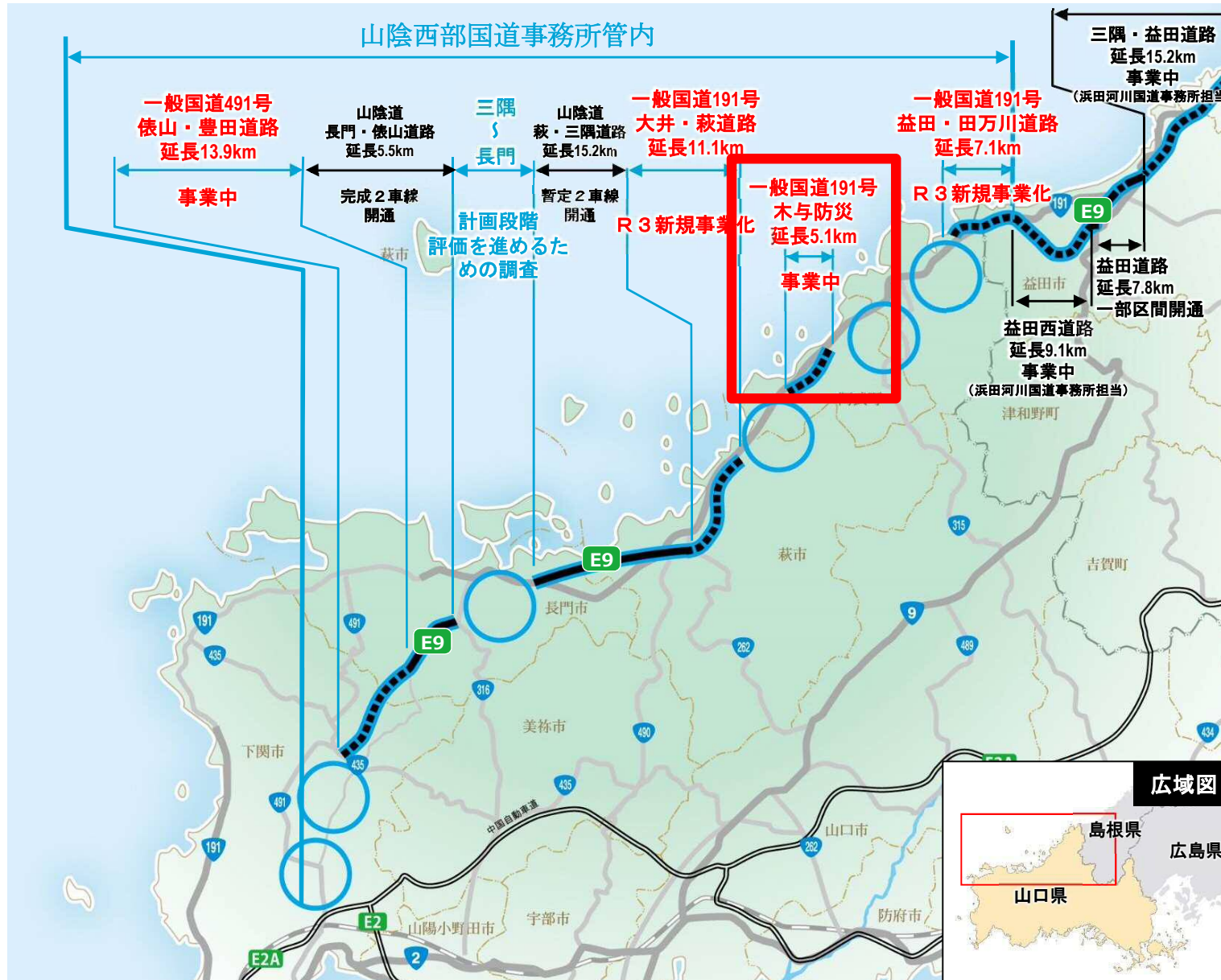
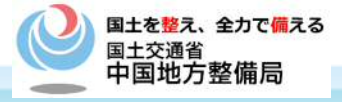


令和2年度木与防災宇田跨線橋下部工事 コンクリート品質向上の取り組み

令和3年11月26日(金)
中国地方整備局
山陰西部国道事務所

機密性2情報
無断転載禁止

事務所概要



機密性2情報
無断転載禁止

- 1. 事業概要
- 2. 工事内容,現地状況
- 3. 設計時配慮事項
- 4. ひび割れ抑制対策
- 5. 勉強会及び現場臨場
- 6. 施工時の工夫
- 7. 施工結果
- 8. 施工者コメント及びまとめ

1. 事業概要

位置図



令和2年度

木与防災宇田跨線橋下部工事(工事延長L=120m)



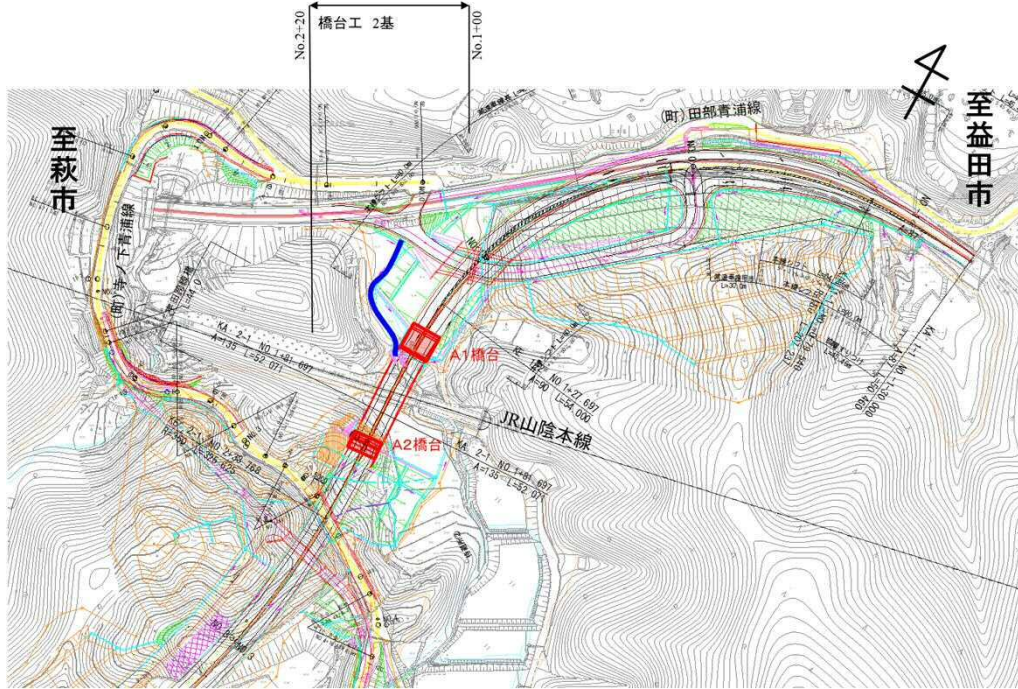
機密性2情報
無断転載禁止

2. 工事内容

平面図

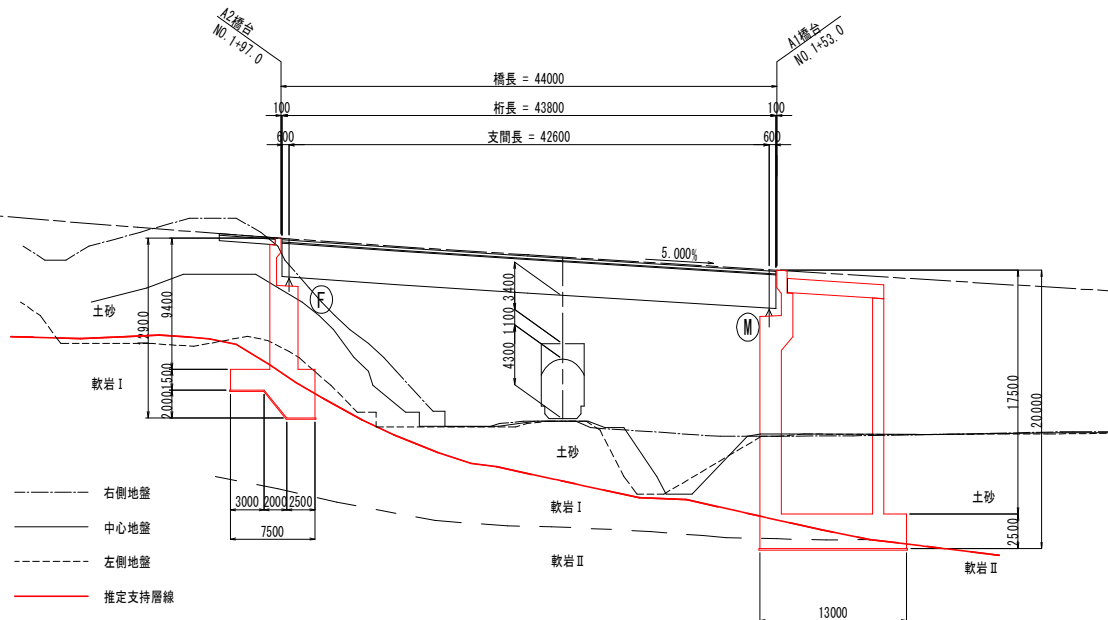
断面図

令和2年度木与防災宇田跨線橋下部工事



A2橋台

A1橋台



コンクリートの配合

構造物	配合	W/C	摘要
躯体部	27-12-20BB	55%以下	

機密性2情報
無断転載禁止

2. 現地状況



A2橋台

A1橋台

機密性2情報
無断転載禁止

3. 設計時配慮事項

塩害の影響度合いと対策区分 (道示Ⅲ-6.2.3 抜粋)

表-5.2.2 鋼材の腐食を生じさせないための最小かぶり (mm)

塩害の影響の度合い	対策区分	部材・部位		
		(1)工場で製作されるプレストレストコンクリート構造	(2)I以外のプレストレストコンクリート構造	(3)鉄筋コンクリート構造
影響が激しい	S	70 ^{※1}		
影響を受ける	I	50	70	
	II	35	50	70
	III	25	30	50

※1) 塗装鉄筋又はコンクリート塗装等かぶりによる方法以外の方法を採用する

表-6.2.3 塩害の影響地域

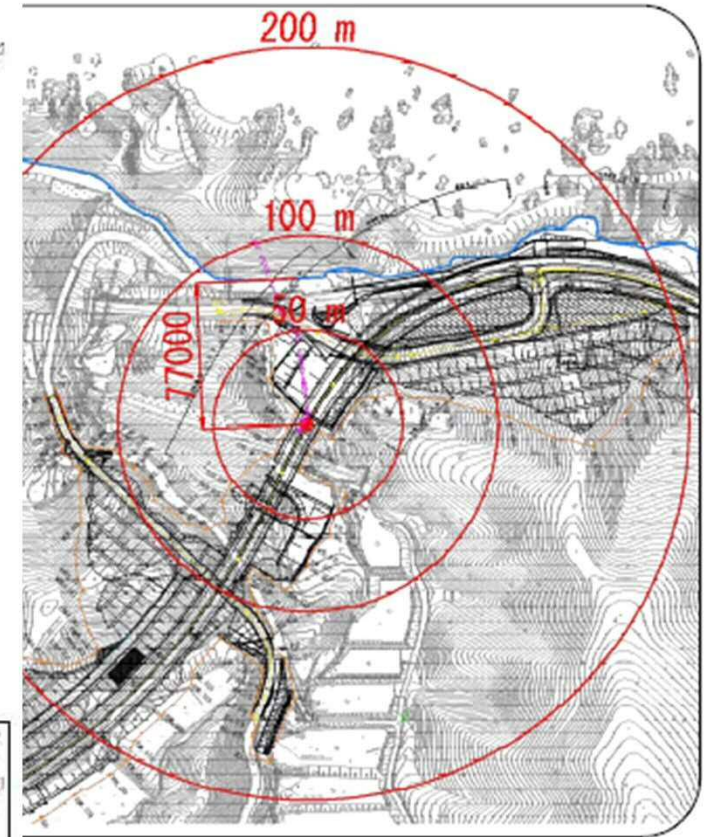
地域区分	地域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと対策区分	
			対策区分	影響度合い
A	沖縄県	海上部及び海岸線から100mまで	S	影響が激しい
		100mを超えて300mまで	I	影響を受ける
		上記以外の範囲	II	
B	図-6.2.1及び表-6.2.4に示す地域	海上部及び海岸線から100mまで	S	影響が激しい
		100mを超えて300mまで	I	影響を受ける
		300mを超えて500mまで	II	
		500mを超えて700mまで	II	
C	上記以外の地域	海上部及び海岸線から20mまで	S	影響が激しい
		20mを超えて50mまで	I	影響を受ける
		50mを超えて100mまで	II	
		100mを超えて200mまで	III	



図-6.2.1 塩害の影響の度合いの地域区分

表-6.2.4 地域区分とする地域

北海道のうち、宗谷総合振興局支庁の稚内市・猿払村・豊前町・札文町・稚内町・利尻富士町・網走町、釧路総合振興局、石狩総合振興局、旭川総合振興局、釧路支庁の釧路市、厚岸町、網走市、八雲町(日置右衛門の地区に限る)、青森県のうち、今泉町、例々茨野(東津軽郡)、北津軽郡、西津軽郡、五所川原市(田市津村の地区に限る)、七ヶ浜町(日置野沢村の地区に限る)、つがる市、大館市、秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県



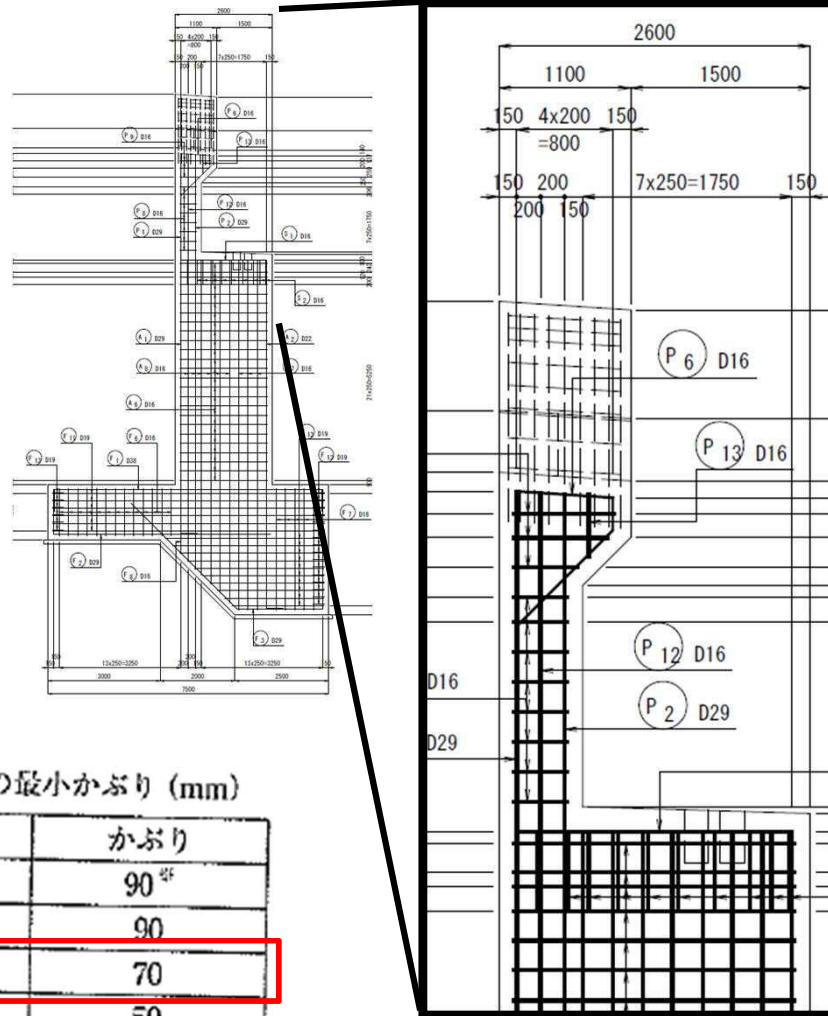
機密性2情報
無断転載禁止

4. ひび割れ抑制対策

OA2橋台配筋図

○維持管理配慮事項

耐久性確保の方法	方法1
	<ul style="list-style-type: none"> 部材の設計供用期間内の経年変化による耐荷性能への影響を定量的に評価し、その分を見込んだ部材寸法・構造とする。
具体例	<ul style="list-style-type: none"> かぶりによる塩害対策 鋼管杭の腐食代 耐候性鋼材の使用 累積損傷度を考慮した疲労設計 応力振幅を考慮した疲労設計 等



○ひび割れ対策の目的

- ・躯体厚さ $W=2600$ (マスコンクリート)
- ↓
- ・温度や湿度の変化によりコンクリートが乾燥収縮等を行いひび割れが懸念。
- ↓
- ひび割れの抑制が必要
- ↓
- ・山口県作成のコンクリート構造物品質確保ガイドを適用することとした(試行)

表-6.2.1 鋼材の腐食を生じさせないための最小かぶり (mm)

塩害の影響度合い	対策区分	かぶり
影響が激しい	S	90 [※]
影響を受ける	I	90
	II	70
	III	50

※塗装鉄筋又はコンクリート塗装等かぶりによる方法以外の方法を併用する

機密性2情報
無断転載禁止

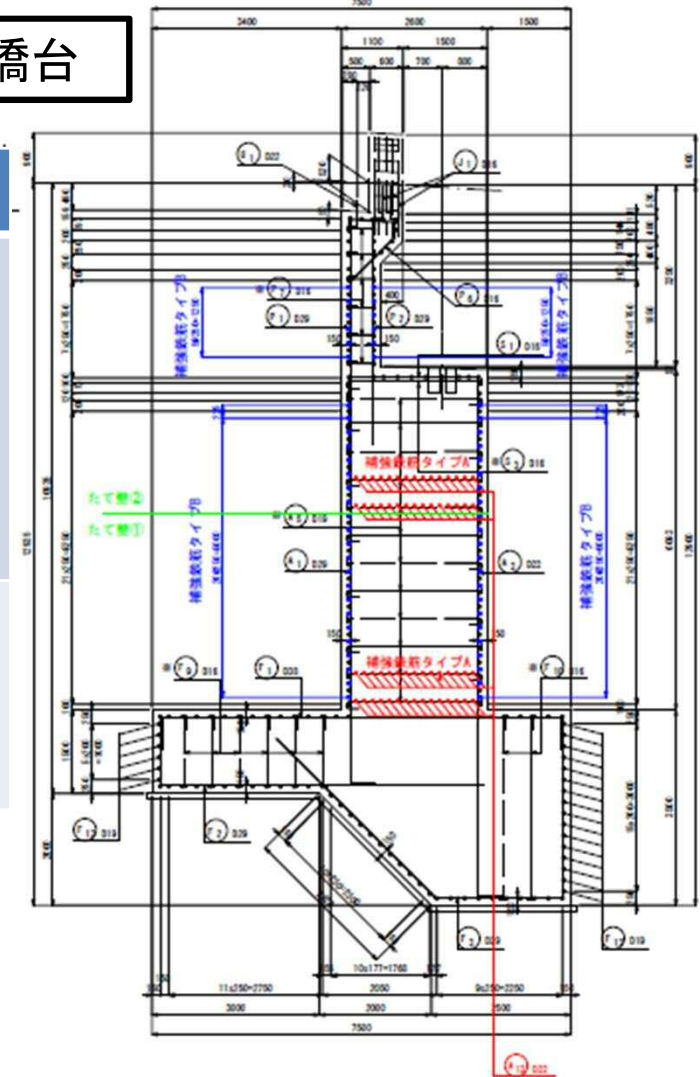
4. ひび割れ抑制対策

○ひび割れ抑制鉄筋の検討

- ・設計段階では、当該構造物の性能を満足する鉄筋量として計画。
- ・施工段階において、Co品質向上の試行工事であることから、山口県作成のコンクリート構造物品質確保ガイドに基づき、補強鉄筋を
堅壁部で鉄筋比0.3%、胸壁部で0.5%を目標に鉄筋量を設置。

A2橋台

	対策前	対策後	増減
A2橋台 堅壁	鉄筋比:0.08% D16 @250 25本 D19 @250 25本 As:12,127.5mm ²	鉄筋比:0.30% D16 @250 25本 D19 @250 69本 D22 @150 15本 As:30,540mm ²	鉄筋比:0.22% D19 44本 D22 15本 As:18412.5mm ²
A2橋台 胸壁	鉄筋比:0.36% D19 @250 24本 As:6,876mm ²	鉄筋比:0.54% D19 @250 36本 As:10,314mm ²	鉄筋比:0.18% D19 12本 As:3438mm ²



機密性2情報
無断転載禁止

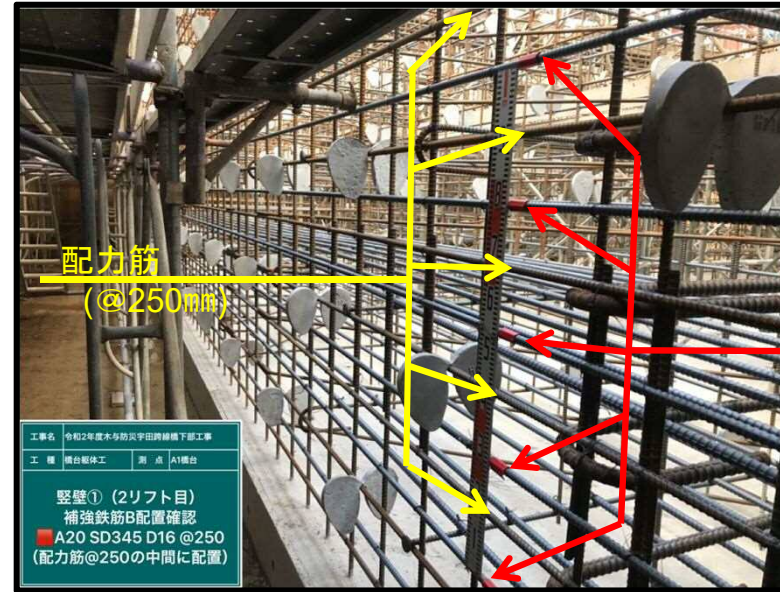
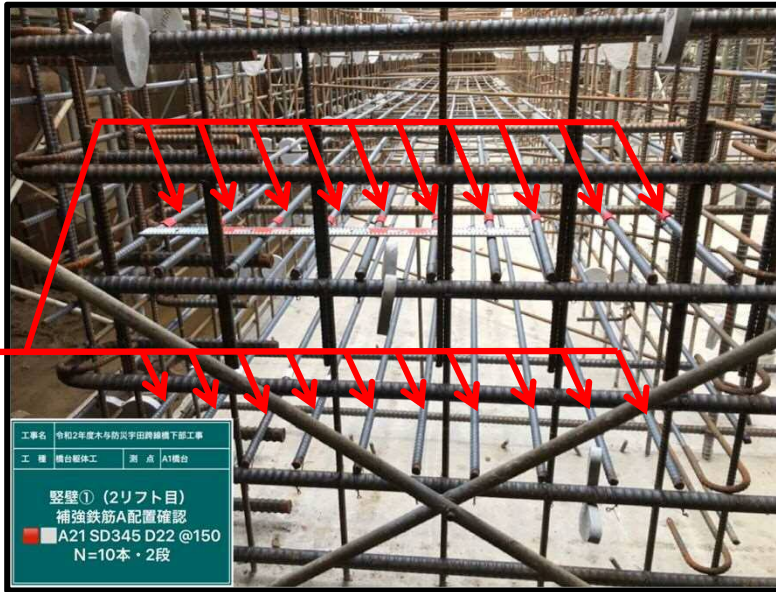
4. ひび割れ抑制対策

○補強鉄筋タイプAの配置状況

○補強鉄筋タイプBの配置状況

A1橋台

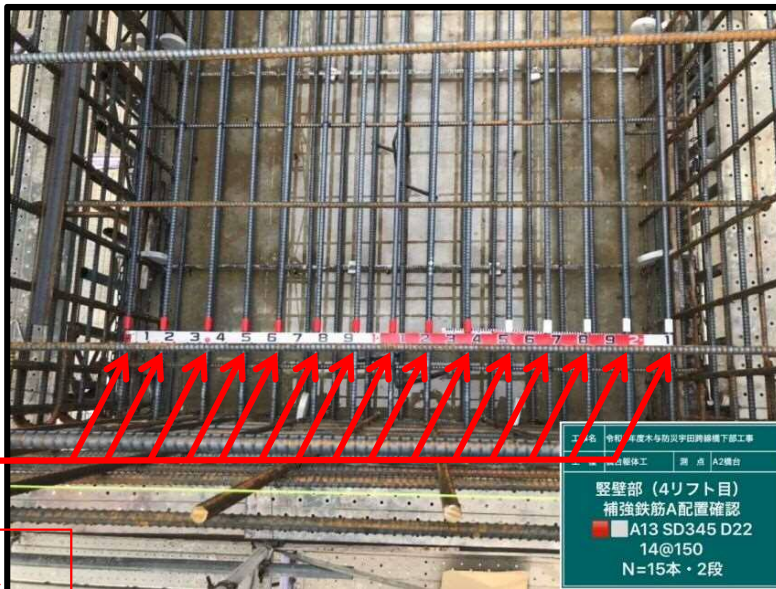
タイプA:2段
(10本@150mm)



タイプB:
各配力筋の中間
(@250mm)

A2橋台

タイプA:2段
(15本@150mm)



タイプB:
各配力筋の中間
(@250mm)

機密性2情報
無断転載禁止

5. 勉強会及び現場臨場



○コンクリート打設に先立ち、土木学会の助言・指導を受け施工

・(意見)橋台の幅が13m程度でそれほど大きくはないが補強鉄筋を入れる理由について



・(回答)ひび割れの分散効果による有害なひび割れの発生を抑制するために、山口県の品質確保ガイドに基づき鉄筋量を増やしています。

・(意見)バイブレーターの締固め時間をしばらく計測してみたが、10秒をしっかりと守られていた。何か指示を行っているのか。



・(回答)打設日は、毎回朝からコンクリート打設勉強会を実施して作業員に基本の打設方法を意識付けている。



・(意見)スランプ8cmの場合と比較して流動性がある為 同じバイブレーターのかけ方では締固めが不十分になる場合があります。



施工計画に反映

機密性2情報
無断転載禁止

6. 施工時の工夫

○作業前打合せ

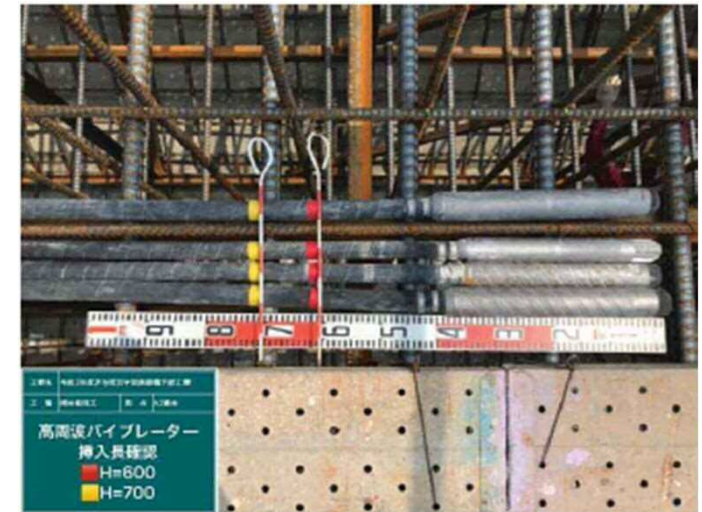
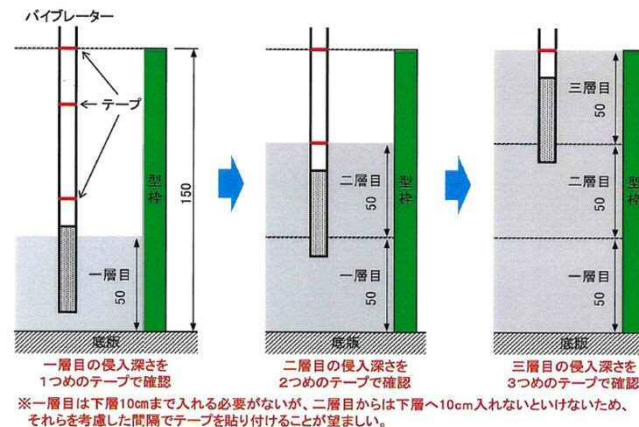
- ・施工前に土木学会との勉強会を実施したことにより、勉強会で得たノウハウを施工計画書に反映し作業員に周知した。
- ・施工計画で定めた手順に基づき施工を実施したが、現地にバイブレーター間隔をテープを設置し作業者の目印としたことで、品質向上に繋がる充填が行えた。
- ・山口県の品質確保ガイドを参考にコンクリートの打継間隔(打設間隔)をできるだけ短縮(15日以内)にできるよう工程調整を行った。

○作業者との打ち合わせ状況(作業指示)



○テープで打設高さ確認

(5) バイブレーターに貼ったテープで打設高さ確認



※勉強会での提供資料

機密性2情報
無断転載禁止

6. 施工時の工夫

○コンクリート打設作業

・コンクリートの打設は、5月～7月の最高気温が25℃～31℃で打設を行った。

○バイブ挿入間隔

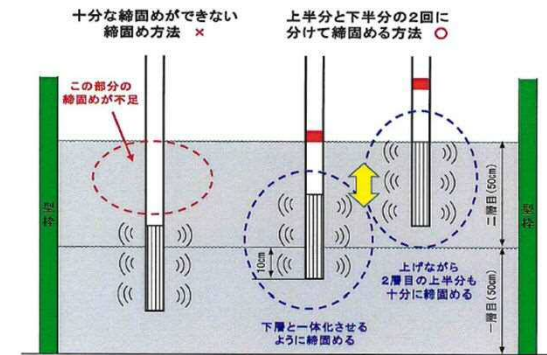


○打設状況



○打込み深さ

(4) バイブレーター挿入深さの調節状況(一層の深さ50センチの場合)



底盤

バイブレーターの径による分類	振動数 (Hz)	振動部直径 (mm)	振動部長さ (mm)	締固め範囲 直径(mm)	締固め能力 (m ³ /hr)
30φ	200~240	31	376	350	12
40φ		43	340	450	18
50φ		52	390	600	24
60φ		61	430	700	30

※勉強会での提供資料

機密性2情報
無断転載禁止

6. 施工時の工夫

○養生

- ・コンクリート養生には、コンクリート表面養生剤を使用して、脱型直後の乾燥収縮低減に努めた(承諾事項)。

○養生状況



③ コンクリートの養生

◎ 保温養生

- ・コンクリート打設後の打設天端面は、表面が荒らされない程度に硬化したのち、速やかに養生マットを敷設し散水を行う。
- ・型枠面も同様に散水を行い、コンクリート表面の急激な乾燥を防止する。
- ・コンクリート養生期間は、下表による。

(共通仕様書P1-60) 表1-3-3コンクリートの標準養生期間

日平均気温	普通ポルトランドセメント	混合セメントB種	早強ポルトランドセメント
15℃以上	5日	7日	3日
10℃以上	7日	9日	4日
5℃以上	9日	12日	5日

- (変更) ◎ 型枠脱型後は、コンクリート表面が急激に乾燥する恐れがあるため、**表面養生剤を塗布又は散布して乾燥収縮によるひび割れを抑制する。**

使用材料

鉛直面の浸透型コンクリート表面養生剤

【コンクリックエース】 株式会社ノックス
NETIS KT-110023VE

カタログ別途添付

◎ 施工方法

- ・脱型直後のコンクリート鉛直面にスプレーヤーで散布する。
- ・散布量目安は150g/m²程度とする。

散布状況イメージ



機密性2情報
無断転載禁止

7. 施工結果

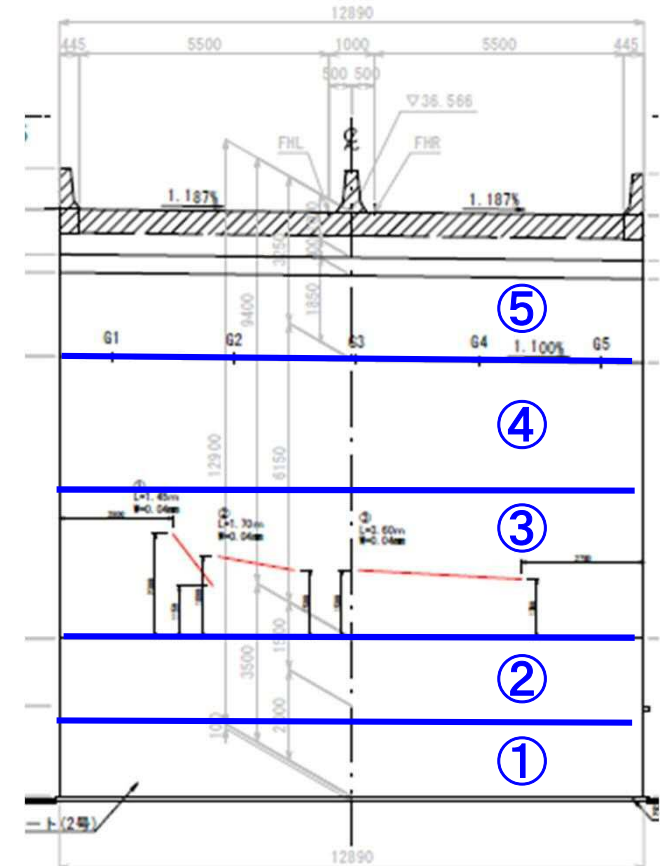
○ひび割れ発生状況

- ・たて壁③リフトにおいて、脱型後に最大幅0.04mmの表面ひび割れが確認された。(打設日6/23・脱型日6/30・ひび割れ確認7/1)
- ・経過観察の結果、8/24の確認以降変化なし。
- ・(品質確保基準の)ひび割れ調査の規格値0.2mmを超えるひび割れは発生していない。

○ひび割れ発生確認

	7/1	8/24	9/15	10/21	11/15	考察
①リフト	—	—	—	—	—	クラック発生なし
②リフト	—	—	—	—	—	クラック発生なし
③リフト	L=3.6m W=0.04mm 他数カ所あり	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	現状変化なし
④リフト	—	—	—	—	—	クラック発生なし
⑤リフト	—	—	—	—	—	クラック発生なし

A2橋台



7. 施工結果

○10年経過した山口県構造物のひび割れ調査と分析(徳山工業高等専門学校 温品先生:第15回技術講習会 資料抜粋)

・鉄筋比0.3%以上の構造物においては、10年後も0.15mm以下に抑制される傾向が確認されている。

○効果について

・鉄筋比0.3%以上であればひび割れ抑制に効果があることが確認できた。

・山口県構造物のひび割れ調査にあてはめると、実施鉄筋比(0.3%以上)からも今後長期的に見て有害なひび割れの進行は低いと予測される。

研究のダイジェスト

2 / 14

耐久性確保のため山口システムにより建設された構造物の
長期ひび割れ抑制を目指す

ひび割れ進展をより抑制する条件の有無を検討



1. 実構造物調査 (橋台)
2. 各施工条件とひび割れの比較
3. 重回帰分析

➤ 結果

- ・打継ぎ間隔, 構造物幅, 鉄筋比の影響がひび割れに影響
- ・打継ぎ間隔15日は妥当
- ・鉄筋比は0.3以上では長期的なひび割れ進展を抑制できる

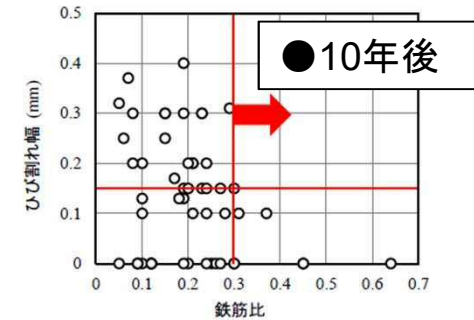
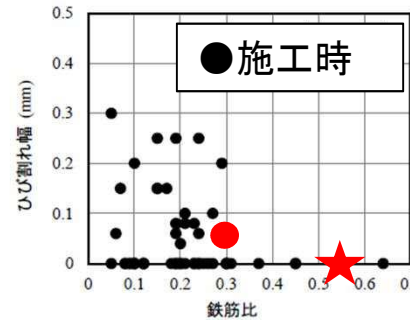
※資料抜粋

4. 調査結果と考察

10 / 14

➤ 鉄筋比 (ひび割れ幅)

① 縦壁: ● ② 胸壁: ★

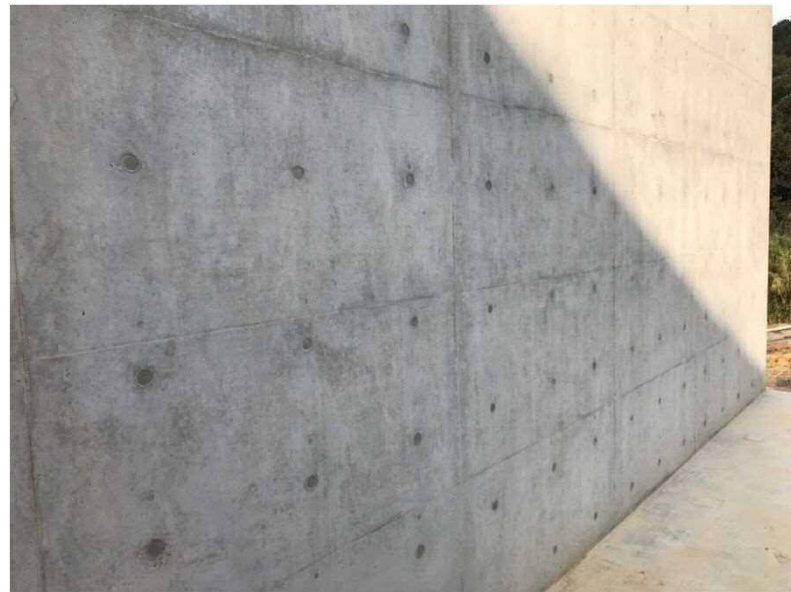


施工10年後, 鉄筋比0.3以上の構造物において,
補修基準である0.15mm以下に抑制される傾向

機密性2情報
無断転載禁止

7. 施工結果

完成写真



機密性2情報
無断転載禁止

- ①施工者の知識と経験のみに基づいた施工と比べて、専門家等の外部からのアドバイスを取り入れることにより、
良質なコンクリート打設作業が出来た。
- ②補強鉄筋の設置はひび割れ抑制対策として非常に効果があり、
躯体厚さ2.6mのA2橋台では、ひび割れの発生を抑制した
良質なコンクリート構造物を施工することが出来た。

○補強鉄筋の有効性

- ・今回施工時において補強鉄筋を採用することにより、ひび割れの発生を抑制した良質なコンクリート構造物を完成できると思慮。
- ・それにより、良質なコンクリート構造物を施工することにより、構造物の長期耐久性向上により**将来の維持管理費削減に寄与**できる。

○まとめ

- ・**補強鉄筋は、コンクリートのひび割れ対策に有効。**
- ・鉄筋比0.3%以上であればひび割れの**進行は低い**と予測される。
- ・加えてコンクリート打設時の配慮・工夫を行うことにより一層のひび割れ対策の効果が得られる。
- ・本対策は、**良質な社会インフラ構築に寄与。**