

アンカー工の設計変更及びカルバート施工の工夫

目次

1. 工事概要
2. 施工フロー
3. 現場における問題点
4. 問題点に対する対応策と結果
5. おわりに



1. 工事概要

(1)工事背景 本工事は国道1号島田・金谷BPの4車線化に向けた菊川ICのフルインター化のための工事であり、上り側ON・OFFランプ取付及び本線下部を横断するカルバートを構築することが目的であった。

(2)工事名 令和2年度 1号島田金谷菊川地区道路建設工事

(3)発注者 国土交通省 中部地方整備局 浜松河川国道事務所

(4)工事箇所 静岡県島田市菊川

(5)工期 令和2年8月3日～令和3年3月22日

(6)工事内容	道路土工	N=1式
	地盤改良工	N=1式
	※カルバート工	N=1式
	排水構造物工	N=1式
	舗装工	N=1式
	道路付属施設工	N=1式
	構造物撤去工	N=1式
	※仮設工	N=1式

「※」は本資料の主な内容



図-1. 現場位置図



図-2. 完成イメージ図

2. 施工フロー

本線下部を横断するカルバート施工までのフロー

①本線横床掘り・残土処理



②アンカー工



③土留め支保工



3段分繰返し

④鋼矢板引抜き



⑤地盤改良工



⑥カルバート工



3. 現場における問題点

問題点① アンカーの引抜け

過年度工事のⅠ期施工において、本線土留めアンカーの引抜けが発生していることが判明した。Ⅱ期施工である当工事のアンカーも同様の設計であり、アンカーの引抜けが懸念された(図-3)。

※過年度工事ではアンカー引抜けにより3か月工事が中断した。

問題点② 国道交通への影響

当工事は供用中の国道1号BP横を、土留め支保工を介し10m以上床掘りを行う。そのため土留め支保工の変位による国道交通への重大な影響が懸念された(図-3)。

問題点③ マスコンクリート対策

当工事で施工するカルバートはマスコンクリートに該当した。そのため温度ひび割れの発生が懸念された。

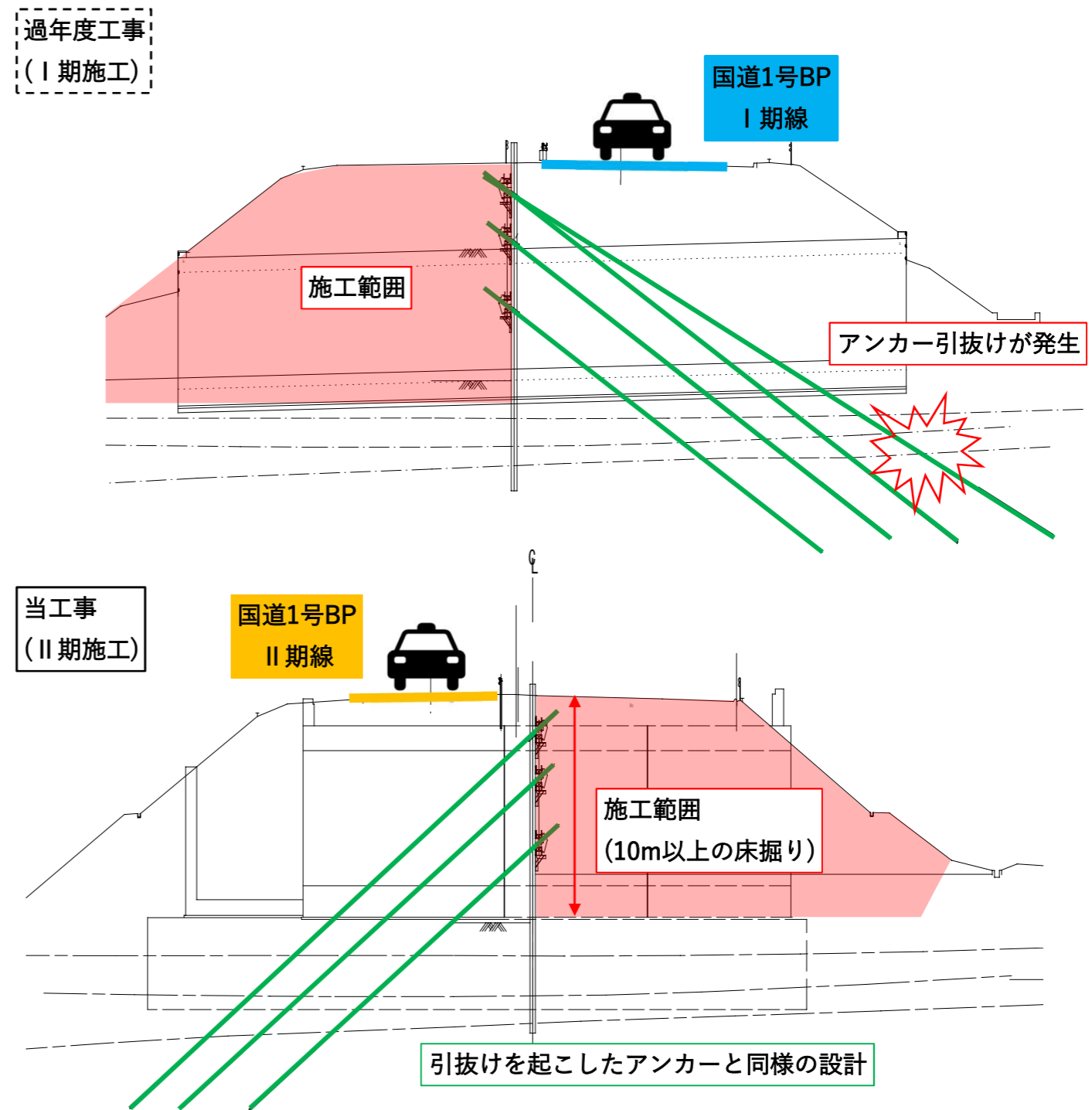


図-3. アンカー工断面図

4. 問題点に対する対応策と結果

①アンカーの引抜けに対する対応策(1) アンカー自由長の設計変更

「グラウンドアンカー設計・施工基準」によると、アンカー定着部は定着地盤へ1~3m程度の余裕長を持たせて貫入させる様記載がある。ところが、アンカー工の当初設計においてはアンカー定着部が定着地盤へ1m程未貫入となることが判明した(図-4、図-5(1))。

当初設計

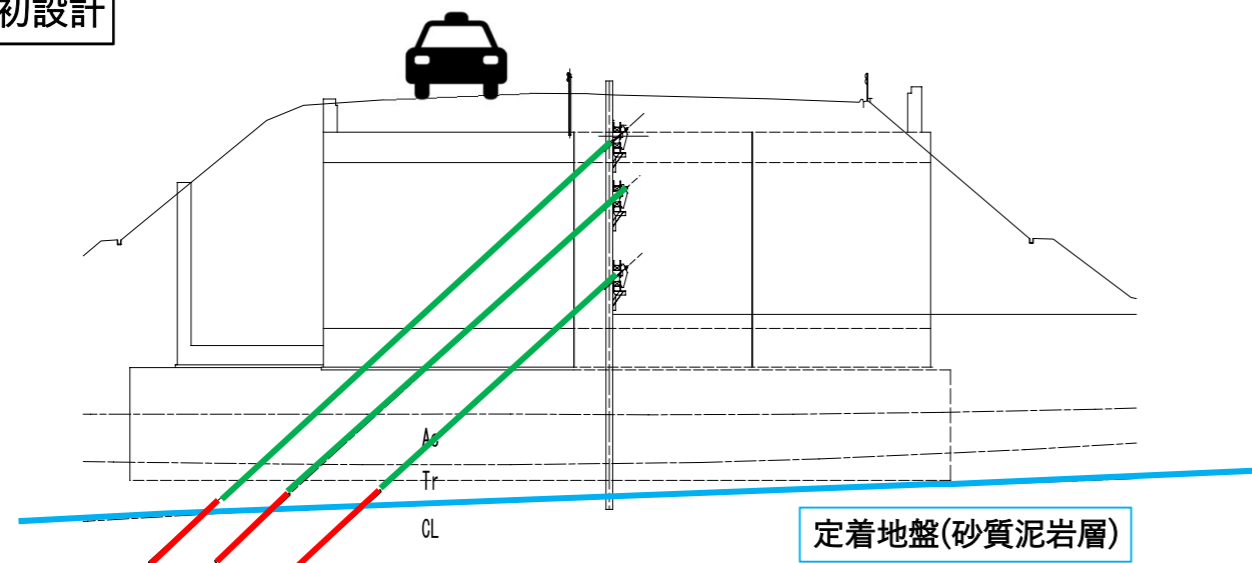


図-4. アンカー工断面図(当初設計)

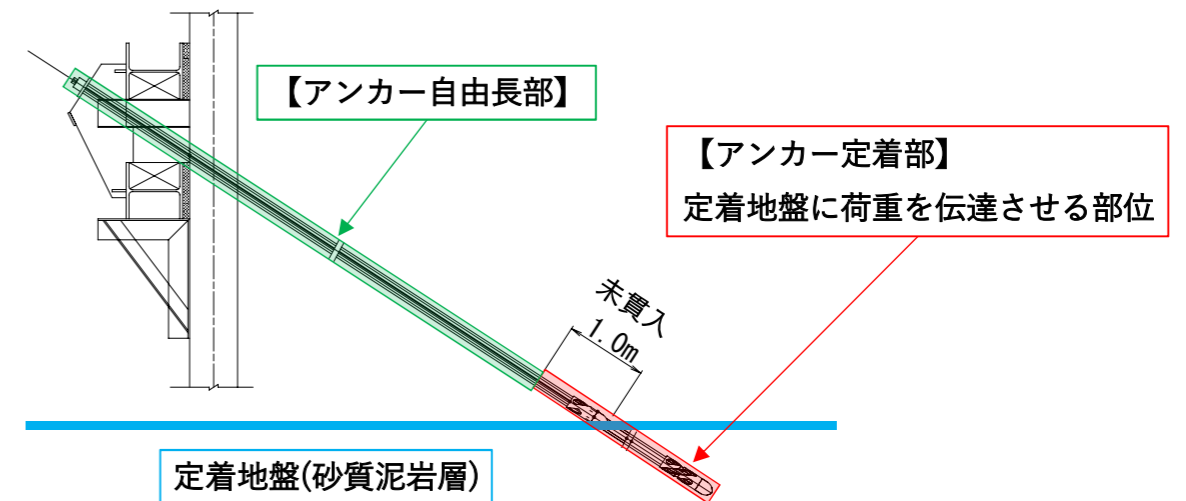


図-5(1). アンカー工詳細図(当初設計)

そのため、アンカー自由長部を延伸させ、アンカー定着部を定着地盤に被り2mを確保させて貫入するよう発注者に提案し、設計変更した(図-5(2))。

設計変更

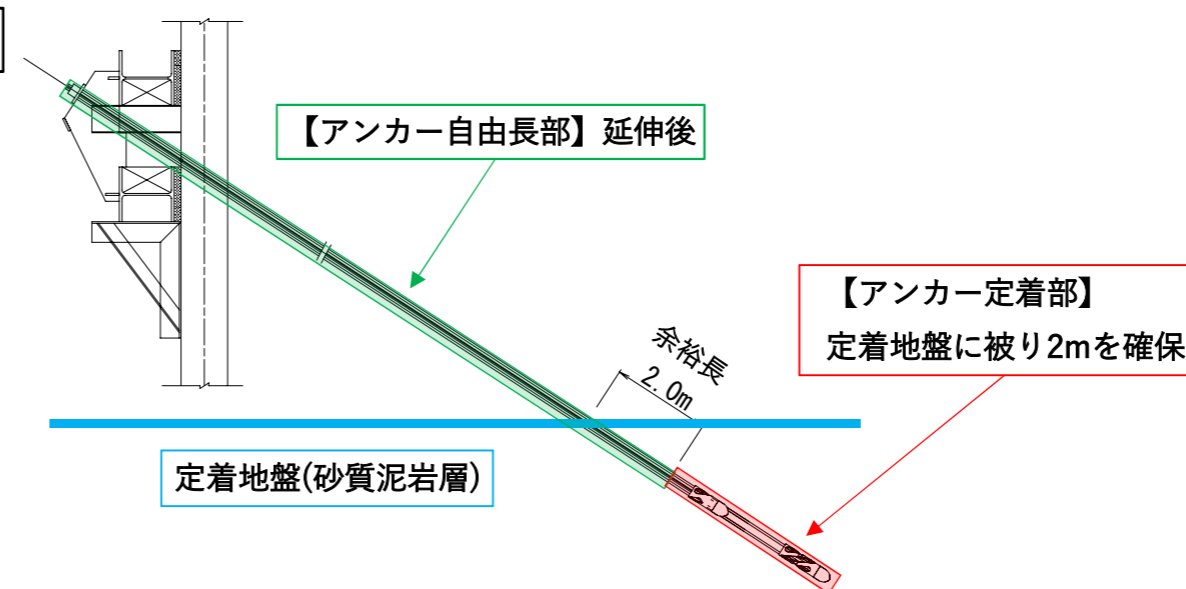


図-5(2). アンカー工詳細図(設計変更後)

①アンカーの引抜けに対する対応策(2) アンカー耐荷体の設計変更

耐荷体とは : 定着地盤内で地盤に設計アンカー荷重を直接伝達させる部材。設計アンカー荷重により、耐荷体を増減し、PC鋼より線を各耐荷体先端でUターンさせ、各耐荷体に均等な力が加わるように緊張、定着する。
PC鋼より線1本掛け耐荷体にはPC鋼より線を1本Uターンさせる。
PC鋼より線2本掛け耐荷体にはPC鋼より線を2本Uターンさせる(1本掛け耐荷体の倍の荷重に耐え得る)。

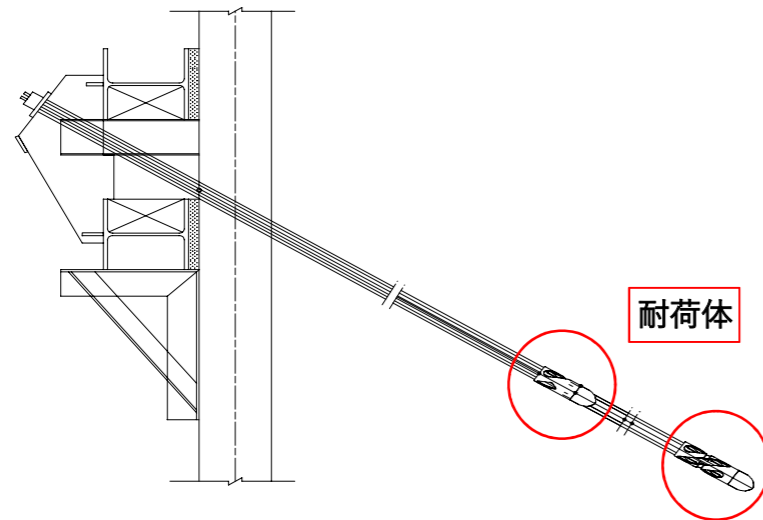


図-6. 耐荷体詳細図



写真-1. 耐荷体



- 【引抜試験】 過年度工事でPC鋼より線2本掛け耐荷体1個で引抜試験を実施しており、458.4kNでアンカーの引抜けが発生している試験結果がある。このことから定着地盤の終局耐力が450kNであると推定できる。
- 【当初設計】 PC鋼より線2本掛け耐荷体にかかる荷重は400～450kNである。これは地盤の終局耐力付近であり、荷重に地盤が耐えられない。
- 【変更設計】 PC鋼より線1本掛け耐荷体にかかる荷重は2本掛け耐荷体の半分の荷重である。従って地盤の終局耐力までの荷重はかからない。

2本掛け耐荷体から個数を増やした1本掛け耐荷体に変更したことで地盤への設計アンカー荷重を分散させるよう発注者に提案し、設計変更した。

結果

早期に設計照査、協議と対応でき、施工までに設計変更、材料調達ができた。また、アンカー工施工後の適性・確認試験で引抜けは発生せず、工程を守ることができた。

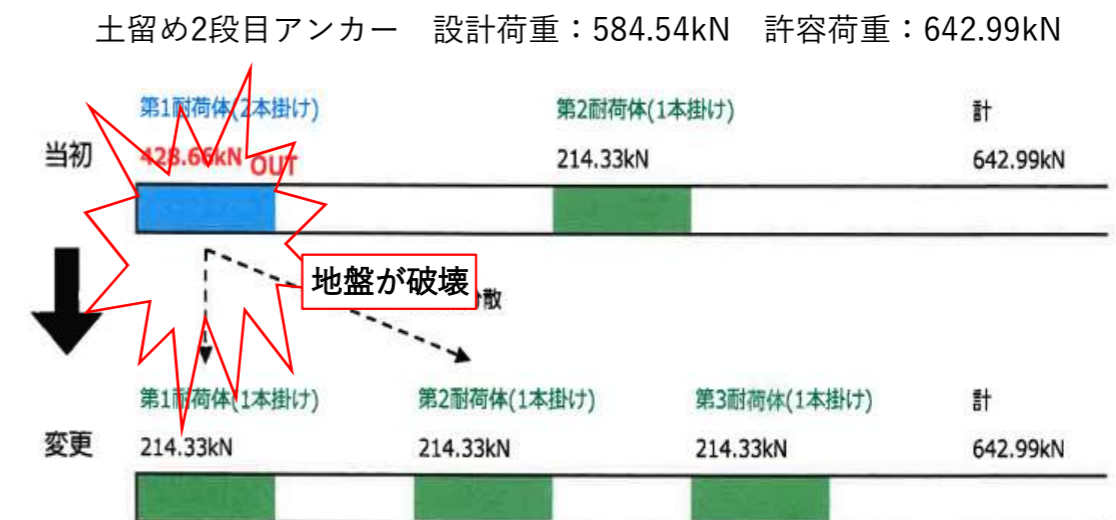


図-7. 耐荷体にかかる荷重の参考図

②国道交通への影響に対する対応策
無線式傾斜観測システム及びWebカメラ

鋼矢板に無線式傾斜観測システムを設置した。

- ① 鋼矢板に装置を取付け、ネット上で傾斜の管理値(許容値)を設定する
- ② 鋼矢板の傾斜をリアルタイムに観測 (当工事では15分毎に観測)
- ③ 管理値よりも傾斜が大きくなると警報メールが携帯及びパソコンに届く
⇒ どこにいても土留めの異常に気付くことができる



写真-2. 無線式傾斜観測システム設置状況



写真-3. 無線式傾斜観測システム近景

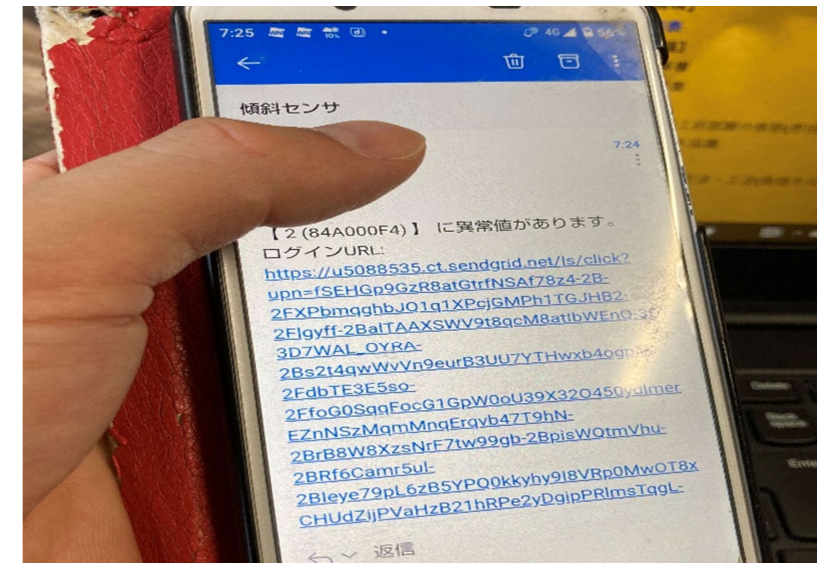


写真-4. 警報メール受信状況

また、現場内にWebカメラを設置し、傾斜観測と併用して交通状況を瞬時に把握できる体制を取った。



写真-5. Webカメラ設置状況



写真-6. Webカメラパソコン画面

結果

今回の工事では結果的に土留め支保工に異常はなかった。ただ一度、重機が鋼矢板に接触したが、この際の瞬間の鋼矢板の変状は観測され、警報メールが届いた。ただちに現場に出動したが、異常なしを確認した。この時にシステムの機能が発揮されていることが確認できた。また、土留め施工前と完了後の鋼矢板の変状も数値として見え、土留め支保工が確実に施工されていることを確認できた。

【3段目土留め支保工施工時の鋼矢板変状】

傾斜管理値	:	15.4cm
に対し		
床掘り後	:	8.5cm
土留め支保工完了後	:	1.5cm

③マスコンクリートへの対応策(1)
3次元FEM解析

当工事のカルバート寸法は壁厚140cm、頂版厚110cmあり、マスコンクリートに該当した。

※コンクリート標準示方書より、下端が拘束された壁の場合は厚さ50cm以上、広がりのあるスラブの場合は厚さ80cm以上のコンクリートはマスコンクリートとして定義され、施工にあたり温度ひび割れ対策の検討を実施しなければならないと記載がある。

そのため温度ひび割れに対する3次元FEM解析を実施し、対策を図った。

3次元FEM解析では構造物の打設時期、配合、打設リフトを考慮して構造物のひび割れ発生度をシミュレーションする。ひび割れが部材性能低下の原因にならない事を目標とし、構築後の構造物は一般屋外環境下であることから、下記文献(※)に基づき安全係数は1.00以上と設定し、それを上回るひび割れ指数を探る(下記数式、表-1)。

※ コンクリート標準示方書 施工編及び設計編 (2017年) 土木学会
コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針(2013年) 公益社団法人 日本コンクリート工学会

$$\text{ひび割れ指数} = \frac{\text{引張強度}}{\text{温度応力}} \geq \text{安全係数}$$

検討したCASEと結果は以下の表のとおりである。

打設リフト	最小ひび割れ指数			
	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
1. 底版	2.31	2.41	2.35	2.29
2. 壁	0.9	1.09	1.54	2.09
3. 頂版	0.83	0.93	1.03	1.17
条件	・ 24-12-25BB (当初)	・ 24-12-25N	・ 24-12-25N ・ 誘発目地	・ 24-12-25N (膨張材) ・ 誘発目地

全4CASEで検討し、当工事は各リフトひび割れ指数1.00以上であり、安価なCASE3を採用した。

- ・ 2リフト(壁)を24-12-25BB配合から24-12-25N配合に変更かつ誘発目地を設置
- ・ 3リフト(頂版)を24-12-25BB配合から24-12-25N配合に変更
- ・ 各養生条件を7日間養生から14日間養生に変更

以上の変更を発注者に提案し、実施した。

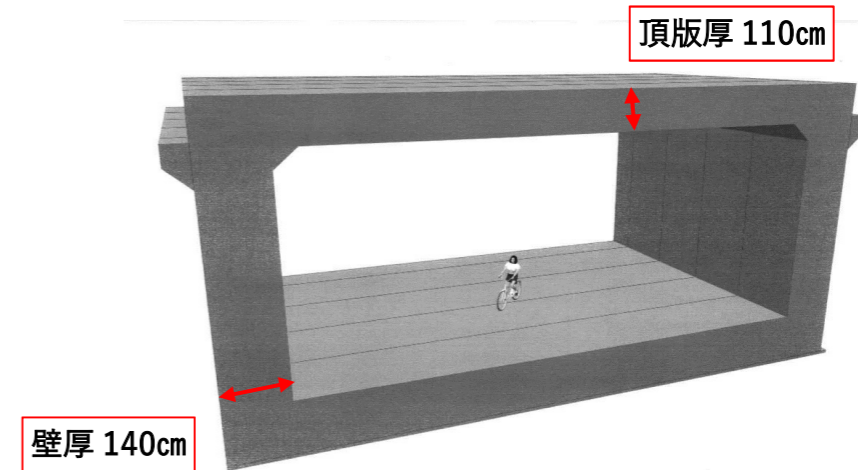


図-8. カルバートモデル

ひび割れ目標	安全係数
ひび割れを防止したい場合	1.85以上
ひび割れの発生をできる限り制限したい場合	1.40以上
ひび割れの発生を許容するが ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	1.00以上

表-1. ひび割れ目標に対する安全係数表

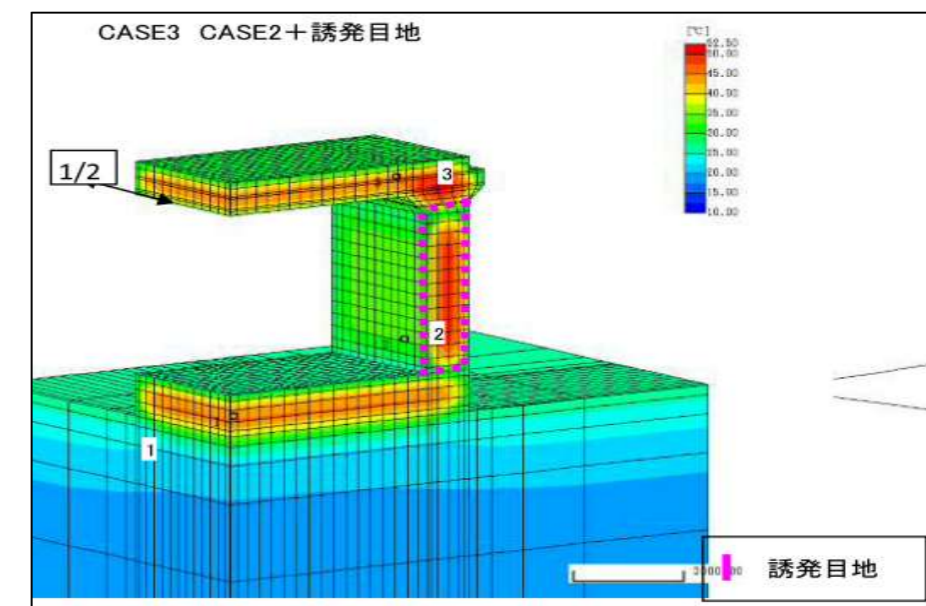


図-9. 3次元FEM解析図

③マスコンクリートへの対応策(2) 解析条件事項の実施

2リフトの壁部中央内外側に誘発目地を設置した。
底版、壁の拘束部が短くなるよう計画的にひび割れを発生させることで引張応力が小さくなり、温度ひび割れが発生の抑制となる。
誘発されたひび割れを目視確認し、収束後エポキシ樹脂を充填した。



写真-7. 誘発目地



写真-8. 誘発目地設置状況

コンクリートの湿潤養生にはコンクリート湿潤・保温養生シート「潤王」を活用した。表面がフィルム加工されており、内側のコンクリート面が乾燥しにくい構造となっている。この養生中には、適宜コンクリート温度、外気温、湿潤状態を確認し、コンクリートの養生に必要な条件が確保されていることを確認した。

⇒ 14日間湿潤状態を保ち、温度ともに適性に養生ができた。

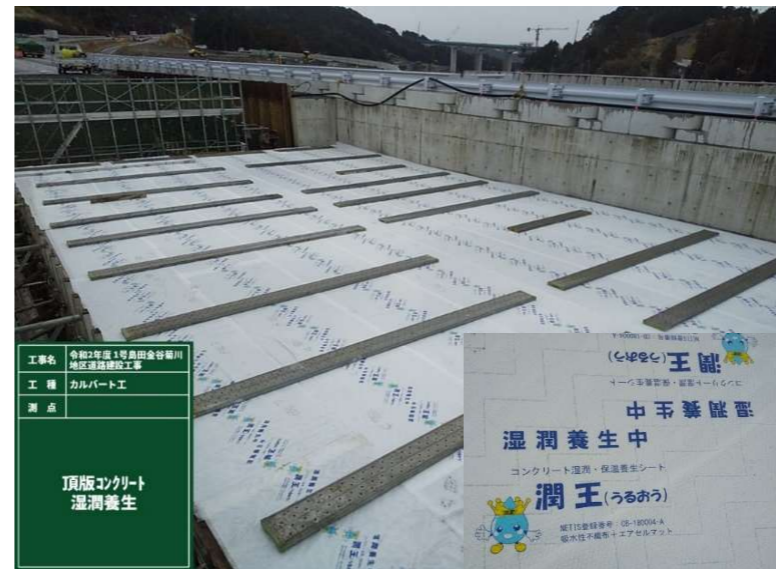


写真-9. 湿潤養生状況



写真-10. コンクリート温度測定状況

結果

シュミットハンマーによる強度測定では配合強度27kN/mm²に対し、30kN/mm²という結果となった。これは長期の湿潤養生による効果と考えられる。
また、ひび割れは誘発目地部に0.05mm～0.10mm程度で収まっており、その他に有害なひび割れの発生はなかった。

5. おわりに

今回の工事は厳しい工程の中での前述の問題点に対して早期に対策検討を行えたことが工期内完成に繋がった。

アンカーの設計変更、供用中の国道1号BPの交通への影響、カルバートのひび割れと、それぞれの問題が工程のクリティカルパスに関係しており、それらの対策案をいかに早期に検討し、発注者へ明確に説明、提案できるかが重要であると学んだ。

その結果、工事は4週6休を達成かつ無事故・無災害で完成させることができた。

今後は今回の工事で学んだ技術を活かしつつ、さらなる技術取得に励んでいきたい。

