では D 級岩盤（幅 50cm 程度）を含む CLℓ級岩盤が幅 2m～3 程度分布するが、各断層が 3m 程度以上離れた範囲では、断層間に CLh 級岩盤が分布しており、各断層沿いの CLℓ級岩盤の幅は 1m～1.5m 程度となる。

ダム軸より下流側では、F-6 断層に F-6.1 断層が合流して 1 条の断層(F-6 断層）となっており、D 級岩盤(幅 50cm 程度)を含む CLℓ級岩盤が幅 2.5m 程度分布する。

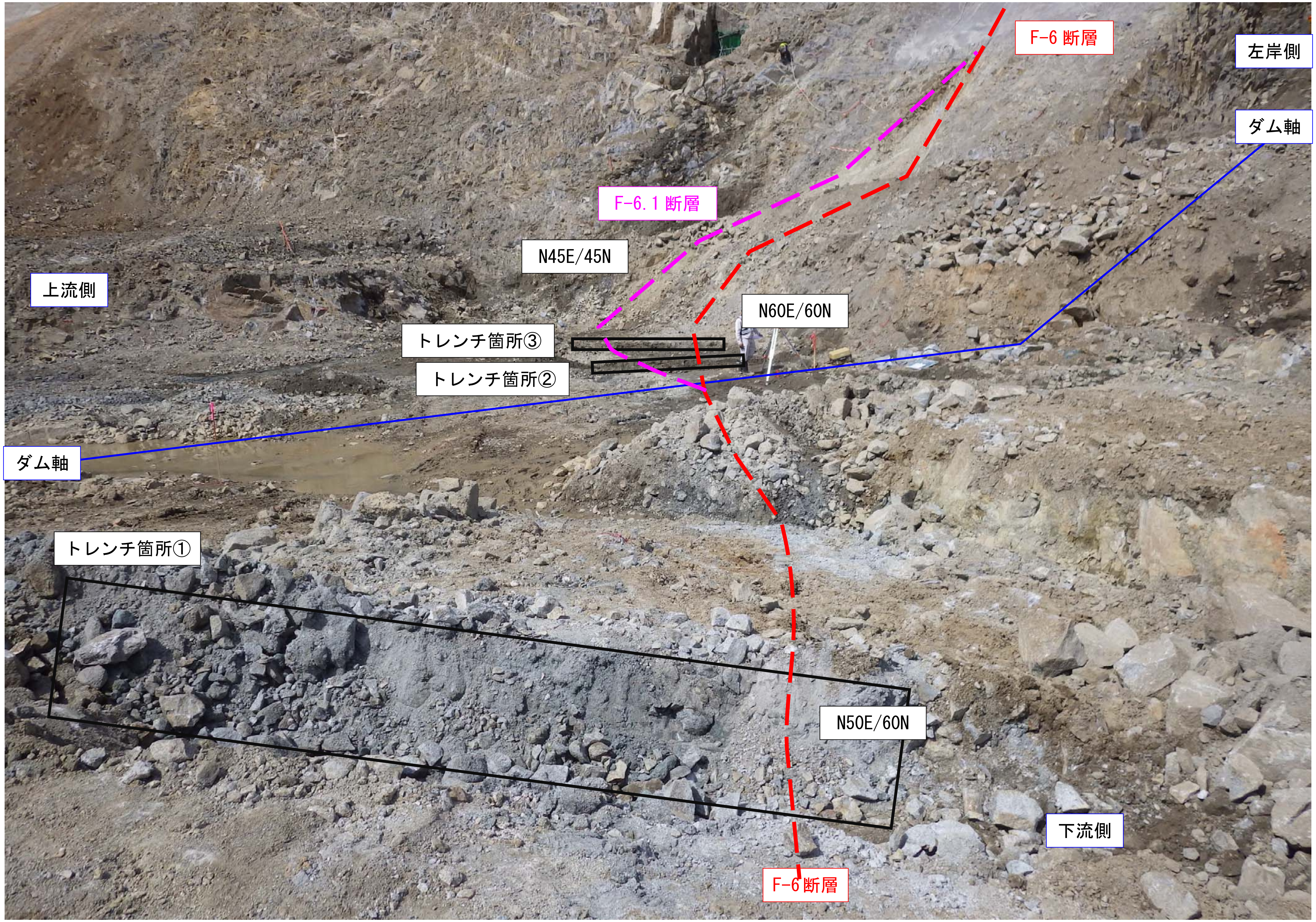



図- 6.1.1　F-6 断層の分布状況

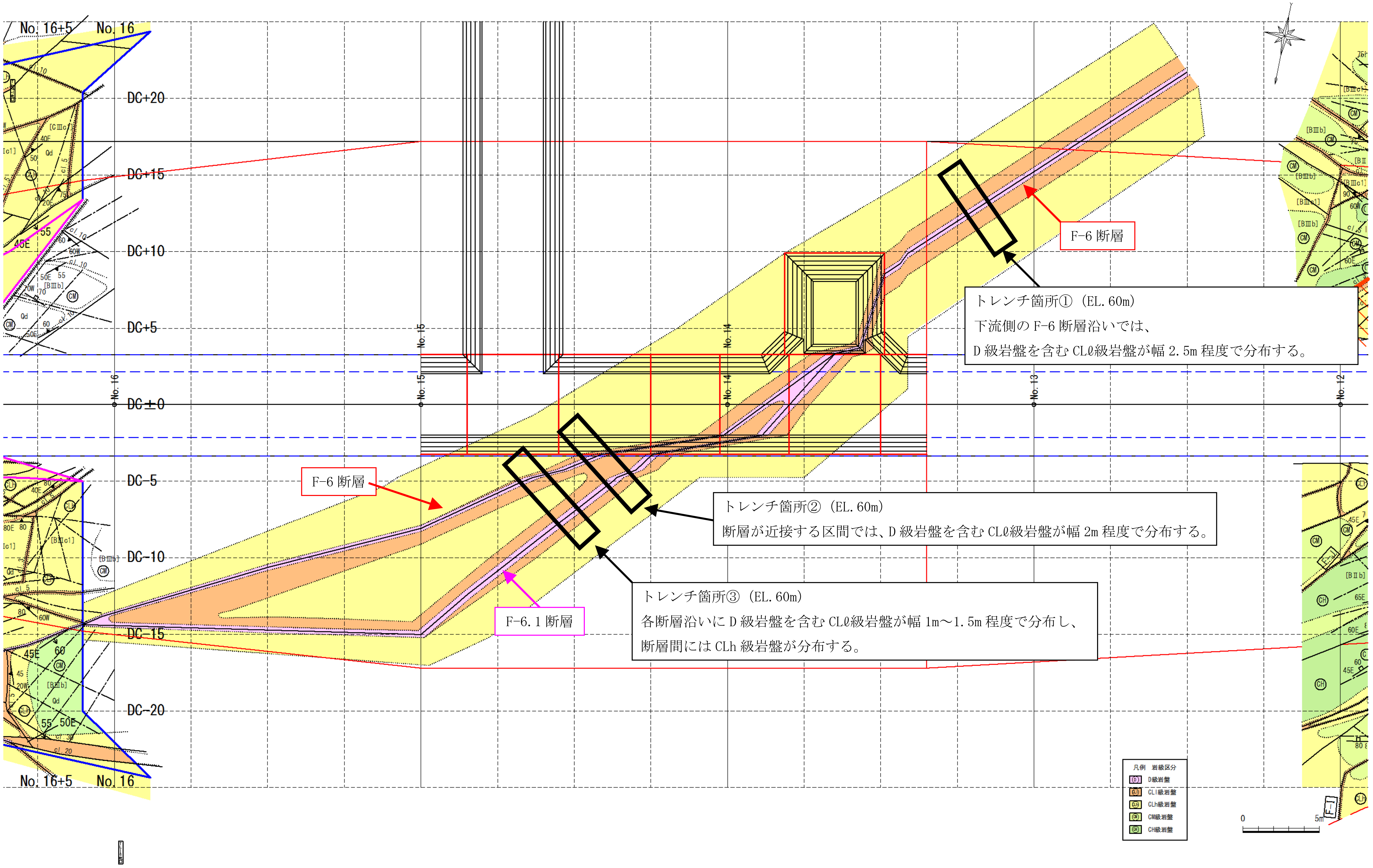



図- 6.1.2　設計面における F-6 断層想定分布図（岩級区分表示）

### 6.1.2 対策工の検討

(1) 検討方針

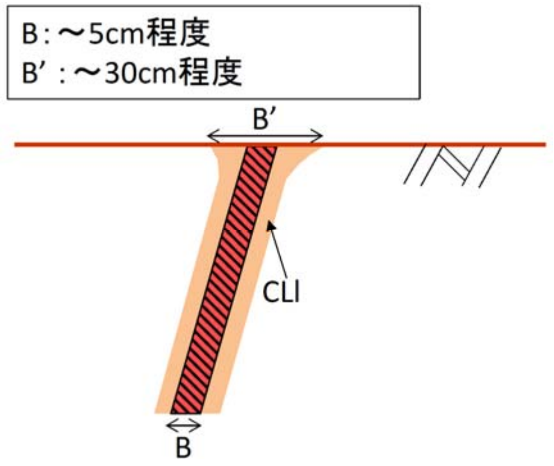
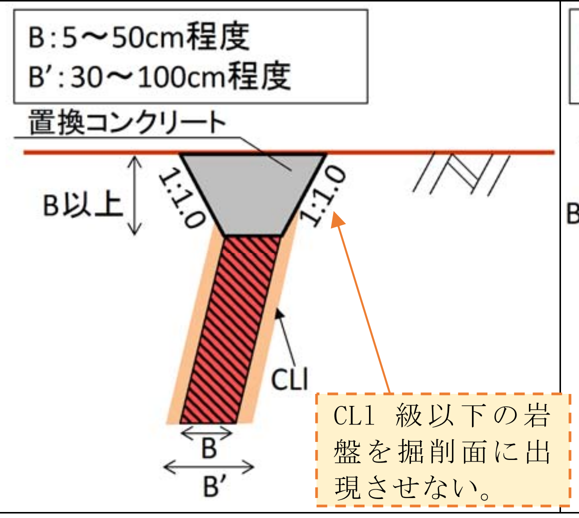
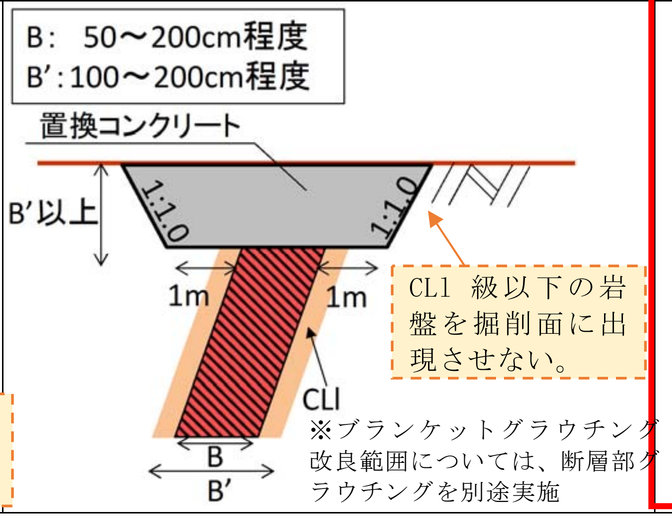
F-6 断層が分布する河床部は、全体工程の中でクリティカルパスに該当する箇所であり、掘削後の分布を忠実にスケッチした後に解析を行い、置換コンクリートの配筋仕様等を検討すると、検討期間や材料の手配等に時間を要し、全体工程に影響を与えることが懸念された。

そこで、本検討は設計掘削標高(EL.55m)まで掘削が進む前に事前にトレンチ調査によって断層分布を把握し(前述の 6.1.1 節(1) トレンチ調査参照)、調査結果に基づいて先行して断層処理方法の検討を行った。

また、トレンチ調査の結果、F-6 断層及び周辺の劣化幅(CL1 級岩盤)が最大 4m 程度確認されたことから、断層両側の堅岩に指示されるような形状とし、コア敷きおよび監査廊敷きの置換コンクリートに発生する応力や変位量を FEM 解析により求めた。

また、検討は２次元断面で行い、置換コンクリートに有害な引張応力が発生していないことを確認するが、監査廊敷きの置換コンクリートについては、監査廊コンクリートおよびそのジョイントも含めた解析を行い、ジョイント間に有害なズレが生じていないことを確認した。

表- 6.1.1　高角度に分布する断層及び変質・劣化部等の処理方法（案）

| 劣化幅 | （Ⅰ）断層・D級：～5cm程度<br>又は<br>CLⅠ級以下：～30cm程度 | （Ⅱ）断層・D級：5cm～50cm程度<br>又は<br>CLⅠ級以下：30cm～100cm程度 | （Ⅲ）断層・D級：50cm～200cm程度<br>又は<br>CLⅠ級以下：100cm～200cm程度 | （Ⅳ）断層・D級及びCLⅠ級：200cm以上 |
|---|---|---|---|---|
| 対策方針 | 隙間等ができないよう確実に充填できるよう着岩処理を行う。 | デンタルワークとして、断層部をVカット状に掘削除去し、コンクリートで置き換えることを基本とする。<br>なお、コンクリート置換え後CL1級岩盤が掘削面に残る場合には置換えコンクリート形状を別途検討する。 | 断層処理工として、断層部周辺を含めて掘削を行い、コンクリートで置き換える。<br>また、断層部グラウチングを追加する（配孔については個別に検討）<br>なお、コンクリート置換え後CL1級岩盤が掘削面に残る場合には置換えコンクリート形状を別途検討する。 | 断層及びCL1級岩盤以下の劣化規模が大きく、変形性や止水性に影響がみられた場合には、別途FEM解析等により詳細な検討を行い、対策工を検討する。 |
| 対策概念図 |  |  |  | （別途FEM解析等により規模を決定する） |

※B：断層・D級の劣化幅、B'：CL1級岩盤以下の劣化幅

※CL1級以下の岩盤は掘削除去を基本とするが、断層等が高角度に分布しており掘削除去による対応が困難な場合のみ上表に準ずる。

※CL1級岩盤以下の劣化幅の数値は参考扱いとし、個別に判断する。

※断層沿いの劣化部(CL1級岩盤)が面的（目安として、置換コンクリート底盤幅以上）に分布する際には、適宜掘削線の見直し等を行う。

※監査廊底盤に分布する場合、監査廊ジョイント位置や劣化幅、周辺岩盤状況等を勘案し、個別に判断する。

※弱部補強グラウチングはブランケットグラウチング改良範囲を対象に実施する。

(2)　検討断面位置の設定

検討断面は、それぞれ断層の分布状況や構造物との位置関係を基に、以下の断面で行った。

**【検討断面】**

**①-①断面：上流コア敷き置換コンクリート**

上流コア敷きNo.15+15付近でF-6断層が２条に分岐しており、CL1級岩盤含めた弱部が最大4m程分布している。

**②-②断面：上流コア敷き監査廊隣接部**

上流コア敷きNo.14+5付近でF-6断層と監査廊が斜交しており、こちらも同様にCL1級岩盤含めた弱部が最大4m程分布している。

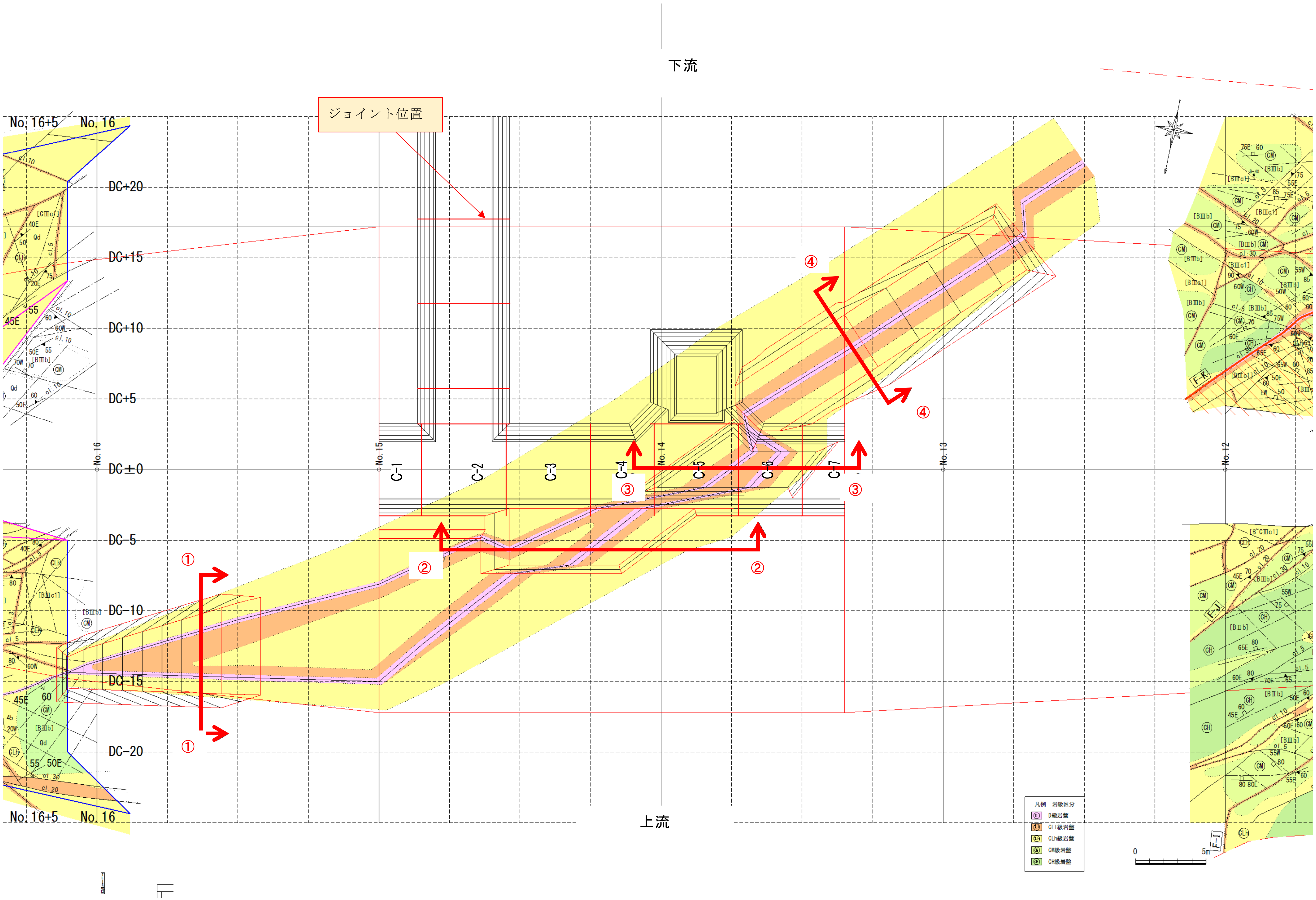
**③-③断面：監査廊敷き置換コンクリート**

ダム軸No.14付近でF-6断層は１条にまとまり、下流に行くに従い規模は小さくなっている。しかし、ダム軸ではD級幅が広く監査廊コンクリート下にF-6断層がブロックをまたいで配置されている。

**④-④断面：下流コア敷き置換コンクリート**

下流コア敷きでは断層規模は上流側と比べて小さいものの、CL1級岩盤含めた弱部が最大3m程分布している。

次頁に検討断面位置図及び検討断面図を示す。



下流
ジョイント位置
No.16+5
No.16
DC+20
DC+15
DC+10
DC+5
DC±0
DC-5
DC-10
DC-15
DC-20
No.15
No.14
No.13
No.12
C-1
C-2
C-3
C-4
C-5
C-6
C-7
①
②
③
④
上流
凡例 岩級区分
D級岩盤
CLl級岩盤
CLh級岩盤
CM級岩盤
CH級岩盤

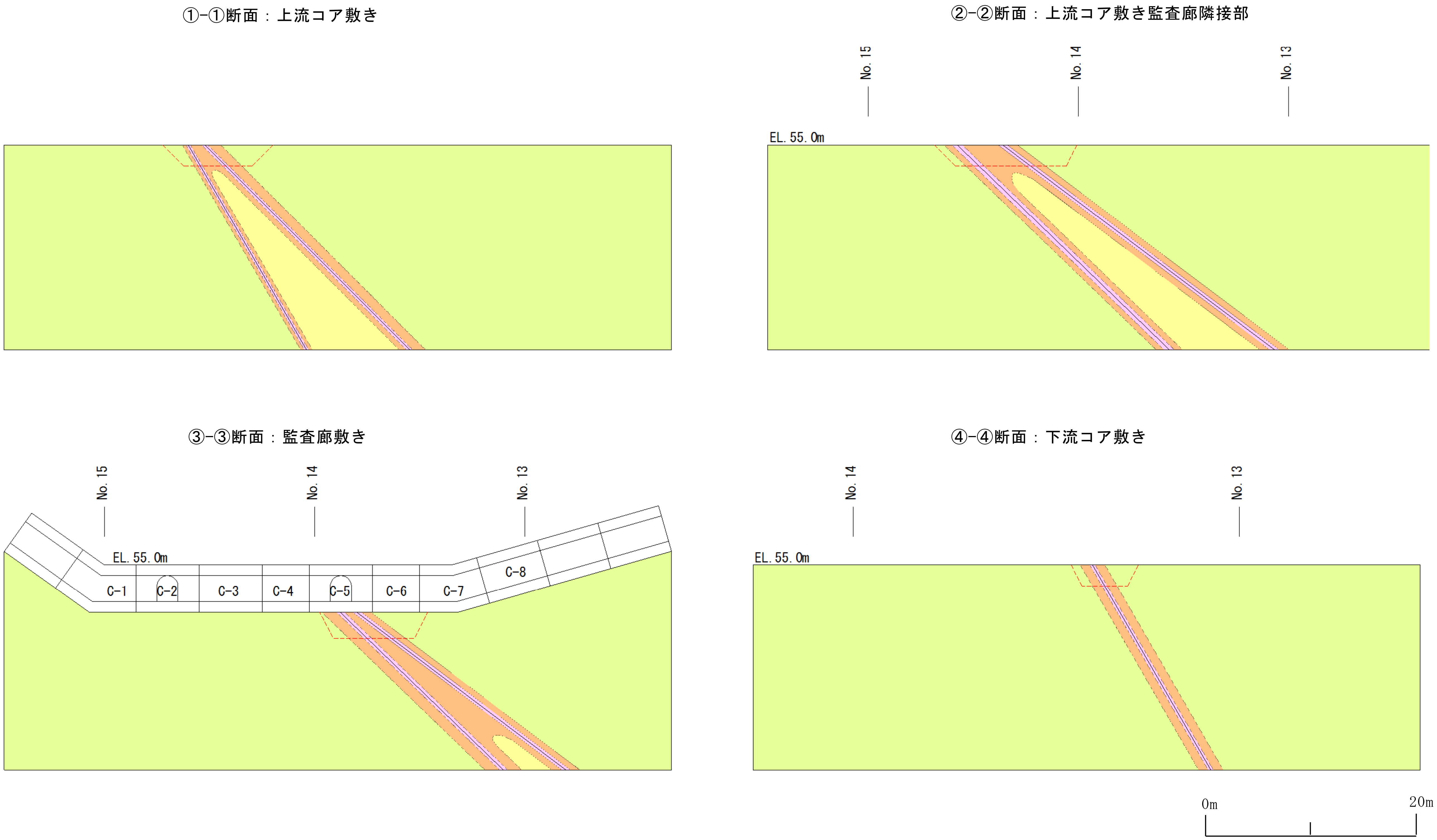

①-①断面：上流コア敷き
②-②断面：上流コア敷き監査廊隣接部
No.15
No.14
No.13
EL.55.0m
③-③断面：監査廊敷き
No.15
No.14
No.13
EL.55.0m
C-1
C-2
C-3
C-4
C-5
C-6
C-7
C-8
④-④断面：下流コア敷き
No.14
No.13
EL.55.0m
0m
20m

図- 6.1.4　検討断面図

(3)　モデル作成

FEM解析実施にあたっては、以下に示す条件を基にモデルを作成した。

①置換コンクリートはCLh級以上の堅岩に1m以上支持させることを基本とした形状とする。

②コンクリート厚みは表- 6.1.1に示す区分のパターンⅢ(断層幅200cm未満)の上限であるH=2.0mを最低厚みとする。H=2.0mでモデル化し、解析を行った結果、大きな応力が生じた場合にはコンクリート厚みを更に厚くする等の対応を行う。

③F-6断層は高角度に分布していることから、断層両側の堅岩に支持させる構造とした2次元断面でモデル化する。

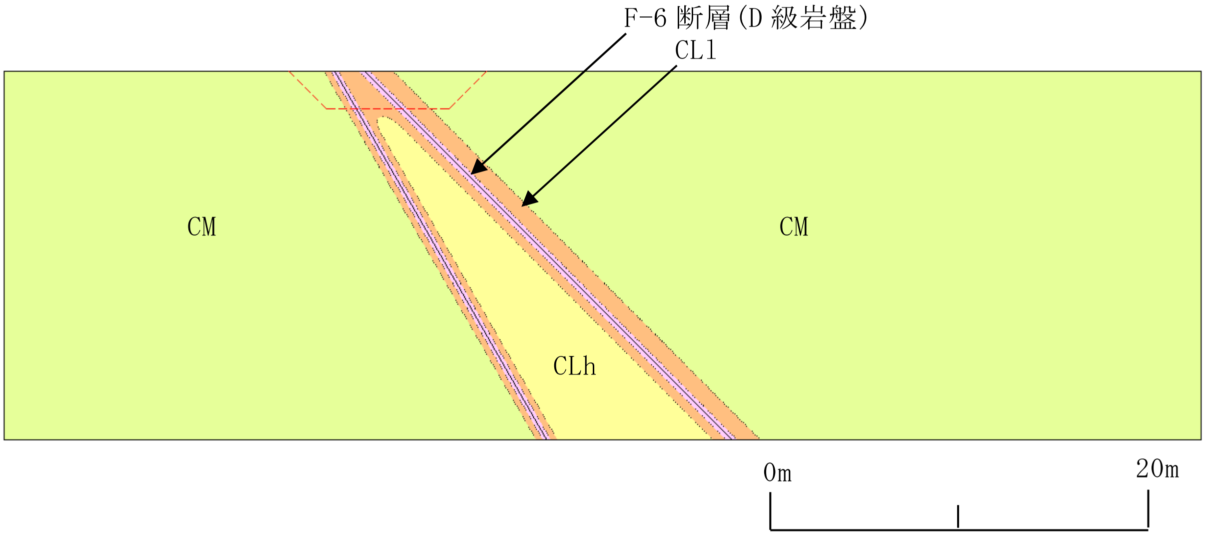
④検討断面はトレンチ掘削の結果を踏まえた想定地質分布より作成する。

モデル化の範囲については、F-6断層および周辺のCLl級岩盤の分布幅Bに対して3倍程度、置換コンクリート厚みHに対して3H以上を確保した。

⑤周辺の基礎岩盤はCLh級以上の岩盤が分布しているが、置換コンクリートの影響がほとんど出ないと考えられる範囲はモデル化の簡素化を目的としてCM級の一様岩盤として評価した。なお、F-6断層及びCLl級岩盤との境界部がCLh級岩盤である場合よりもCM級岩盤とした方が変形性の差が大きいためにコンクリートに発生する応力も大きくなることから安全側の設定としてCM級としている。

⑥監査廊敷きの置換コンクリート検討時には上部に構築される監査廊およびジョイントもモデル化する。

次頁に本検討で作成したモデル図を示す。



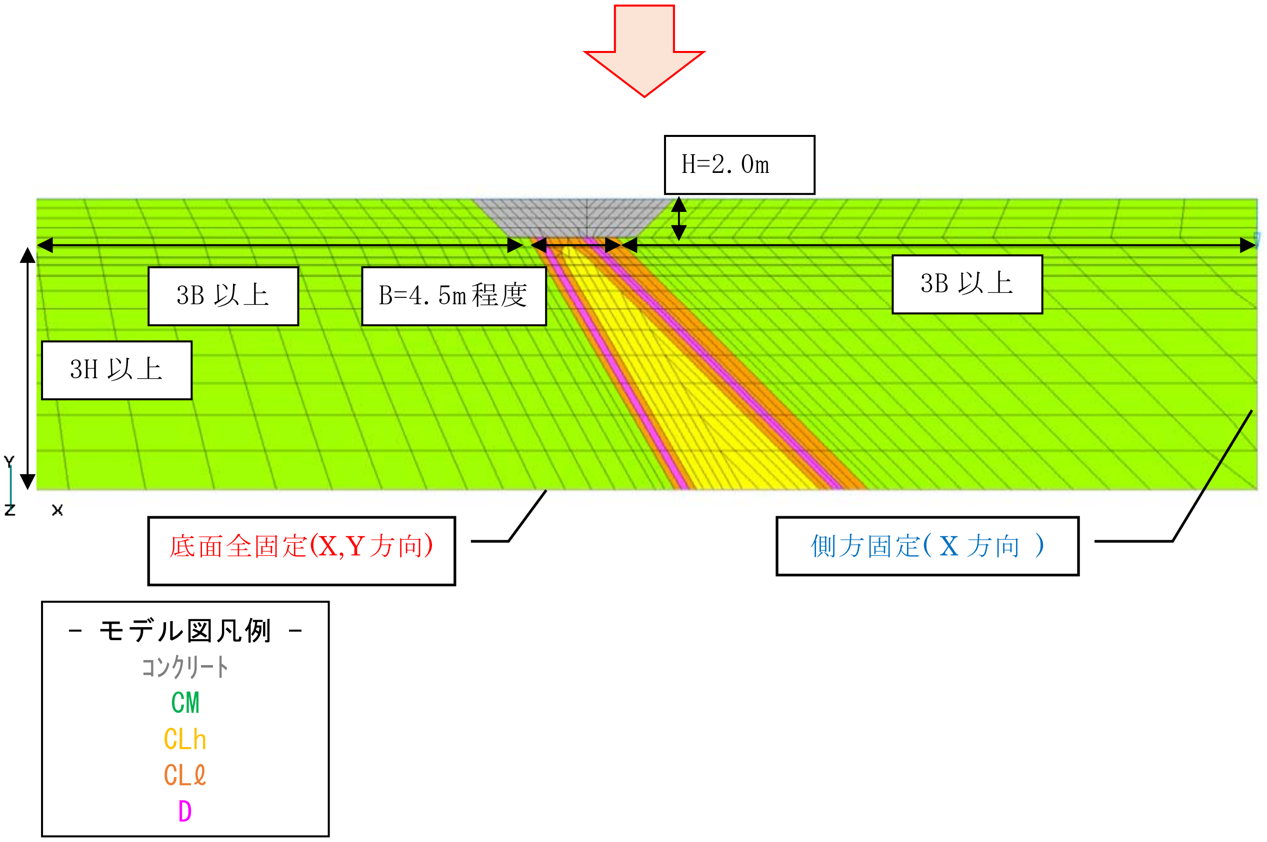
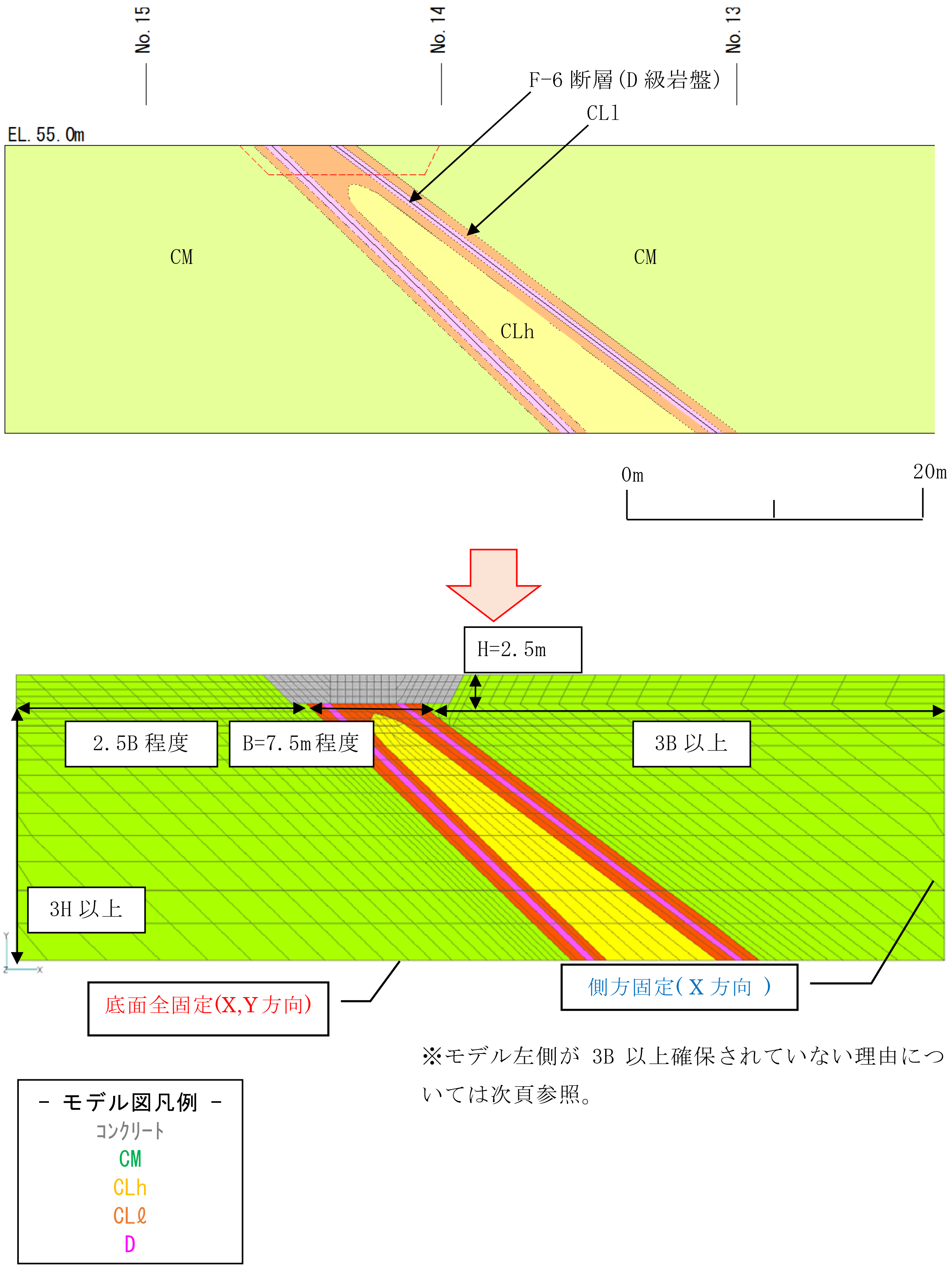




図- 6.1.5　検討モデル作成(①-①断面)




※モデル左側が 3B 以上確保されていない理由については次頁参照。

図- 6.1.6　検討モデル作成（②-②断面）

（参考資料）モデル化範囲について

②-②断面において、モデル化範囲が左側は 3B 以上確保されていないが、断層分布より、左側の変形量は一様であり、モデル化範囲が小さいことによる影響はほとんど出ていないことから問題ないと判断できる。

一方、モデル右側は沈下量がほぼ一様になるまでモデル範囲を広げている。

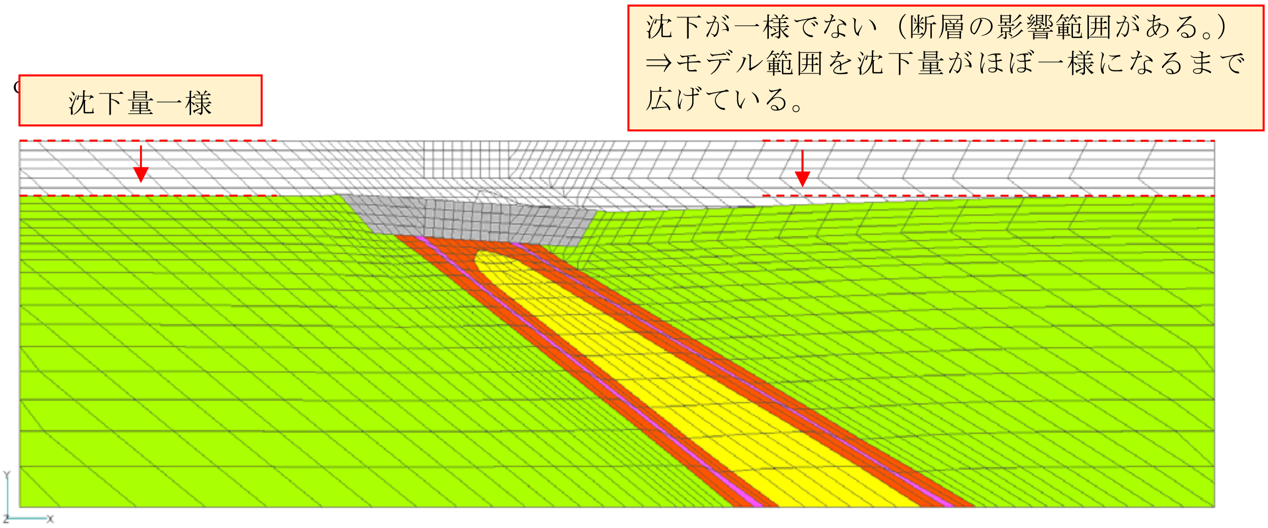
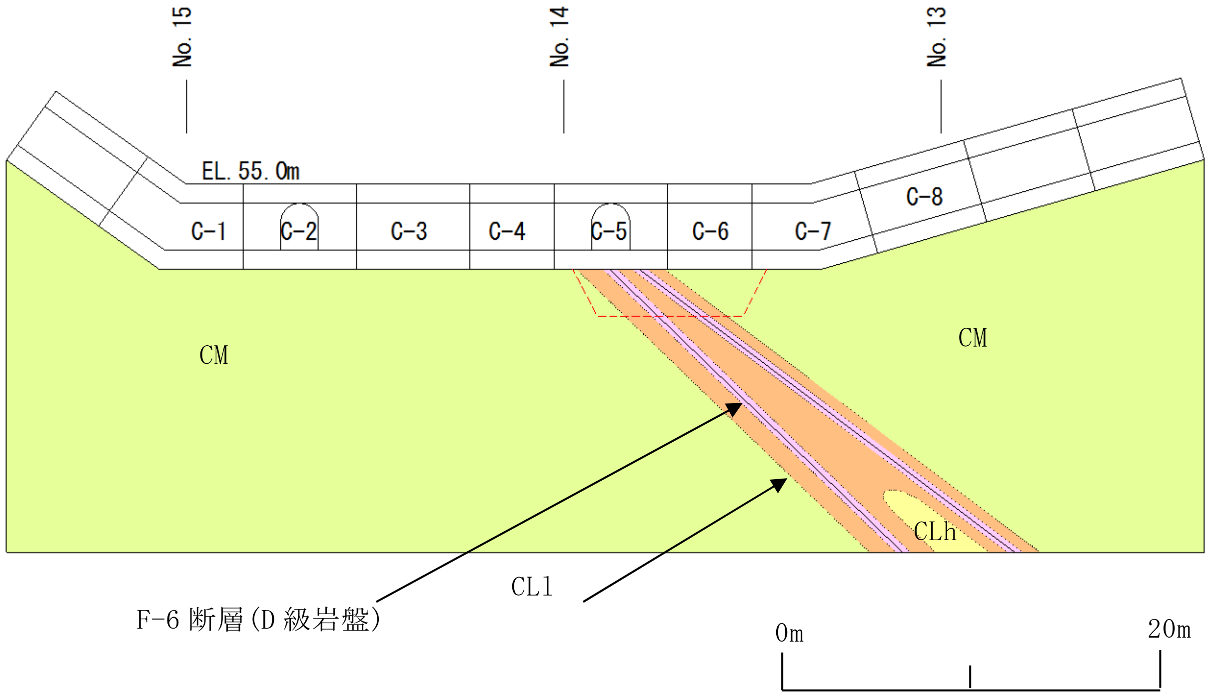
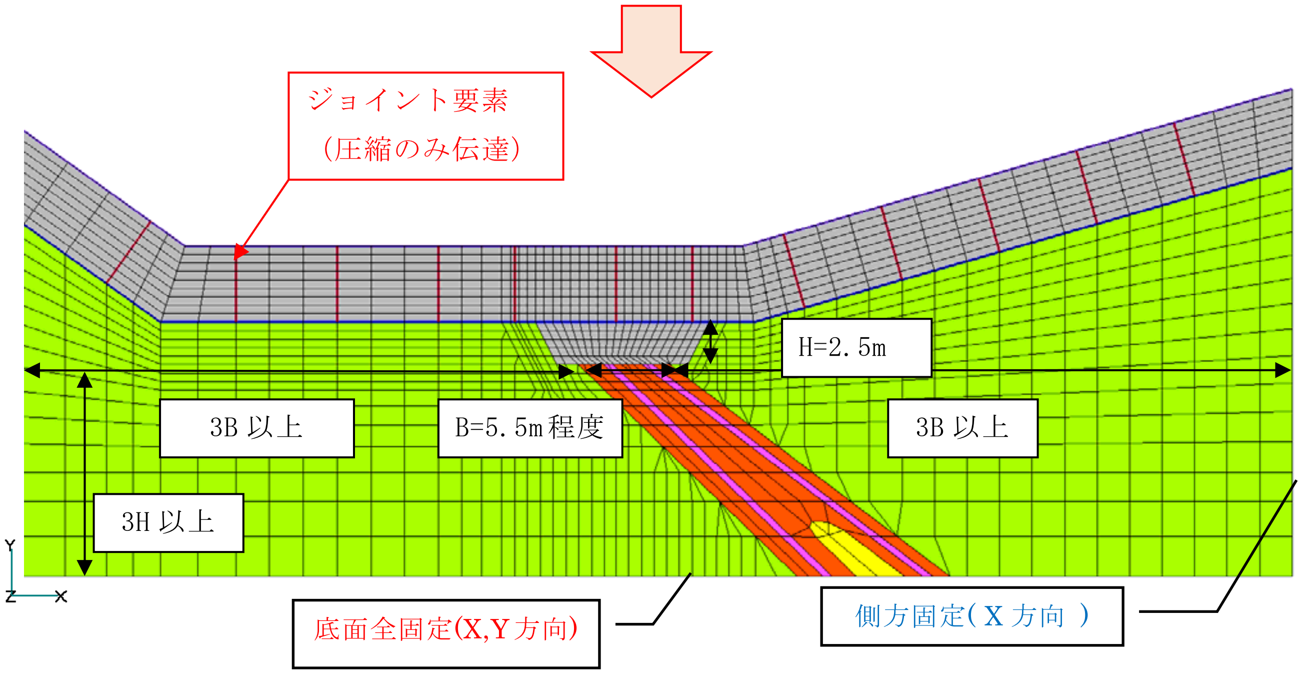



図- 6.1.7　変形図(②-②断面、50 倍)




- モデル図凡例 -
コンクリート
CM
CLh
CLℓ
D

図- 6.1.8　検討モデル作成(③-③断面)

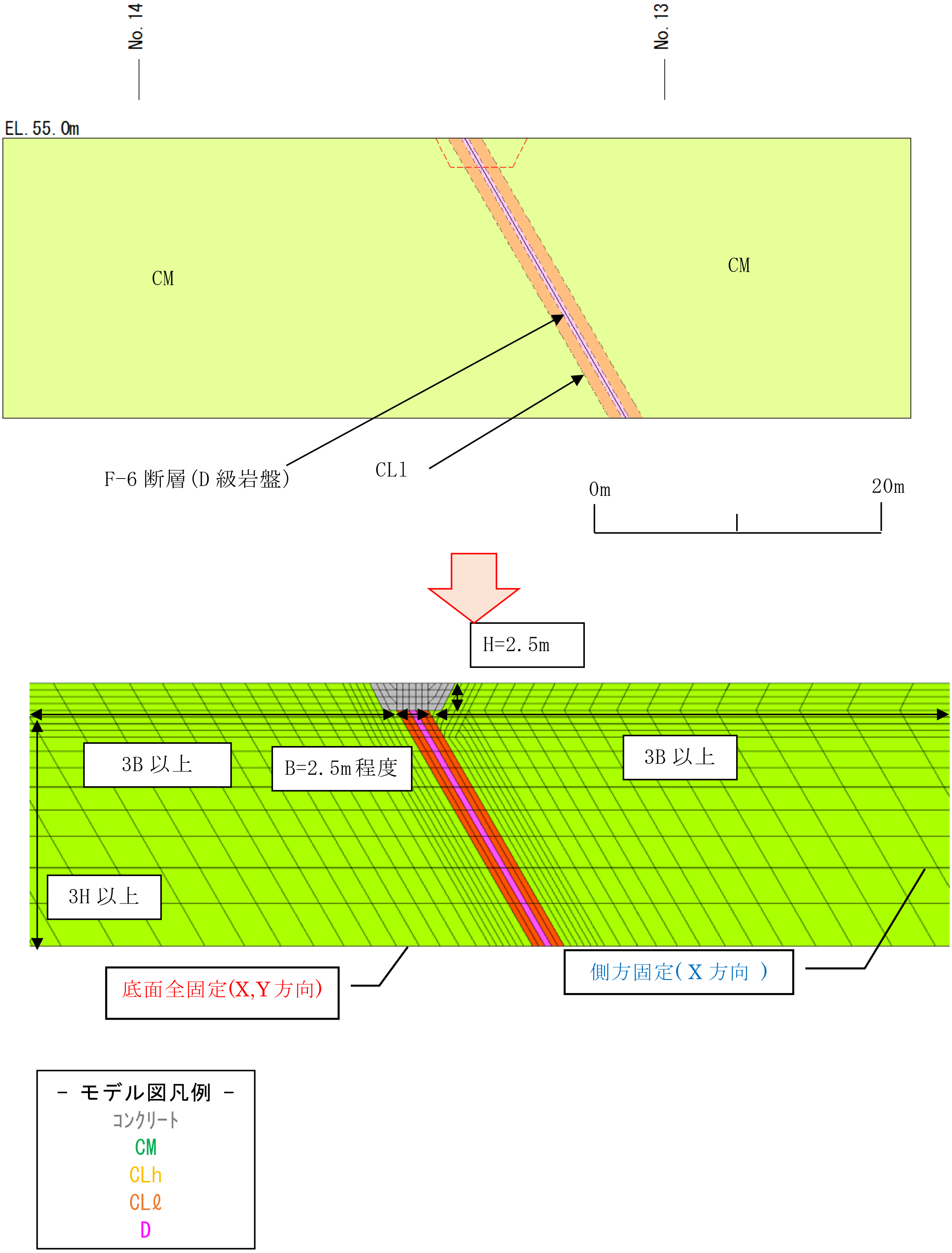



図- 6. 1. 9　検討モデル作成(④-④断面)

(4)　検討条件

1)　検討ケース

置換コンクリートはコア敷きおよび監査廊敷きに配置されることとなるが、湛水後は堤体材料が水中重量となり、置換コンクリートに作用する荷重は小さくなる。

そこで、本検討では、安全側の検討ケースとして、盛立による上載荷重を外荷重として作用させることとした。

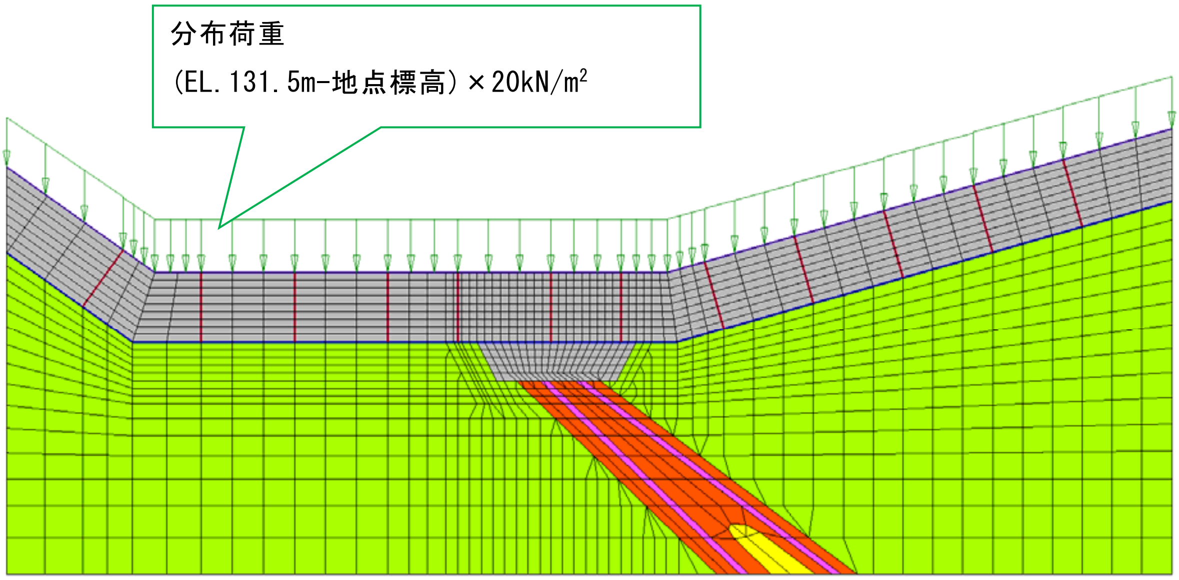



図- 6.1.10　検討モデル作成(④-④断面)

2) 物性値

本検討では、安威川ダムにおけるこれまでの試験結果を基に設定している以下の物性値を用いることとした。

なお、D 級岩盤については、F-1 断層と異なり F-6 断層では粘度幅は小さく大部分が周辺の風化・変質による D 級岩盤であること、解析上D級岩盤としている範囲の中には CLl 級岩盤相当の岩盤が混在しており、変形係数は D 級岩盤～CLl 級岩盤の間の数値があると判断されたが、本検討においては安全側の設定として、非常用洪水吐きシュート部掘削時に実施した D 級岩盤の平板載荷試験結果の平均値を採用することとした。

表- 6.1.2　検討物性値

| | D級岩盤 | CLl級岩盤 | CLh級岩盤 | CM級岩盤 | CH級岩盤 | 鉄筋コンクリート |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 変形係数(MPa) | 50 | 240 | 420 | 710 | 2,000 | 25,000 |
| ポアソン比 | 0.4 | 0.3 | 0.27 | 0.25 | 0.23 | 0.2 |
| 重量(kN/m$^3$) | − | − | − | − | − | 24.5 |

※CLl 級および CLh 級岩盤の変形係数:NO.7 周辺で施工時に実施した孔内水平載荷試験の最低値（異常値除く）

※D 級岩盤の変形係数：非常用洪水吐きシュート部で施工時に実施した平板載荷試験結果の平均値

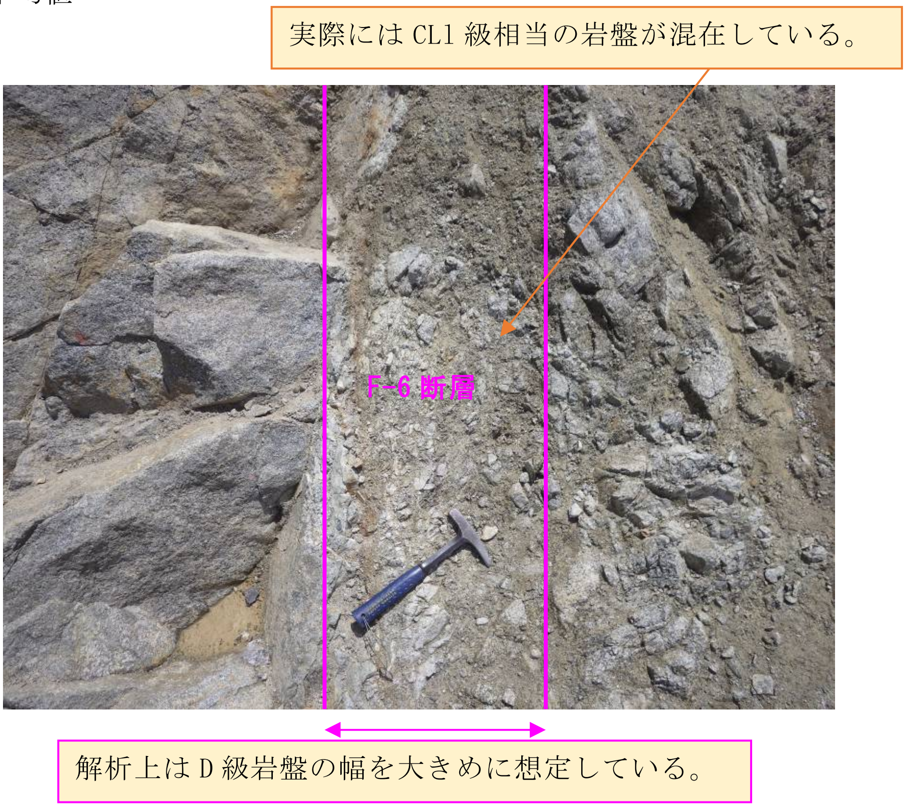



図- 6.1.11　F-6 断層の分布と安全側のモデル設定状況

(5)　検討結果

1)　①-①断面（上流コア敷き）

以下に、①-①断面（上流コア敷き）における置換コンクリートの FEM 解析結果を示す。解析の結果、上側・下側共に引張応力が発生している。

しかし、鉛直変位は断層上盤となる上流側（下記モデルにおける右側）が、沈下量が大きくなっているものの、変位勾配は概ね一様な勾配で沈下しており、大きな曲げ変形は発生していないことが確認された。

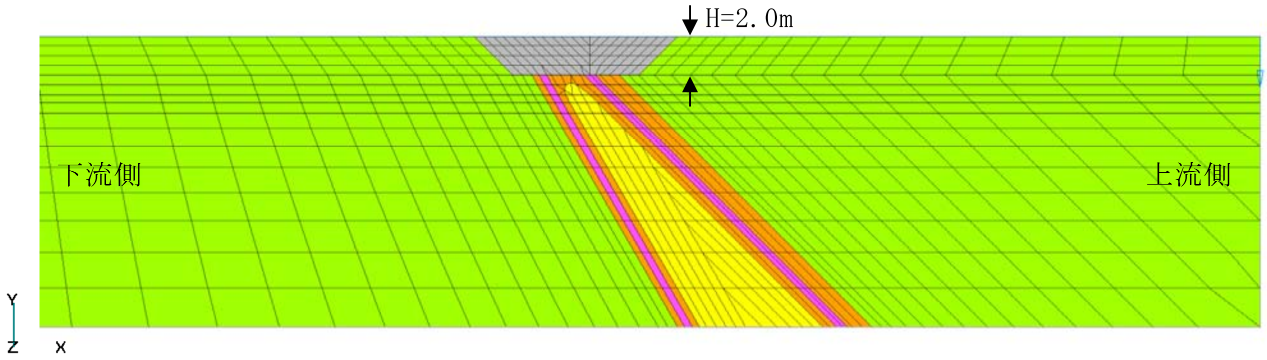



図- 6.1.12　①-①断面解析モデル図

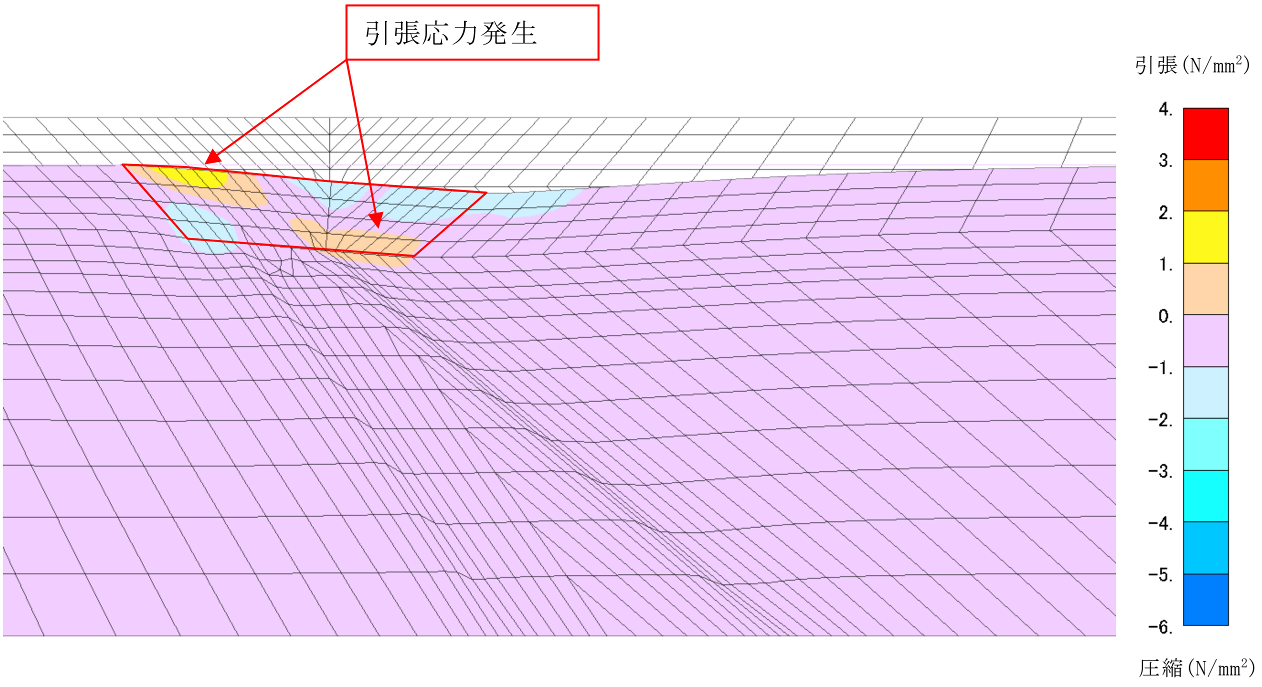



図- 6.1.13　①-①断面解析結果（主応力σ1+変形図(50 倍)）

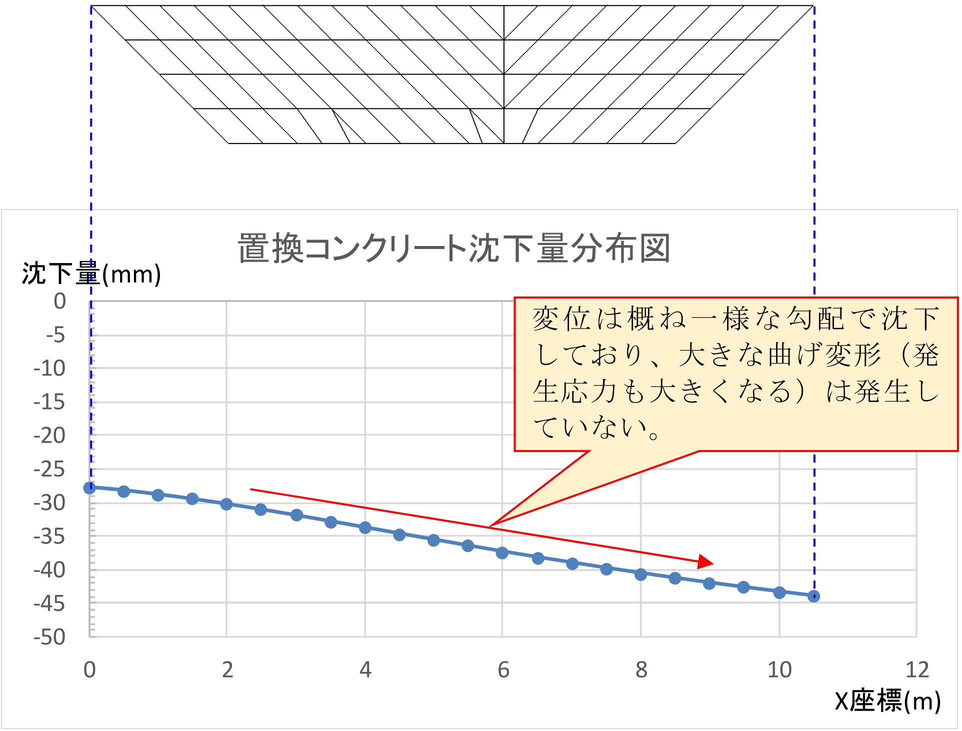



図- 6.1.14　置換コンクリート上部沈下量分布図

また、置換コンクリートに発生する引張応力に対しては鉄筋を配置し、ひび割れを制御することとした。また、引張応力が最大となる断面において配置した鉄筋の許容応力度(160N/mm²)以下に納まるよう必要鉄筋量を求めた。

①-①断面において必要となる鉄筋量は、以下のとおりである。

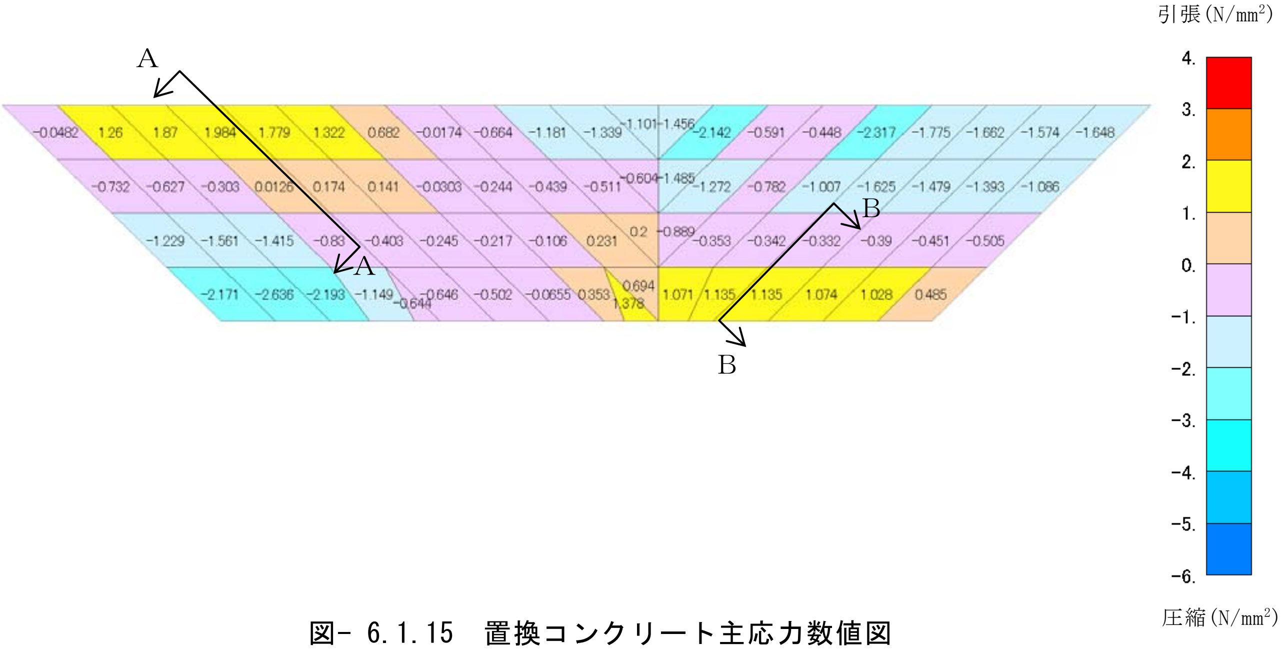



図- 6.1.15　置換コンクリート主応力数値図

## A 断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | 0.5 | -830 | | |
| 0.5000 | | | 0.0075 | 0.05 |
| | 0.5 | 12.6 | | |
| 0.5000 | | | 0.5000 | 499.15 |
| | 0.5 | 1984 | | |
| 0.2500 | | 2969.7 | 0.2500 | 619.21 |
| | | | 合計 | **1118.4** (kN/m) |

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | | | | 必要鉄筋量 As | | | | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1,118,410 | N/m | / 160 | $N/mm^2$ | 6,990 | $mm^2/m$ | = 69.90 | $cm^2/m$ | D35@125 ($76.53cm^2$) |

## B断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | 0.500 | -332 | | |
| 0.5000 | | | 0.3868 | 219.53 |
| | 0.500 | 1135 | | |
| | | | 0.2500 | 375.44 |
| 0.2500 | | 1868.5 | | |
| | | | 合計 | **595.0** (kN/m) |

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | | | | 必要鉄筋量 As | | | | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 594,971 | N/m | / 160 | $N/mm^2$ | 3,719 | $mm^2/m$ | = 37.19 | $cm^2/m$ | D35@250 ($38.26cm^2$) |

以上より、①-①断面部における置換コンクリートには、下図に示す配筋を行うこととした。

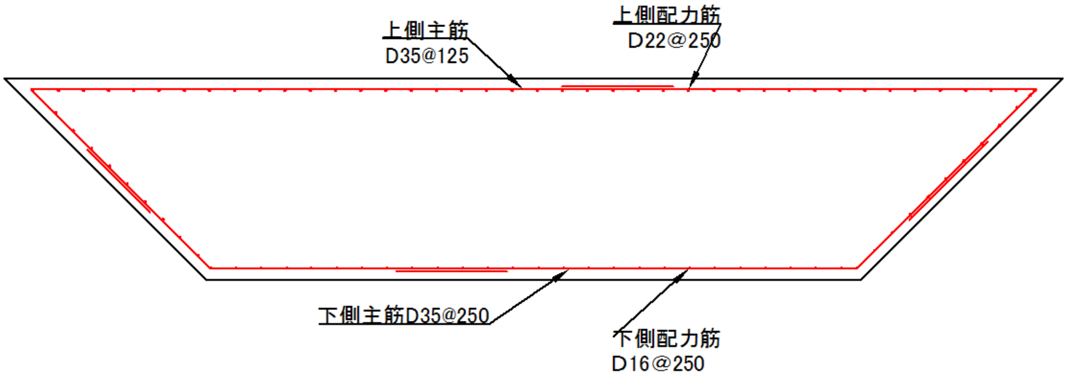



図- 6.1.16　配筋要領図（①-①断面）

2) ②-②断面（上流コア敷き監査廊隣接部）

以下に、②-②断面（上流コア敷き監査廊隣接部）における置換コンクリートのFEM解析結果を示す。解析の結果、上側・下側共に引張応力が発生している。

しかし、鉛直変位は断層上盤となる右岸側（下記モデルにおける右側）が、沈下量が大きくなっているものの、変位勾配は概ね一様な勾配で沈下しており、大きな曲げ変形は発生していないことが確認された。

また、トライアルでコンクリート形状を変更させながら検討した結果、**右岸側は堅岩に2m支持させることで、置換コンクリート左上側の引張応力を大きく減ずることができることが明らかとなった。**

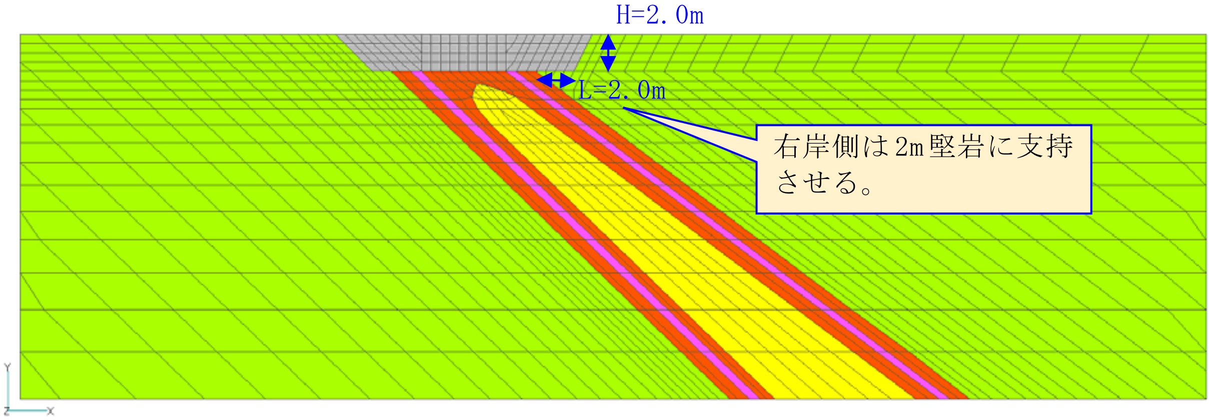



図- 6.1.17　②-②断面解析モデル図

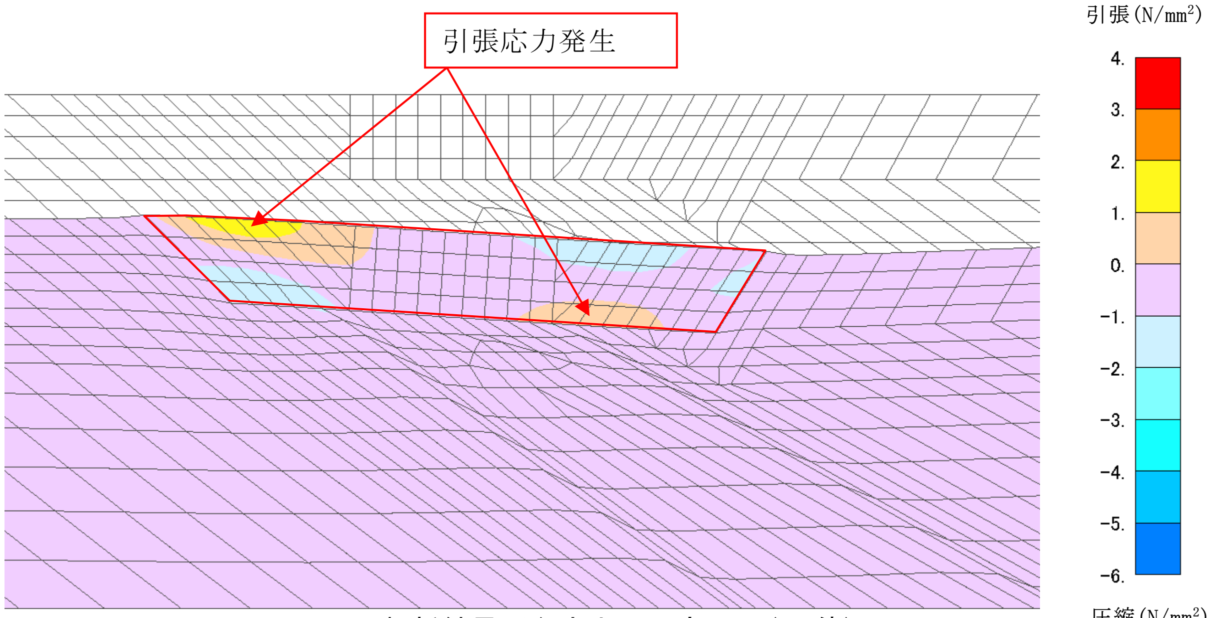



図- 6.1.18　解析結果（主応力σ1+変形図(50倍)

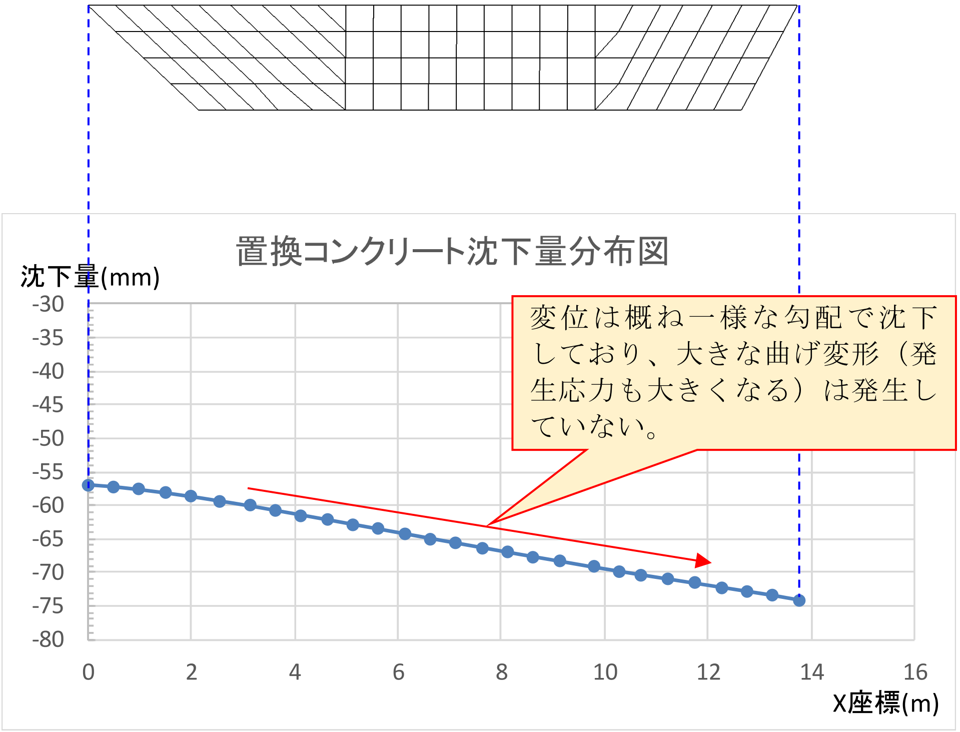



図- 6.1.19　置換コンクリート上部沈下量分布図

また、置換コンクリートに発生する引張応力に対しては鉄筋を配置し、ひび割れを制御することとした。また、引張応力が最大となる断面において配置した鉄筋の許容応力度(160N/mm$^2$)以下に納まるよう必要鉄筋量を求めた。

②-②断面において必要となる鉄筋量は、以下のとおりである。

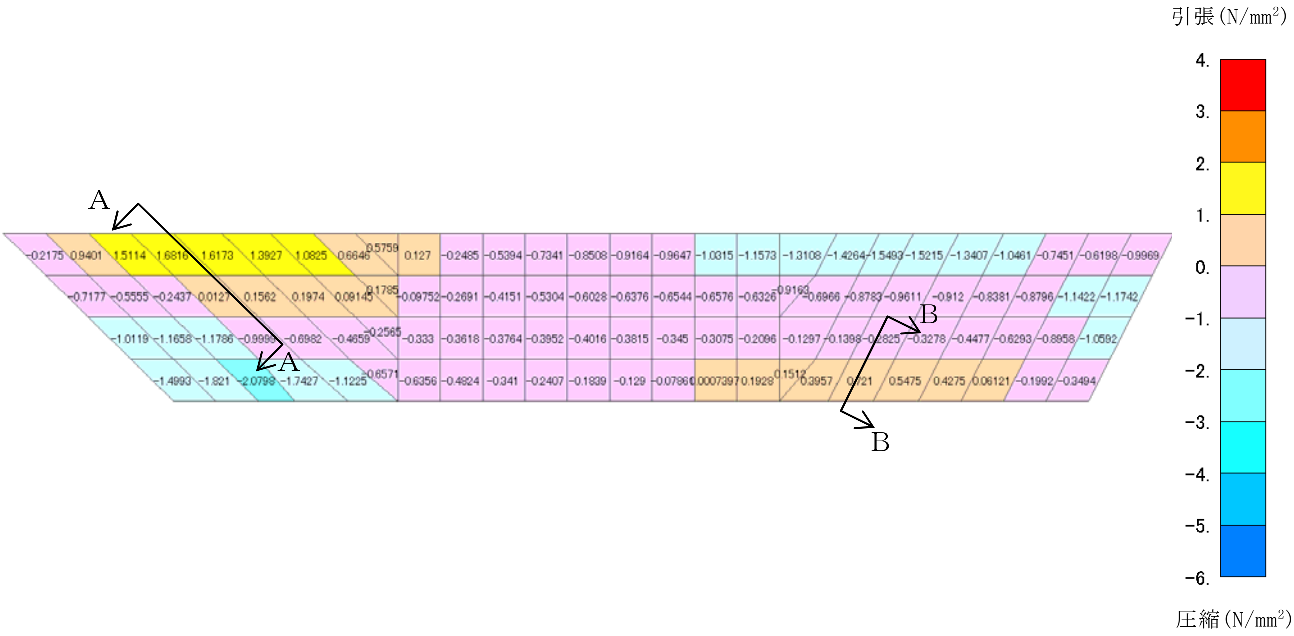
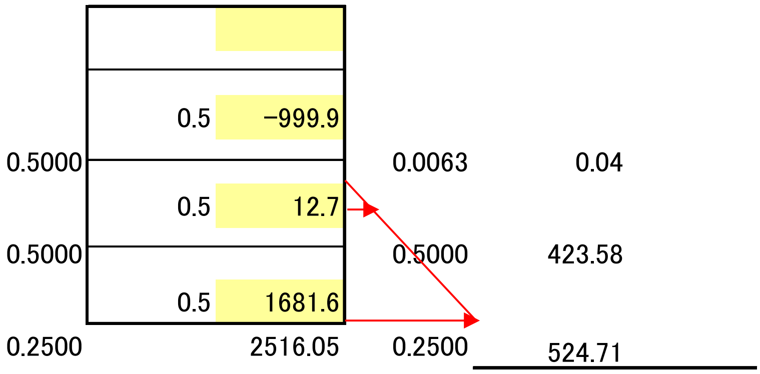



図- 6.1.20　置換コンクリート主応力数値図

## A 断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|

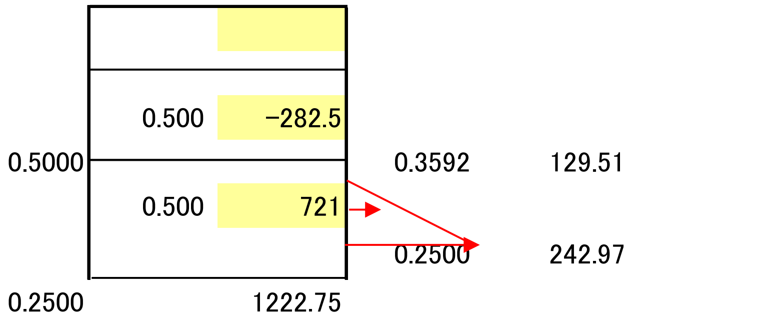



合計 **948.3** (kN/m)

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | | | | 必要鉄筋量 As | | | | | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 948,321 | N/m | / 160 | N/mm$^2$ | 5,927 | mm$^2$/m | = | 59.27 | cm$^2$/m | D32@125 (63.54cm$^2$) |

## B断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|




合計 **372.5** (kN/m)

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | | | | 必要鉄筋量 As | | | | | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 372,476 | N/m | / 160 | N/mm$^2$ | 2,328 | mm$^2$/m | = | 23.28 | cm$^2$/m | D22@250 (30.97cm$^2$) |

以上より、②-②断面部における置換コンクリートには、下図に示す配筋を行うこととした。

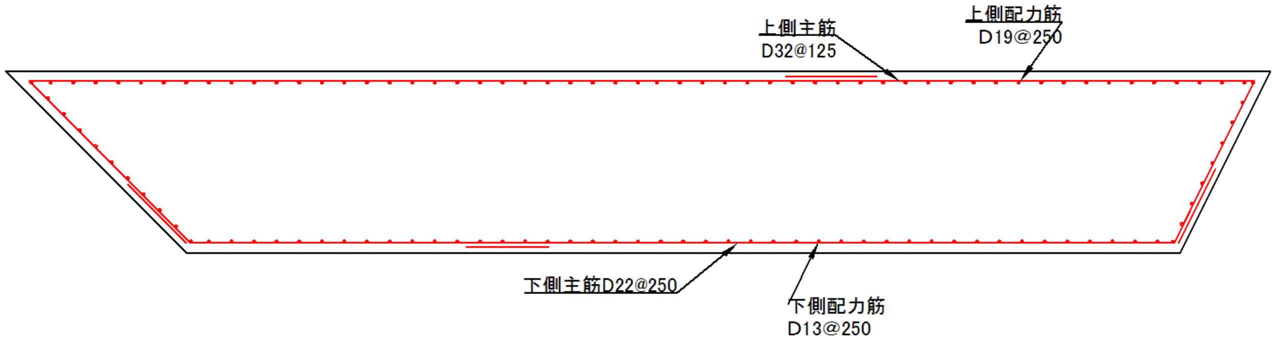



図- 6.1.21　配筋要領図（②-②断面）

3) ③-③断面（監査廊敷き）

③-③断面では置換コンクリートに加えて､監査廊コンクリートに発生する応力についても確認した。

以下に、③-③断面（監査廊敷き）における置換コンクリート及び監査廊コンクリートの FEM 解析結果を示す。解析の結果、上側・下側共に引張応力が発生している。

しかし、鉛直変位は断層上盤となる右岸側（下記モデルにおける右側）が、沈下量が大きくなっているものの、変位勾配は概ね一様な勾配で沈下しており、大きな曲げ変形は発生していないことが確認された。

また、トライアルでコンクリート形状を変更させながら検討した結果、置換コンクリートの厚みを **2.5m とすることで､置換コンクリート及び監査廊コンクリートに発生する引張応力を大きく減ずることができることが明らかとなった。**

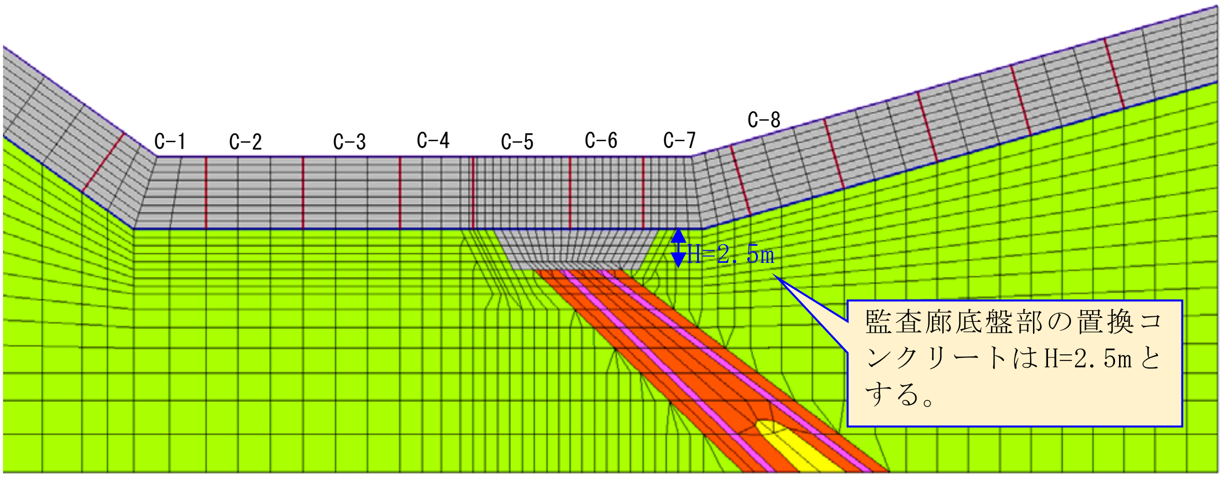



**図- 6.1.22　③-③断面解析モデル図**

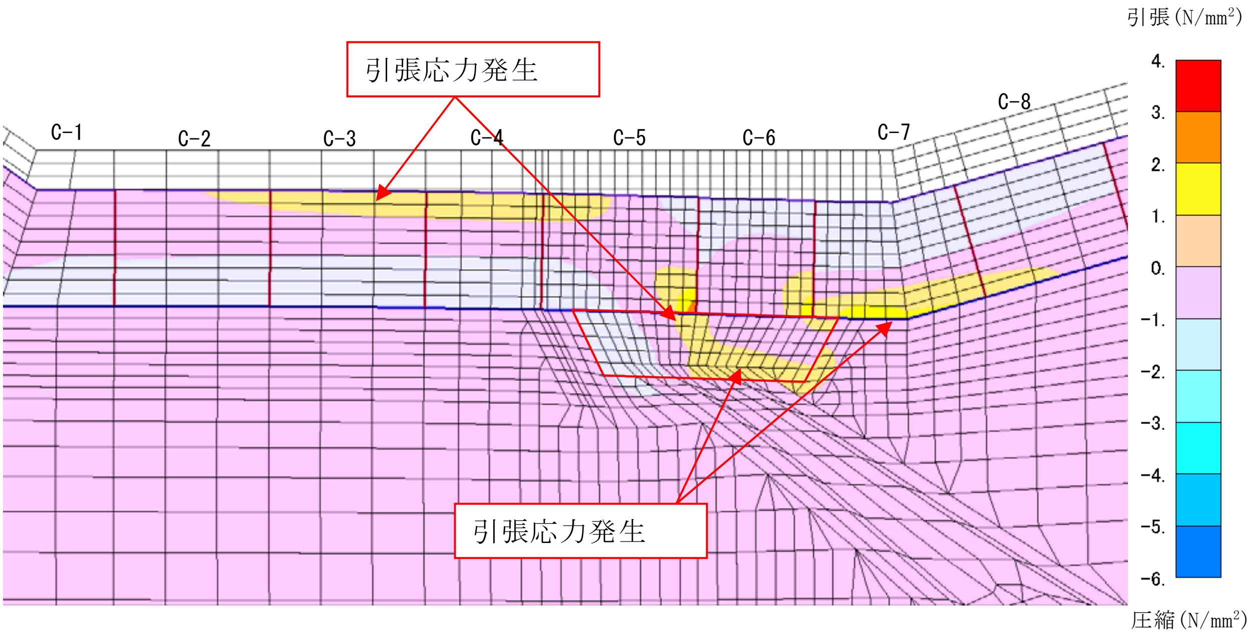



図- 6.1.23　解析結果（主応力σ1+変形図(50 倍)

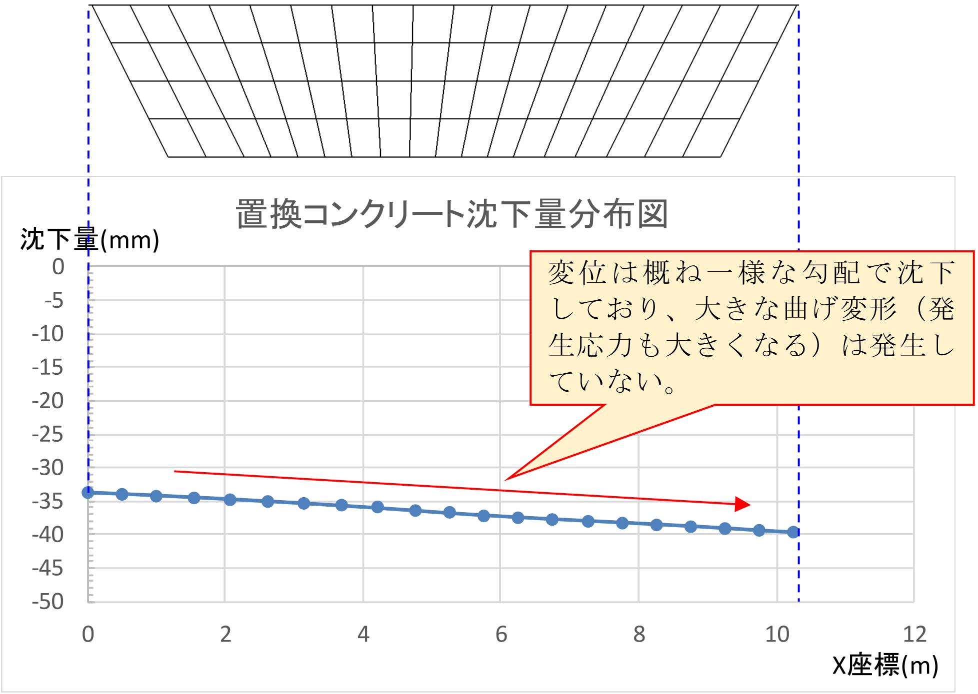



図- 6.1.24　置換コンクリート上部沈下量分布図

　また、置換コンクリート及び監査廊コンクリートに発生する引張応力に対しては鉄筋を配置し、ひび割れを制御することとした。また、引張応力が最大となる断面において配置した鉄筋の許容応力度(160N/mm²)以下に納まるよう必要鉄筋量を求めた。

　③-③断面において必要となる鉄筋量は、以下のとおりである。

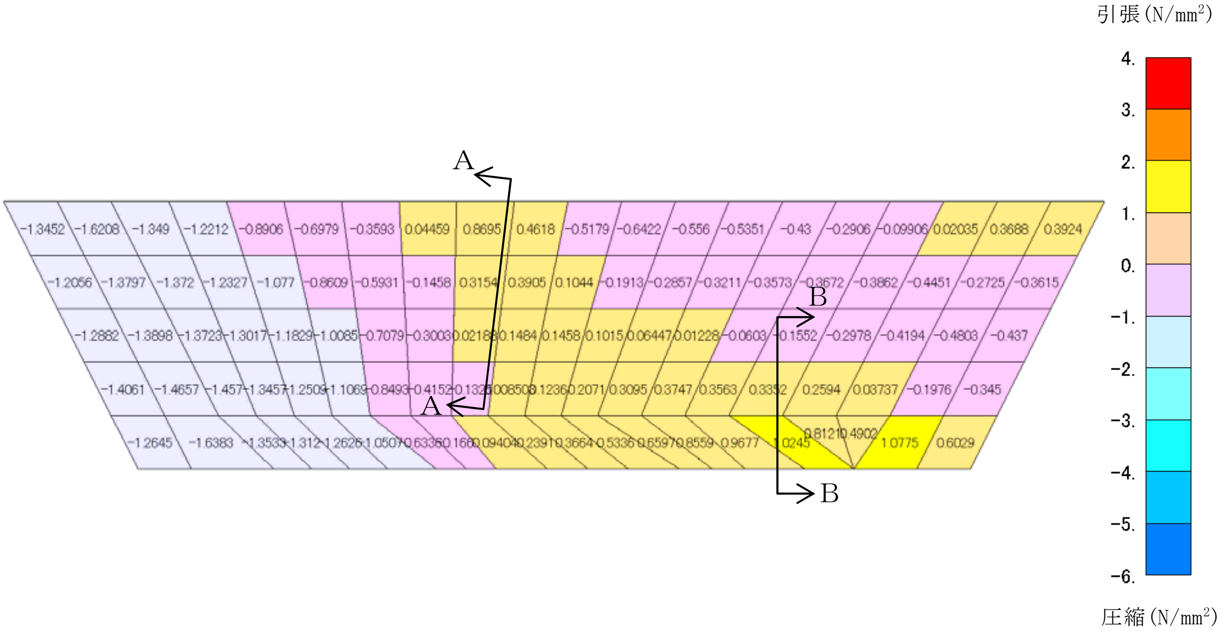



**図- 6.1.25　置換コンクリート主応力数値図**

また、監査廊縦断方向に発生する引張応力に対して、断層部～引張が大きく発生している領域までの範囲として、上側最大引張応力発生箇所(C 断面)での必要鉄筋量を C-3～C-5 ブロックに、下側最大引張応力発生箇所(D 断面)での必要鉄筋量を C-5～C-8 ブロックに配置することとした。

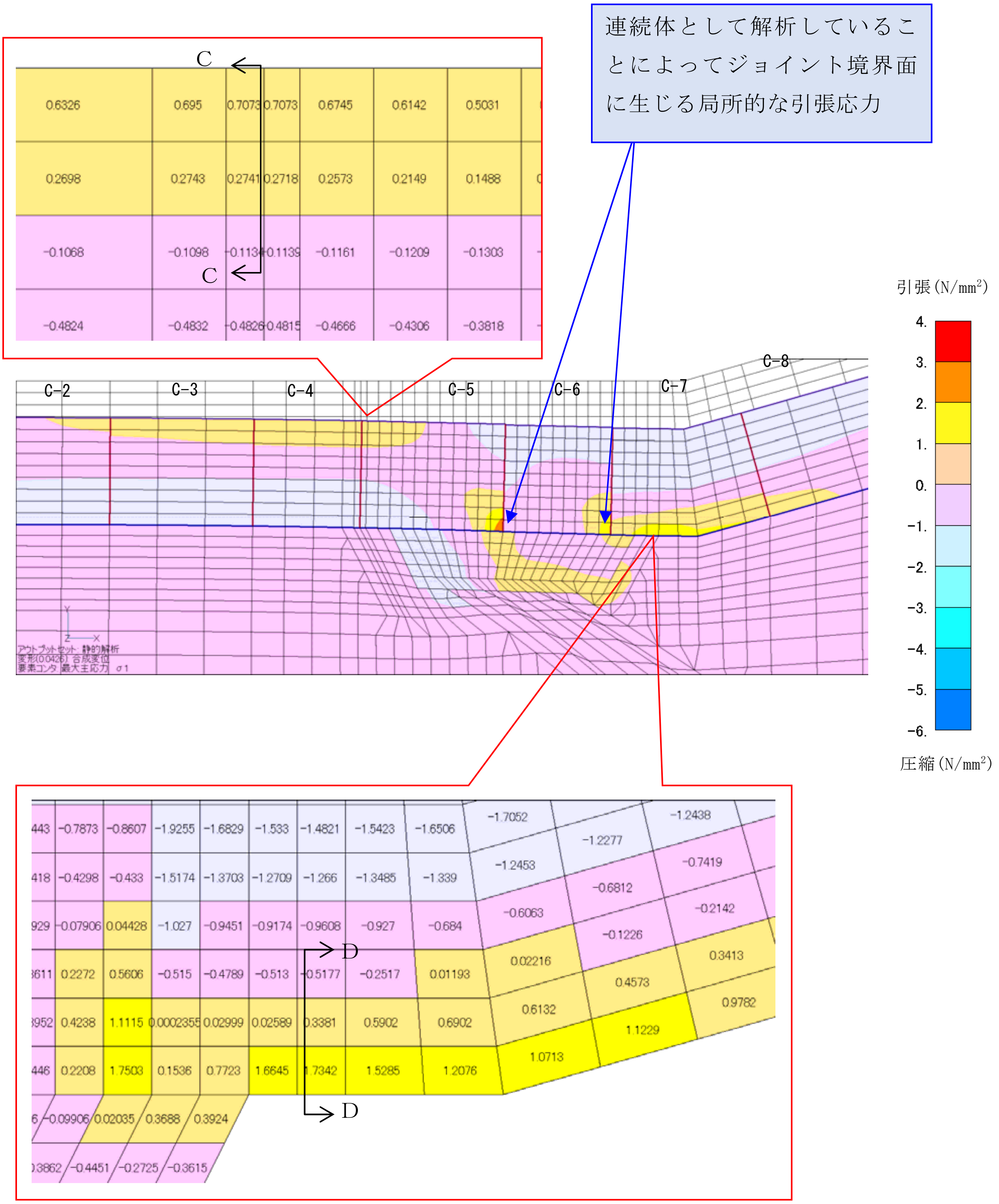



**図- 6.1.26　監査廊コンクリート主応力数値図**

## A 断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | −132.5 | | |
| 0.5000 | | | 0.0709 | 0.78 |
| | 0.5 | 21.88 | | |
| 0.5000 | | | 0.5000 | 84.32 |
| | 0.5 | 315.4 | | |
| 0.5000 | | | 0.5000 | 296.23 |
| | 0.5 | 869.5 | | |
| 0.2500 | | 1293.31 | 0.2500 | 270.35 |
| | | | 合計 | **651.7** (kN/m) |

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | 必要鉄筋量 As | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|
| A | 651,672 N/m / 160 N/mm$^2$ | 4,073 mm$^2$/m = 40.73 cm$^2$/m | D29@125 (51.39cm$^2$) |

## B断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | −155.2 | | |
| 0.5000 | | | 0.3418 | 57.28 |
| | 0.5 | 335.2 | | |
| 0.5000 | | | 0.5000 | 339.93 |
| | 0.5 | 1024.5 | | |
| 0.2500 | | 1369.15 | 0.2500 | 299.21 |
| | | | 合計 | **696.4** (kN/m) |

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | 必要鉄筋量 As | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|
| B | 696,411 N/m / 160 N/mm$^2$ | 4,353 mm$^2$/m = 43.53 cm$^2$/m | D29@125 (51.39cm$^2$) |

## C断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | −113.4 | | |
| 0.5000 | | | 0.3537 | 48.47 |
| | 0.5 | 274.1 | | |
| 0.5000 | | | 0.5000 | 245.35 |
| | 0.5 | 707.3 | | |
| 0.2500 | | 923.9 | 0.2500 | 203.90 |
| | | | 合計 | **497.7** (kN/m) |

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | 必要鉄筋量 As | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|
| C | 497,721 N/m / 160 N/mm$^2$ | 3,111 mm$^2$/m = 31.11 cm$^2$/m | D32@250 (31.77cm2) |

## D断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | −517.7 | | |
| 0.5000 | | | 0.1975 | 33.39 |
| | 0.5 | 338.1 | | |
| 0.5000 | | | 0.5000 | 518.08 |
| | 0.5 | 1734.2 | | |
| 0.2500 | | 2432.25 | 0.2500 | 520.81 |
| | | | 合計 | **1072.3** (kN/m) |

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | 必要鉄筋量 As | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|
| D | 1,072,274 N/m / 160 N/mm$^2$ | 6,702 mm$^2$/m = 67.02 cm$^2$/m | D35@125 (76.53cm2) |

以上より、③-③断面部における置換コンクリート及び監査廊コンクリートには、下図に示す配筋を行うこととした。

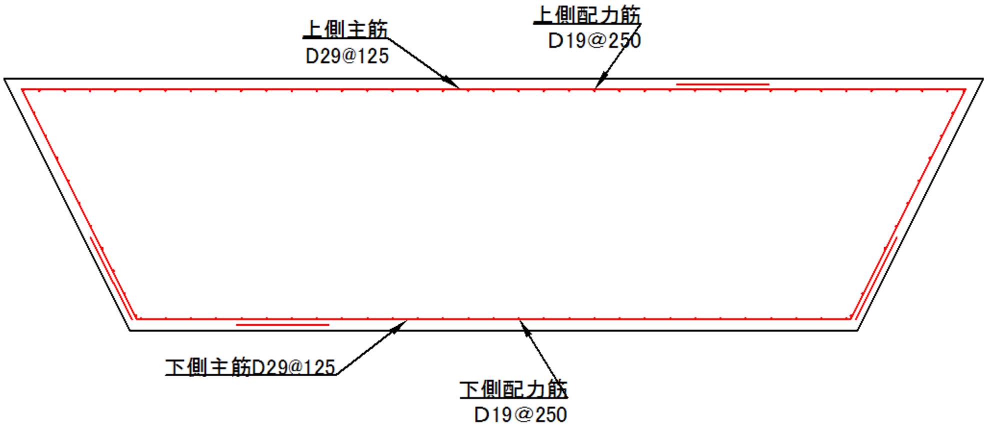



図- 6.1.27　配筋要領図（③-③断面置換コンクリート）

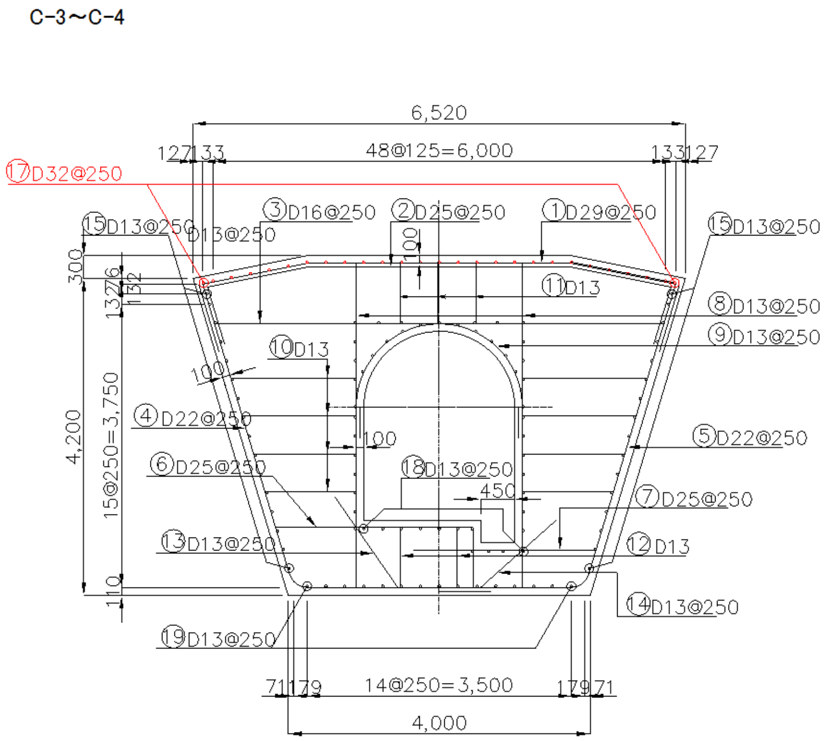
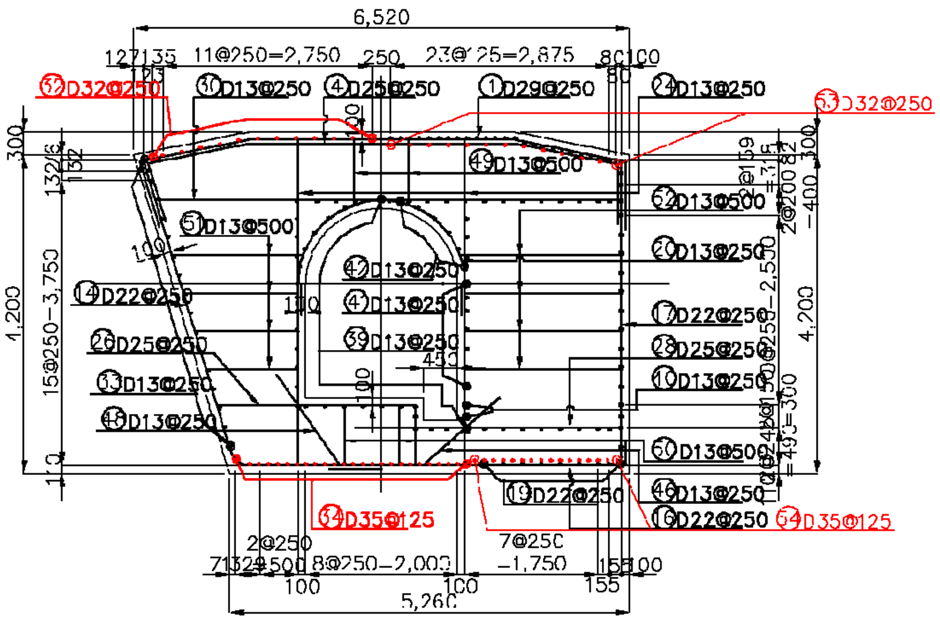



図- 6.1.28　配筋要領図（河床部監査廊(1/2)）

C-5(接続ブロック)




C-6～C-8

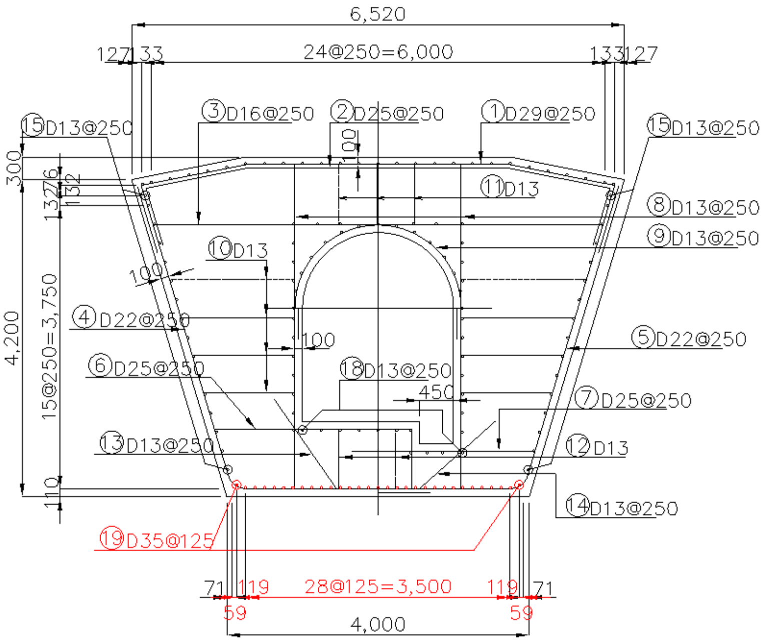



図- 6.1.29　配筋要領図（河床部監査廊(2/2)）

また、監査廊ジョイント部の開きやズレはいずれもわずかであり、問題とならないことを確認した。

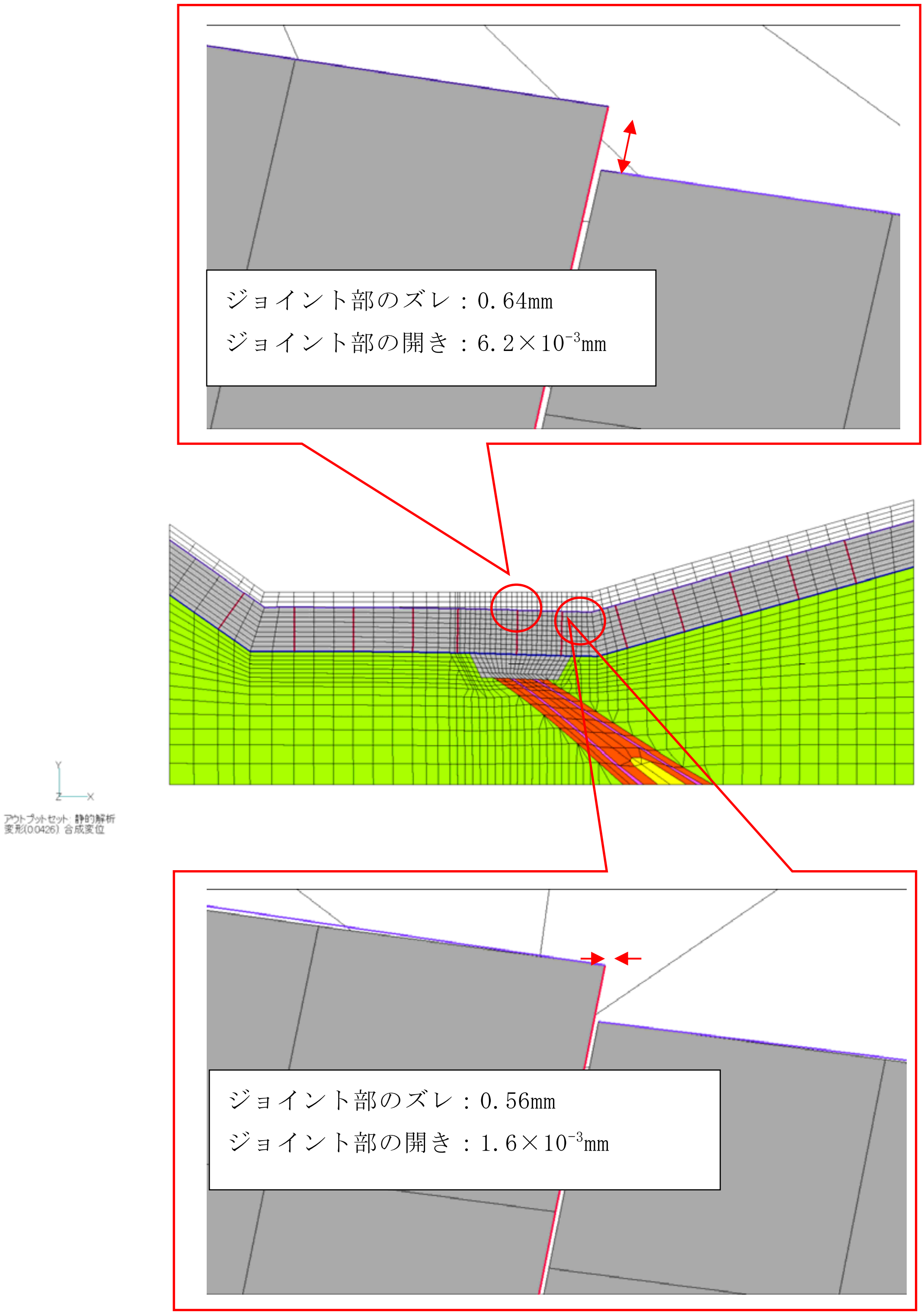



図- 6.1.30　監査廊コンクリートの継目の開き

4） ④-④断面（下流コア敷き）

以下に、④-④断面（下流コア敷き）における置換コンクリートの FEM 解析結果を示す。解析の結果、上側・下側共に引張応力が発生している。

しかし、鉛直変位は断層上盤となる右岸側（下記モデルにおける右側）が、沈下量が大きくなっているものの、変位勾配は概ね一様な勾配で沈下しており、大きな曲げ変形は発生していないことが確認された。

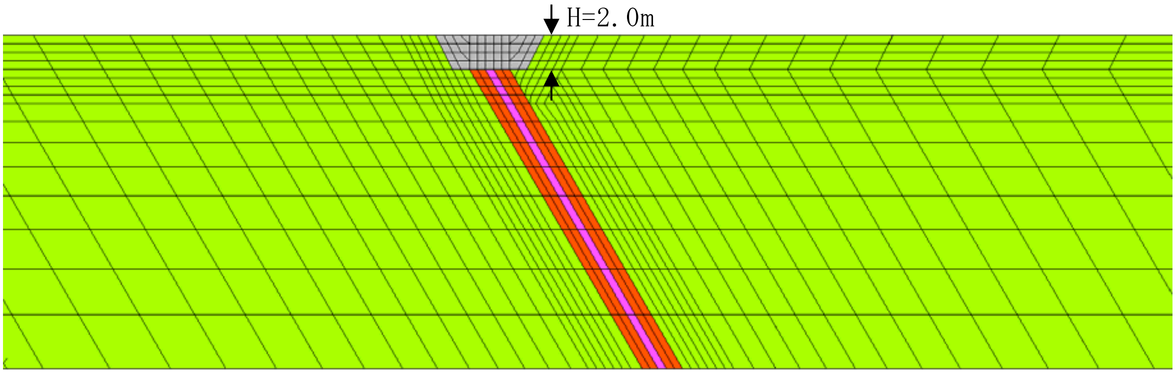



図- 6.1.31　④-④断面解析モデル図

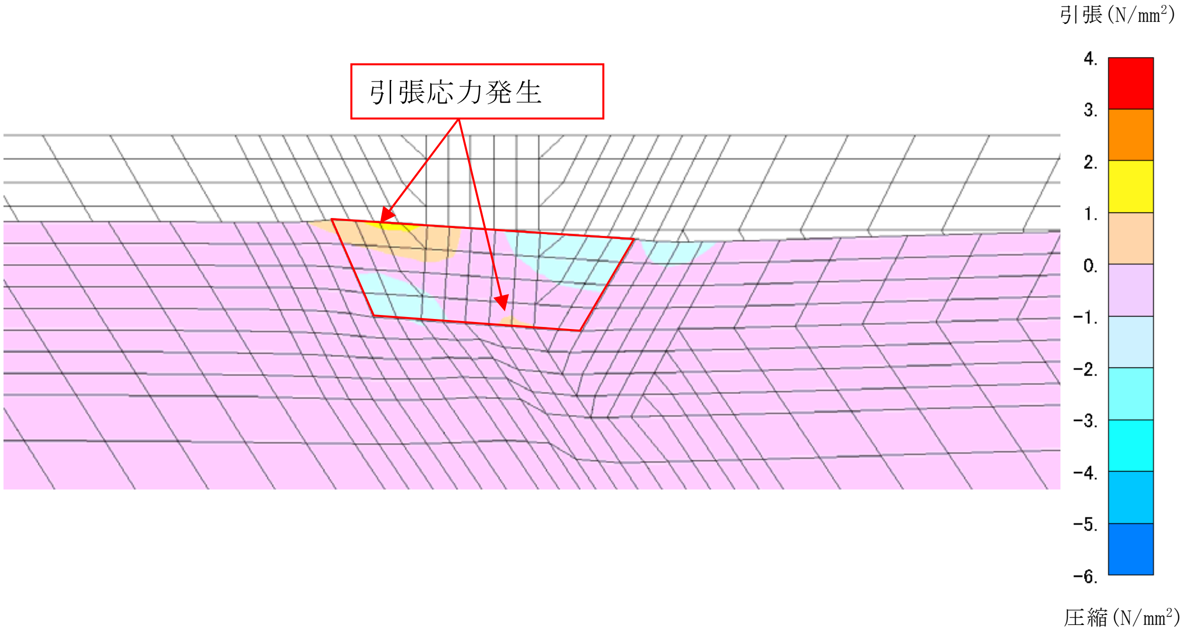



図- 6.1.32　解析結果（主応力σ1+変形図(50 倍)

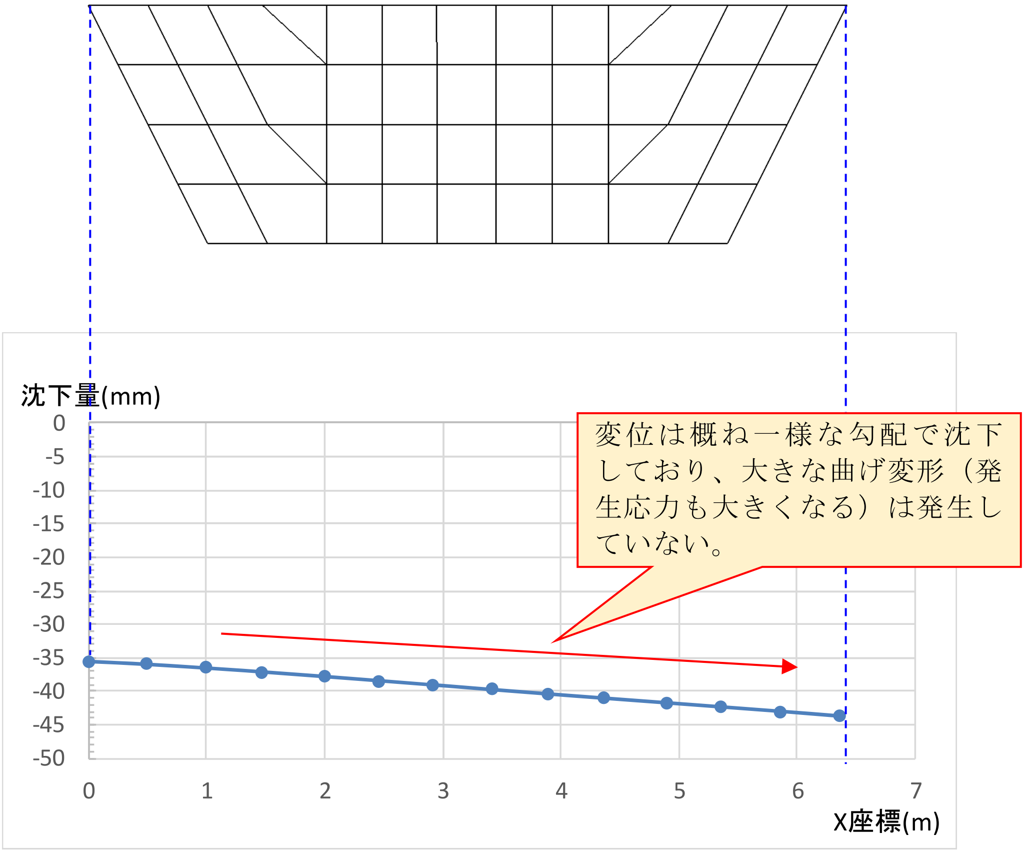



図- 6.1.33　置換コンクリート上部沈下量分布図

また、置換コンクリートに発生する引張応力に対しては鉄筋を配置し、ひび割れを制御することとした。また、引張応力が最大となる断面において配置した鉄筋の許容応力度(160N/mm$^2$)以下に納まるよう必要鉄筋量を求めた。

④-④断面において必要となる鉄筋量は、以下のとおりである。

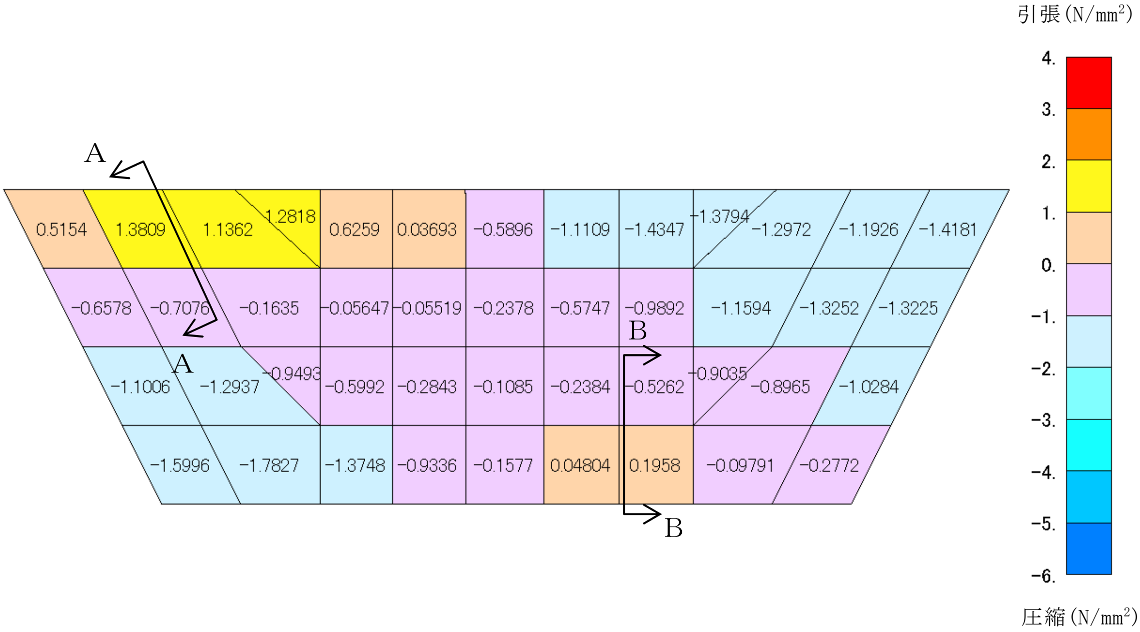



**図- 6.1.34　置換コンクリート主応力数値図**

置換コンクリートに発生する引張応力に対しては鉄筋を配置することとした。引張応力が最大となる上図断面における必要鉄筋量は、以下のとおりである。

## A断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | 0.500 | -707.6 | | |
| 0.5000 | | | 0.3306 | 228.26 |
| | 0.500 | 1380.9 | | |
| | | | 0.2500 | 475.76 |
| 0.2500 | | 2425.15 | | |

合計 **704.0** (kN/m)

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | | | | 必要鉄筋量 As | | | | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 704,016 | N/m | / | 160 N/$mm^2$ | 4,400 | $mm^2$/m | = | 44.00 $cm^2$/m | D29@125 (51.39$cm^2$) |

## B断面

| 重心距離 (m) | 要素高 (m) | 引張応力 (kN/m2) | 距離 (m) | 引張応力面積 (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | 0.500 | -526.2 | | |
| 0.5000 | | | 0.1356 | 13.27 |
| | 0.500 | 195.8 | | |
| | | | 0.2500 | 94.08 |
| 0.2500 | | 556.8 | | |

合計 **107.3** (kN/m)

| 断面 | P(=引張合力)/σsa(=許容引張応力度) | | | | 必要鉄筋量 As | | | | 必要鉄筋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 107,350 | N/m | / | 160 N/$mm^2$ | 671 | $mm^2$/m | = | 6.71 $cm^2$/m | D16@250 (7.94$cm^2$) |

以上より、④-④断面部における置換コンクリートには、下図に示す配筋を行うこととした。

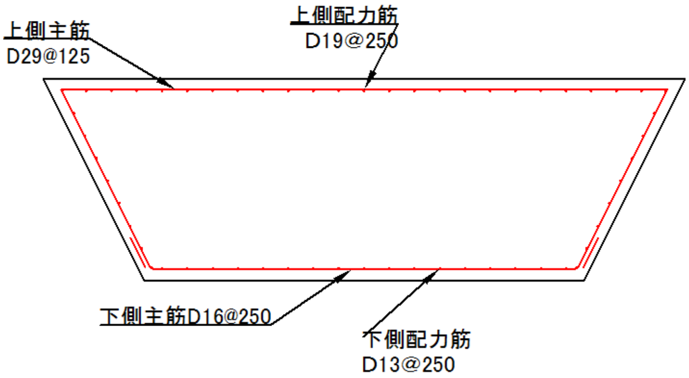



図- 6.1.35　配筋要領図（④-④断面）

### 6.1.3 施工時における断層規模の確認

前述のとおり、本検討では施工の全体工程が設計検討でクリティカルとならないよう河床部基礎標高(EL.55.0m)に対して概ね EL.60.0m まで掘削が進んだ段階での情報を基に行ったものである。

図- 6.1.37 に河床部掘削後の岩級区分図を示す。

掘削面の観察の結果、コア敷き設計面及び監査廊敷きでは、当初想定した断層規模よりも小さいことが確認されており、FEM 解析に基づく鉄筋が必要となる箇所は上流側の 1 箇所（①-①断面検討箇所）のみであった。

ただし、下流コア敷きについては、比較的規模が大きく上下流方向に連続するため、置換コンクリートのひび割れ防止対策として、事例を参考に下側（引張り応力が発生する面）は D22@200 を配筋し、上側（引張り応力が発生しない）は D16@250 の配筋を行うこととした。

| 主鉄筋径 | 主鉄筋ピッチ | 主鉄筋の長さ | 配力筋径 | 配力筋間隔 |
|---|---|---|---|---|
| D 32 | 300 mm | 3 100 mm | D 19 | 400 mm |
| D 22 | 200 mm | 2 000 mm | D 16 | 400 mm |
| D 22 | 200 mm | 2 000 mm | D 22 | 200 mm |
| D 29 | 200 mm | 3 000 mm | D 19 | 200 mm |
| D 19 | 400 mm | 3 000 mm | D 19 | 400 mm |

出典：コンクリートダムの細部技術、鉄筋マットの配筋例

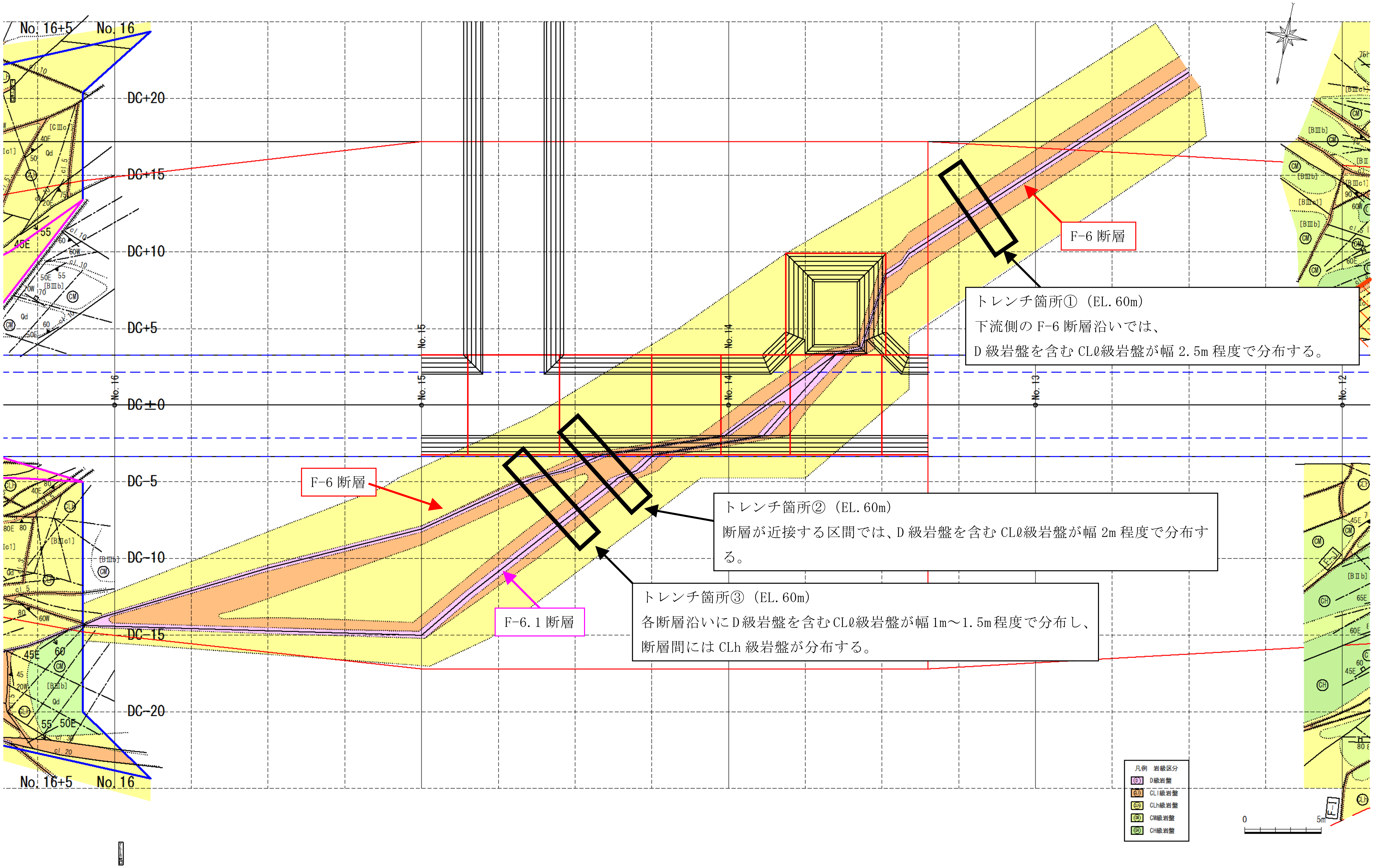



図- 6.1.36　設計面における F-6 断層想定分布図（FEM 解析検討時点、岩級区分表示）

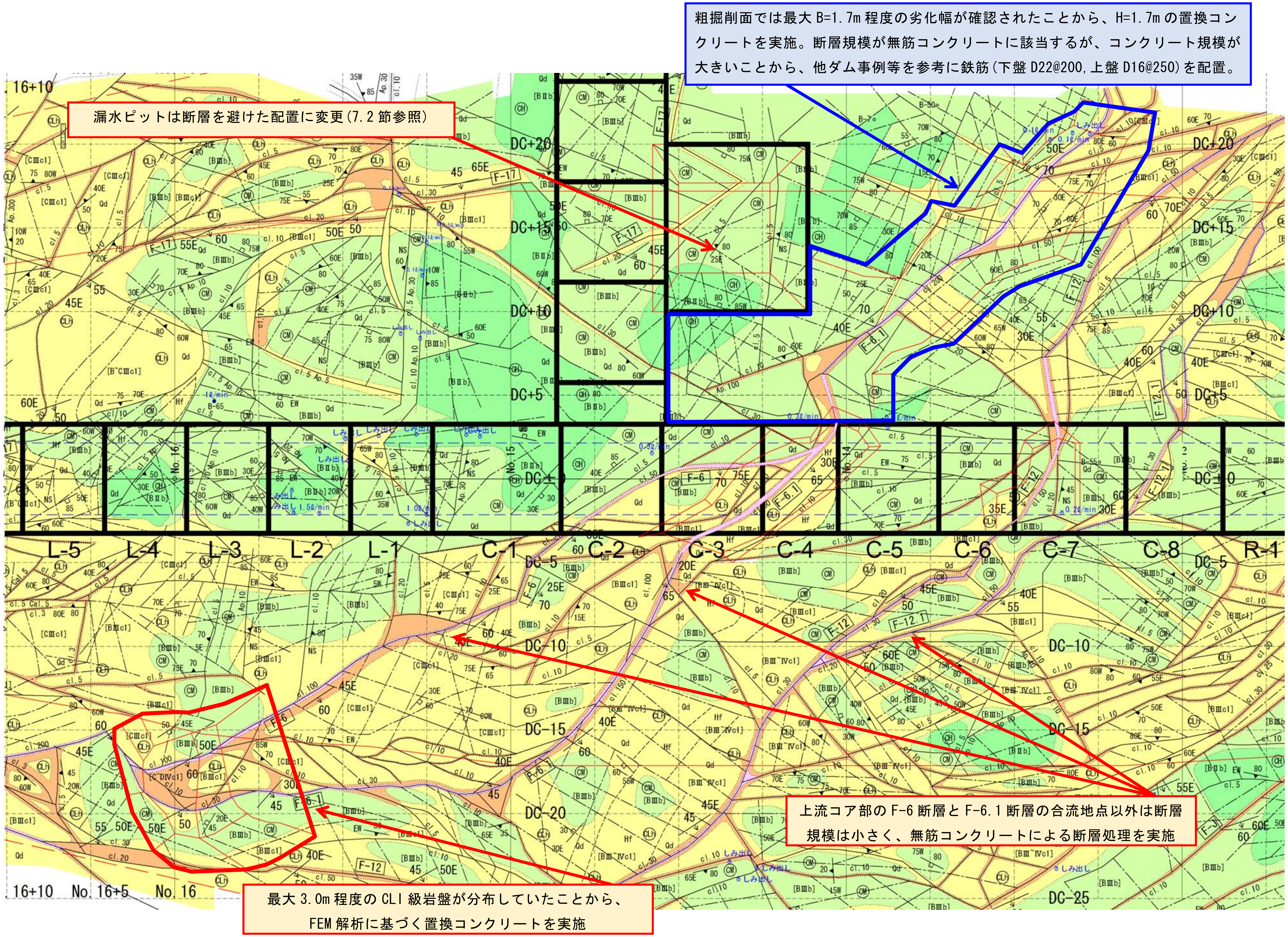



図- 6.1.37　粗掘削完了後の河床部岩級区分図及び置換コンクリート対応結果