

ひび割れ抑制の設計事例について

2018年 9月18日

(株) 山口建設コンサルタント
西本 忠章

はじめに 既設構造物による研修モデルコースの構造物

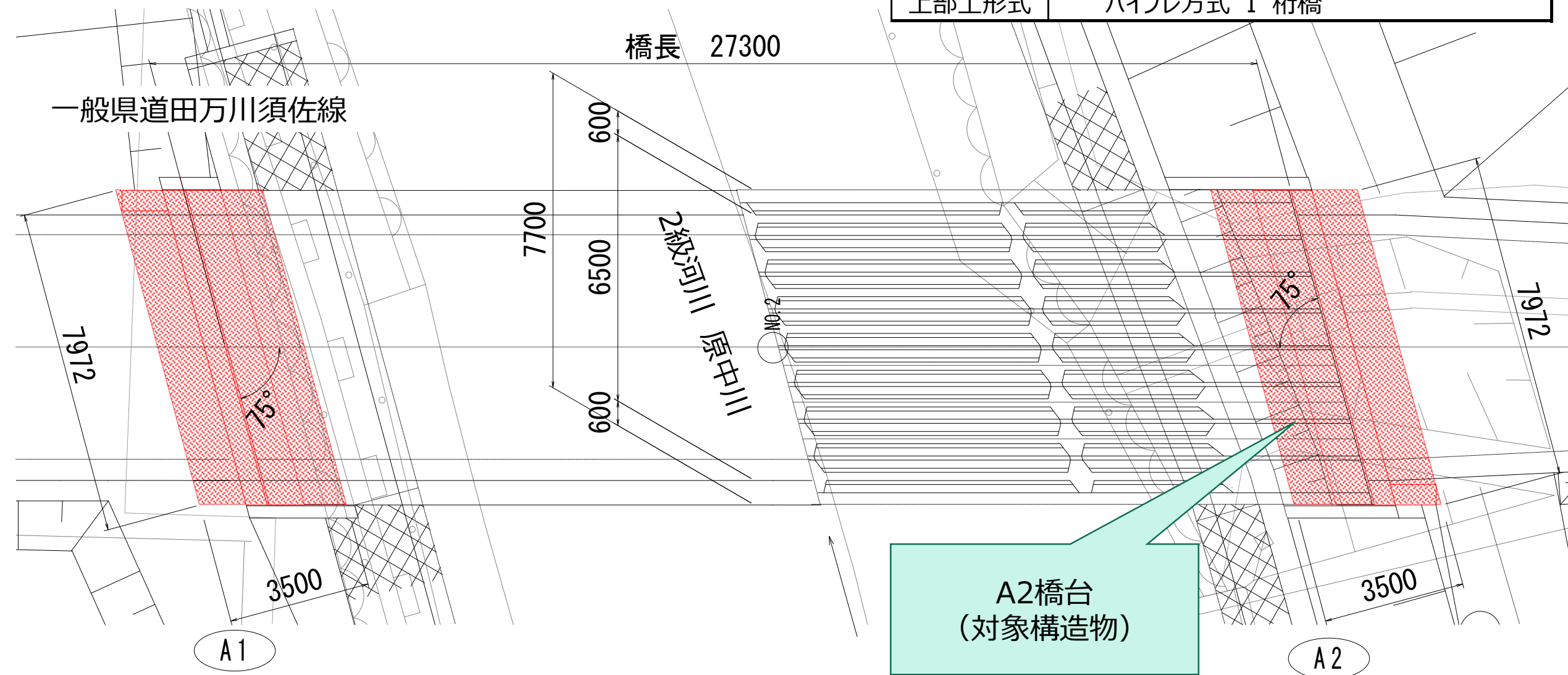


写真：「山口県 / 技術管理課 / コンクリート構造物の品質確保 / 既設構造物による研修モデルコース」の構造物たち

1. 計画橋梁の概要

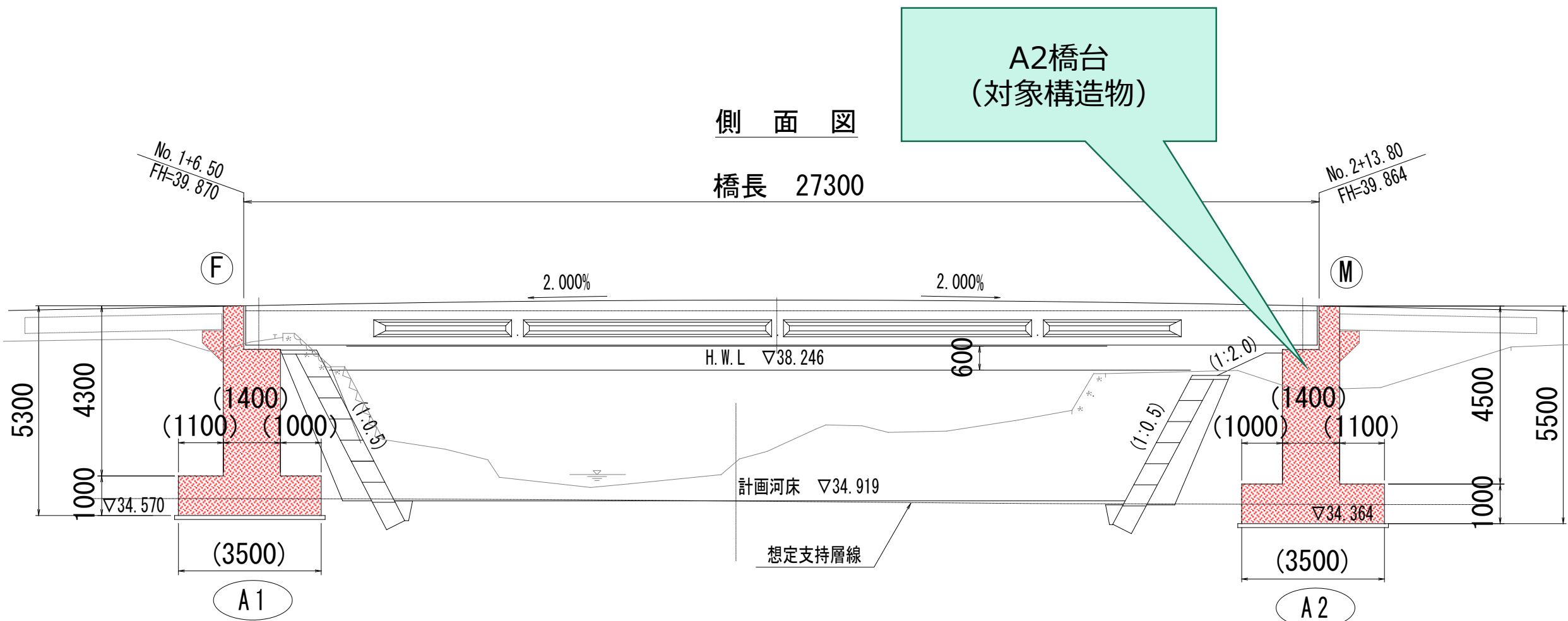
橋名	晩吹橋 (仮)
橋長	27.300m
幅員	全幅 7.700m、有効幅員 6.500m
斜角	75°
上部工形式	バイプレ方式 I 桁橋

平面図



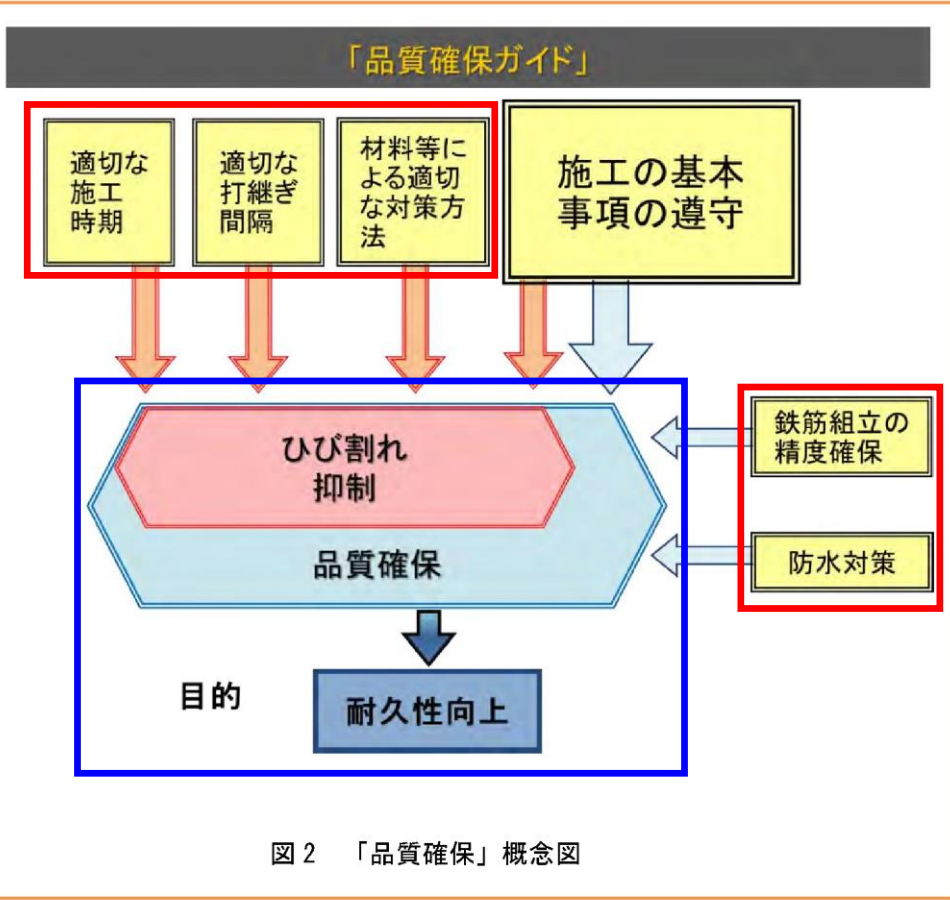
1. 計画橋梁の概要

下部工形式	逆T式橋台 (A1 : H=5.300m、A2 ; H=5.500m)
基礎工形式	直接基礎 (A1,A2)
施工条件	切梁式親杭横矢板による仮設土留工



2. コンクリートの品質確保ガイド

- コンクリート構造物は、各段階で多くの関係者（発注者、設計者、施工者、製造者）が、それぞれの役割を果たしながら造り上げる **「協働作品」**



コンクリート構造物の耐久性向上のため、

①ひび割れ抑制対策

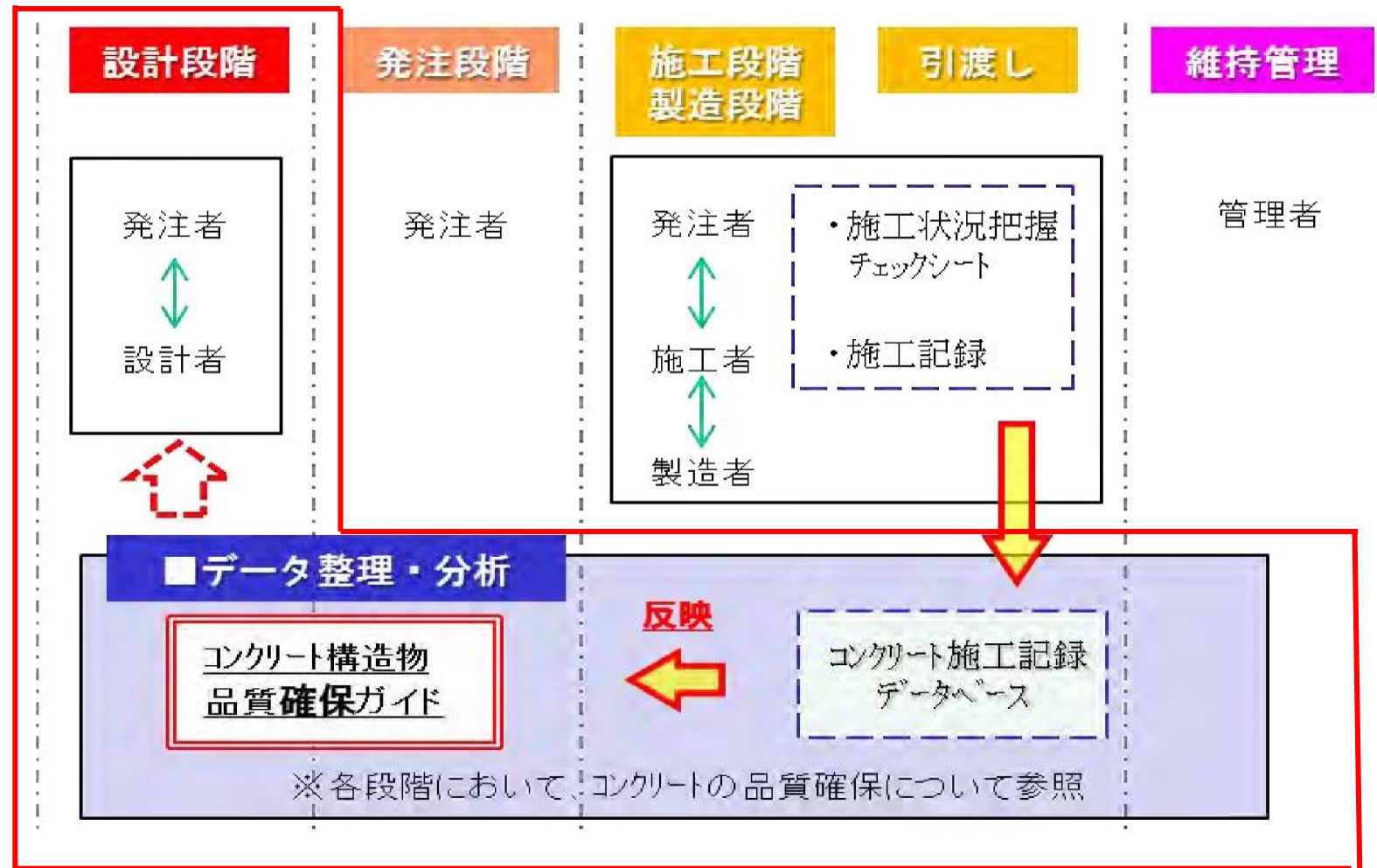
- ★ 適切な施工時期 ⇒ 工程計画、施工計画
- ★ 適切な打継ぎ間隔
- ★ 材料等による対策 ⇒ 施工記録データベース (DB) を活用した対策

②品質確保

- ★ 鉄筋組立精度の確保 ⇒ かぶりの確保
分かり易い図面の作成
- ★ 防水対策 ⇒ 水に対する対策

施工の基本事項の遵守

2. コンクリートの品質確保ガイド



各段階における関係者の役割 ガイド P13より

2. コンクリートの品質確保ガイド



一般財団法人 山口県建設技術センター

YAMAGUCHI Pref. CONSTRUCTION TECHNOLOGY CENTER



センター概要



業務紹介



業務・財務資料



センター情報誌



業務実績



長期研修計画



ご意見・ご要望



コンクリート構造物の品質確保

■ [コンクリート構造物品質確保ガイド](#)

■ [コンクリート施工記録シート](#)

■ [コンクリート施工記録データ（山口県発注分）（平成30年3月現在）](#)

★[現行システム【エクセル形式版】](#) **NEW**

★[新システム【リレーショナル形式版】](#) **更新作業中**

■ [コンクリート施工記録データ集計表（山口県発注分）（平成30年3月現在）](#) **NEW**

■ [コンクリート施工記録データ（ゲストコーナー）](#)

★[県内](#)（平成28年6月現在）

★[県外](#)（平成28年6月現在）

コンクリート施工記録データベースを山口県建設技術センターHPよりダウンロードし活用

3. 品質確保検討フロー

ひび割れ抑制対策

① 荷重等から部材寸法、配筋を決定

② 補修対象ひび割れ幅を設定

③ たて壁のひび割れ抑制対策

- ・リフト割の検討
- ・打設時期の検討
- ・打継間隔の検討
- ・DB抽出条件の整理
- ・ひび割れ抑制対策の検討

④ 胸壁のひび割れ抑制対策

- ・DB抽出条件の整理
- ・ひび割れ抑制対策の検討

防水対策

鉄筋組立の精度確保

コンクリート施工記録シートの作成

発注・施工の各段階へ

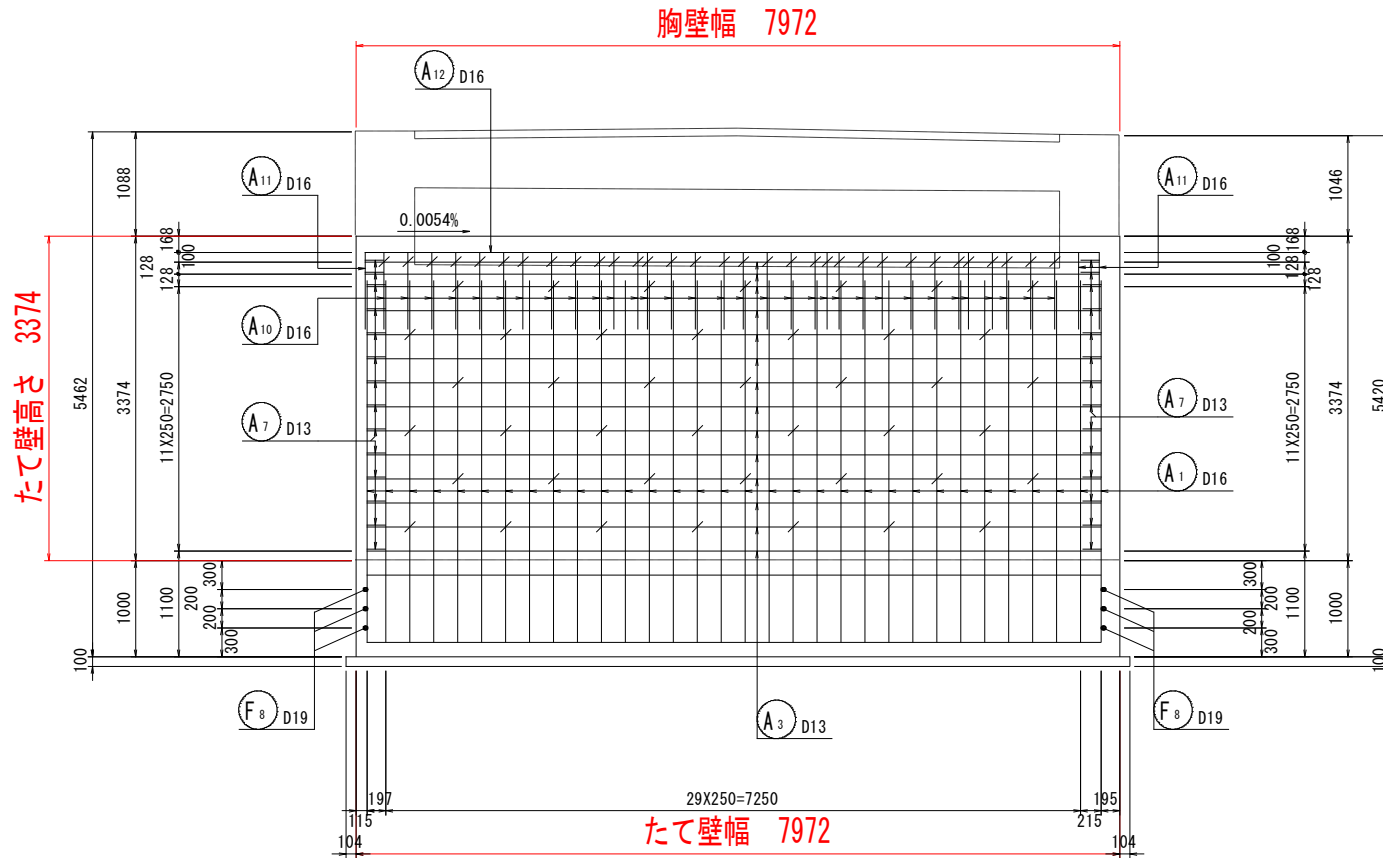
4. ひび割れ抑制対策

① 部材寸法・配筋

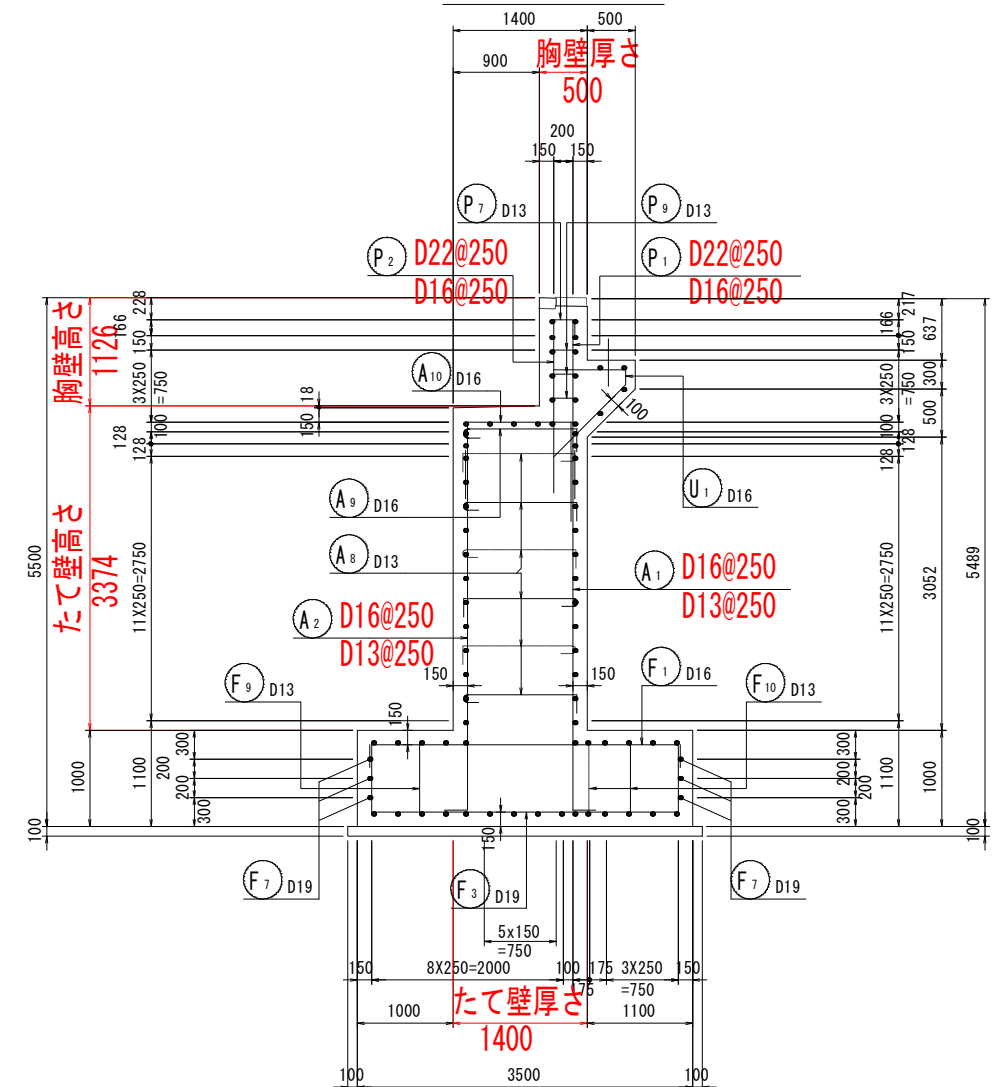
設計計算により決定された鉄筋比

	幅 (m)	高さ (m)	厚さ (m)	鉄筋比 (%)
たて壁	7.97	3.37	1.40	0.08
胸壁	7.97	1.13	0.50	0.36

正面図



断面図



② 補修対象ひび割れ幅の設定

補修対象ひび割れ（有害なひび割れ）：貫通ひび割れは、鉄筋にひび割れが到達しているものであるため、施工後、ひび割れ幅が広がることを考慮して0.15mm以上と設定

表 4.6.1 ひび割れの補修基準

構造物	ひび割れ形態	基準値
鉄筋コンクリート・ プレストレストコン クリート	貫通ひび割れ	最大幅 0.15mm 以上、 または水漏れ
		最大幅 0.30mm 以上※
	表面ひび割れ	最大幅 0.20mm 以上
		最大幅 0.30mm 以上※
	沈みひび割れ	最大幅 0.20mm 以上
		最大幅 0.30mm 以上※
水密性を要する無筋 コンクリート	貫通ひび割れ	最大幅 0.15mm 以上、 または水漏れ
		最大幅 0.30mm 以上※

※) 下記の 3 条件をすべて満たす場合に適用する。

- i) 水密性を要しない構造物である
- ii) 外部拘束を受けない部材である
- iii) 土中に埋まる部材である

③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 リフト割の検討

・リフト割の検討

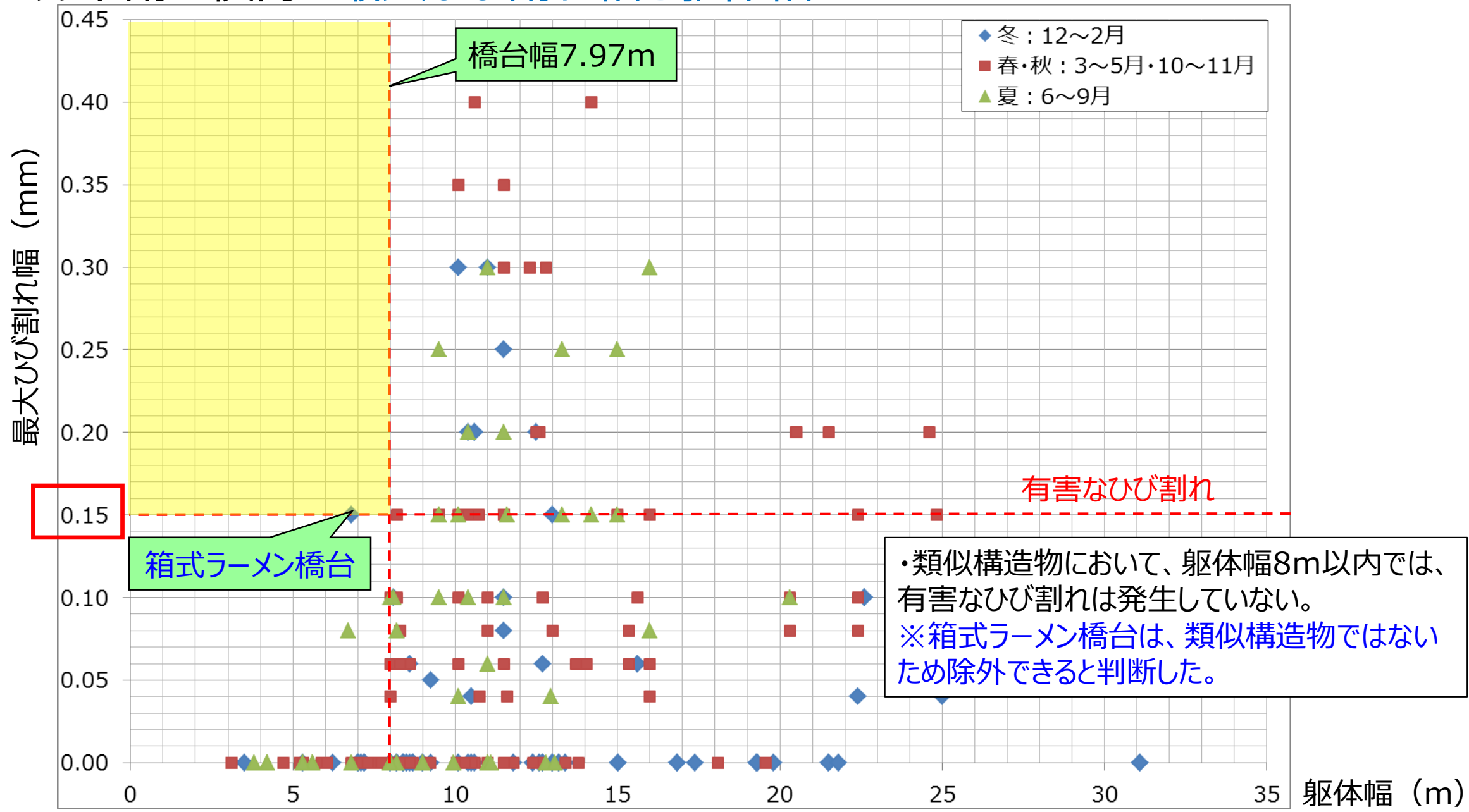
- ・打設時期の検討
- ・打継間隔の検討
- ・DB抽出条件の整理
- ・ひび割れ抑制対策の検討

施工記録データベースを活用し、

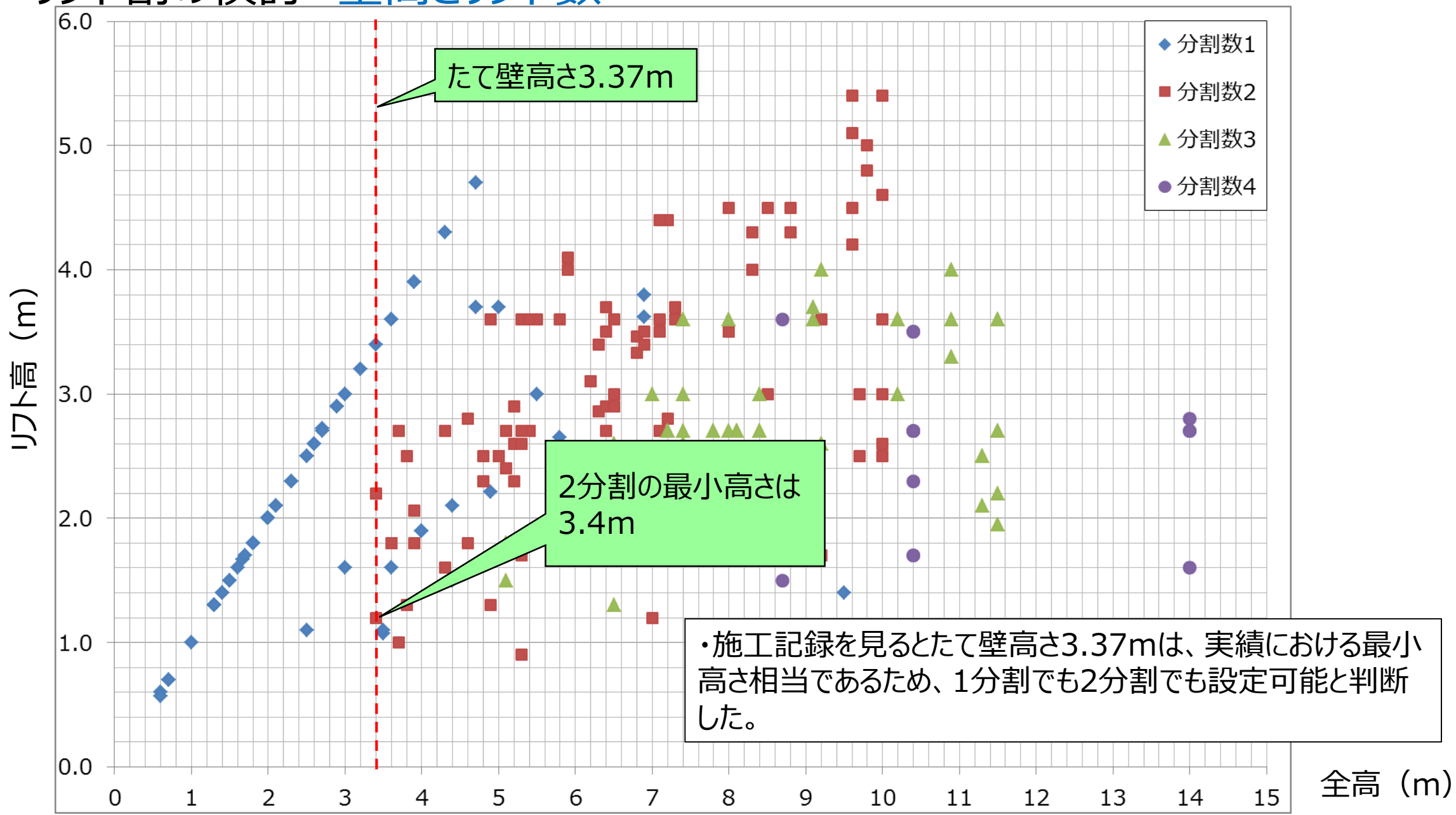
- 最大ひび割れ幅と躯体幅
- たて壁全高とリフト数

- 仮設土留工の切梁との位置関係

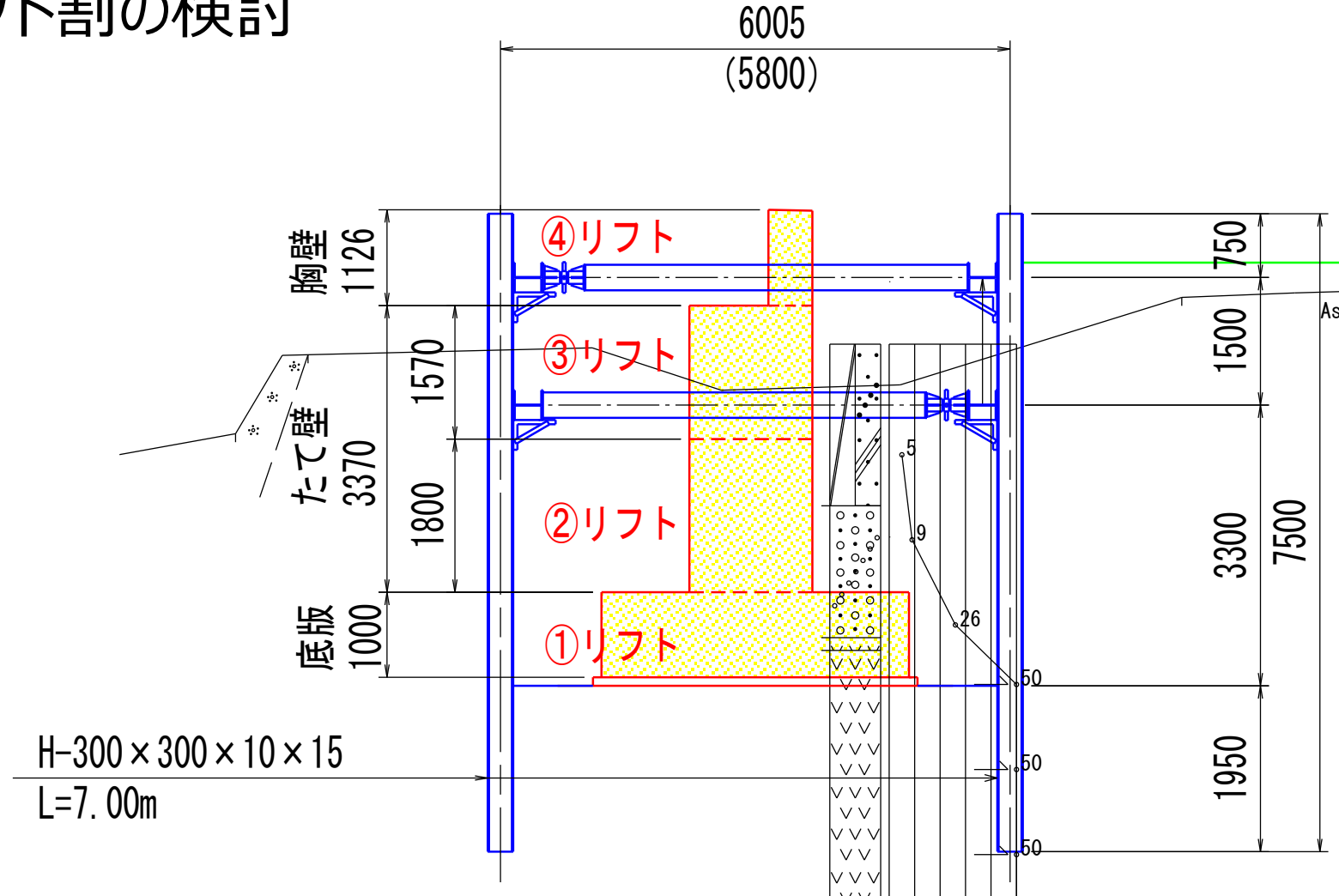
③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 リフト割の検討 最大ひび割れ幅と躯体幅



③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 リフト割の検討 全高とリフト数



③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 リフト割の検討



・仮土留工切梁の盛り替え、コンクリート打設時の切梁の影響を考慮し、2段目切梁の下面付近を打継面とし、2分割で計画した。

③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 打設時期の検討

・リフト割の検討

・打設時期の検討

・打継間隔の検討

・DB抽出条件の整理

・ひび割れ抑制対策の検討

○ 工事工程表の作成

躯体数量から必要施工日数を設定

河川条件(非出水期施工11月～4月)

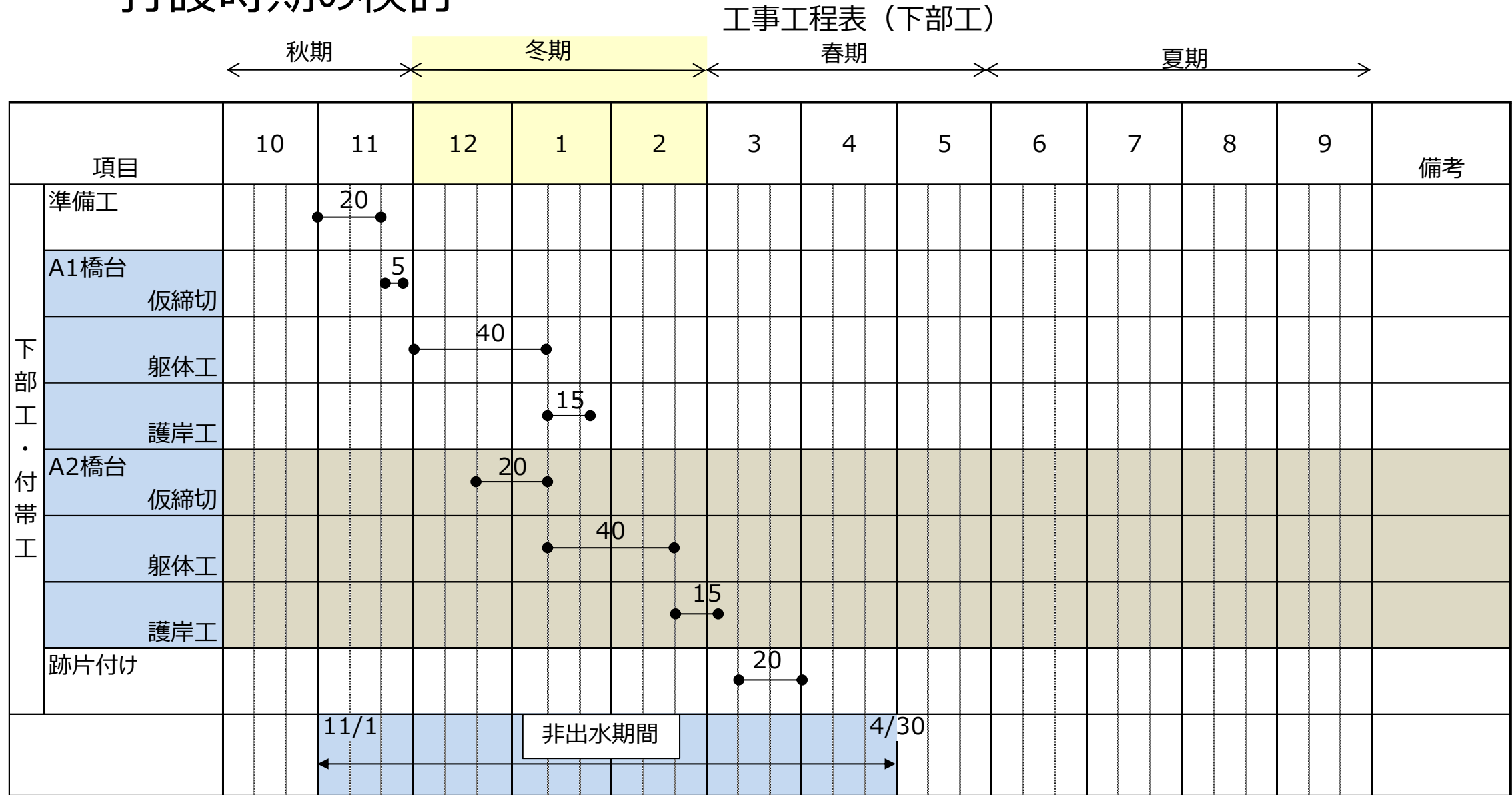
冬期の施工

表 3.3.1 打込み時期によるひび割れ抑制対策

コンクリートの打込みを避けることが特に望ましい時期	6月～8月
コンクリートの打込みを避けることが望ましい時期	9月

ガイド P47より

③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 打設時期の検討

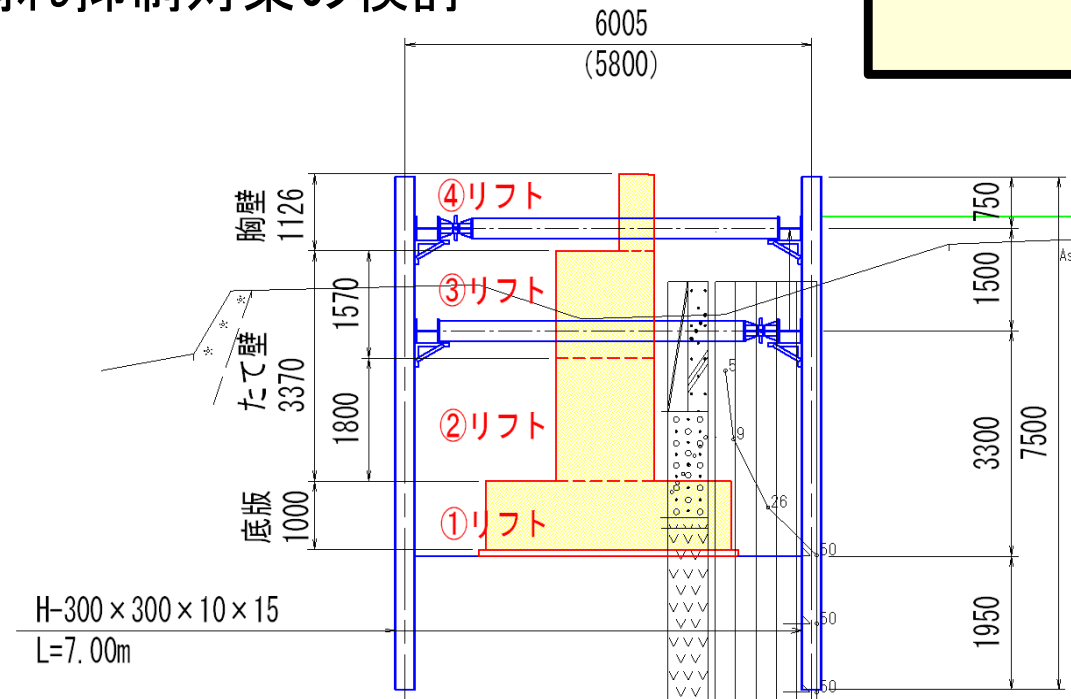


・A2橋台のコンクリート打設時期は非出水期施工と冬季施工を考慮して 1月～2月として設定

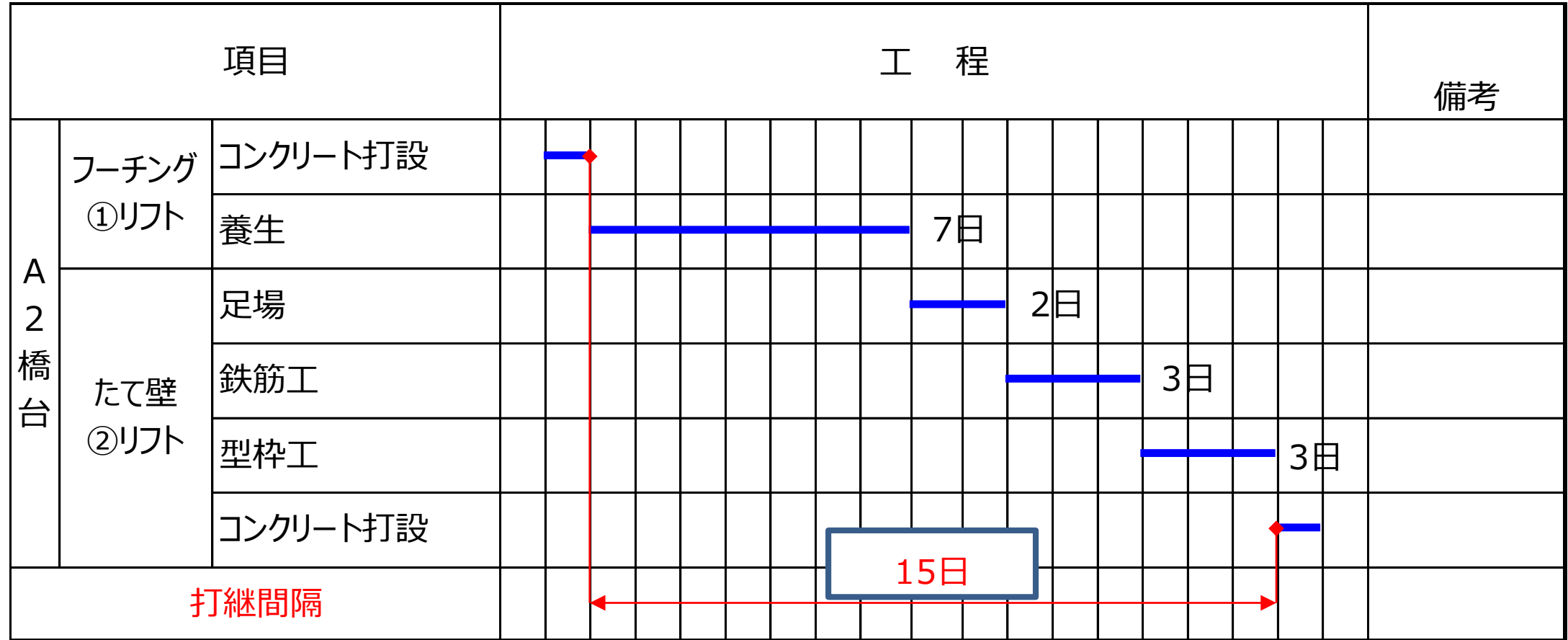
③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 打継間隔の検討

- ・リフト割の検討
- ・打設時期の検討
- ・打継間隔の検討
- ・DB抽出条件の整理
- ・ひび割れ抑制対策の検討

○ 工事工程表の作成
最も打継間隔が必要な
①リフト⇒②リフトで検討



③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 打継間隔の検討



設計段階・発注段階における打継間隔については、データベースから得られたこれまでの実績から妥当と考えられる「15日」を目安としてひび割れ抑制対策の検討を行うとよい。

③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 抽出条件

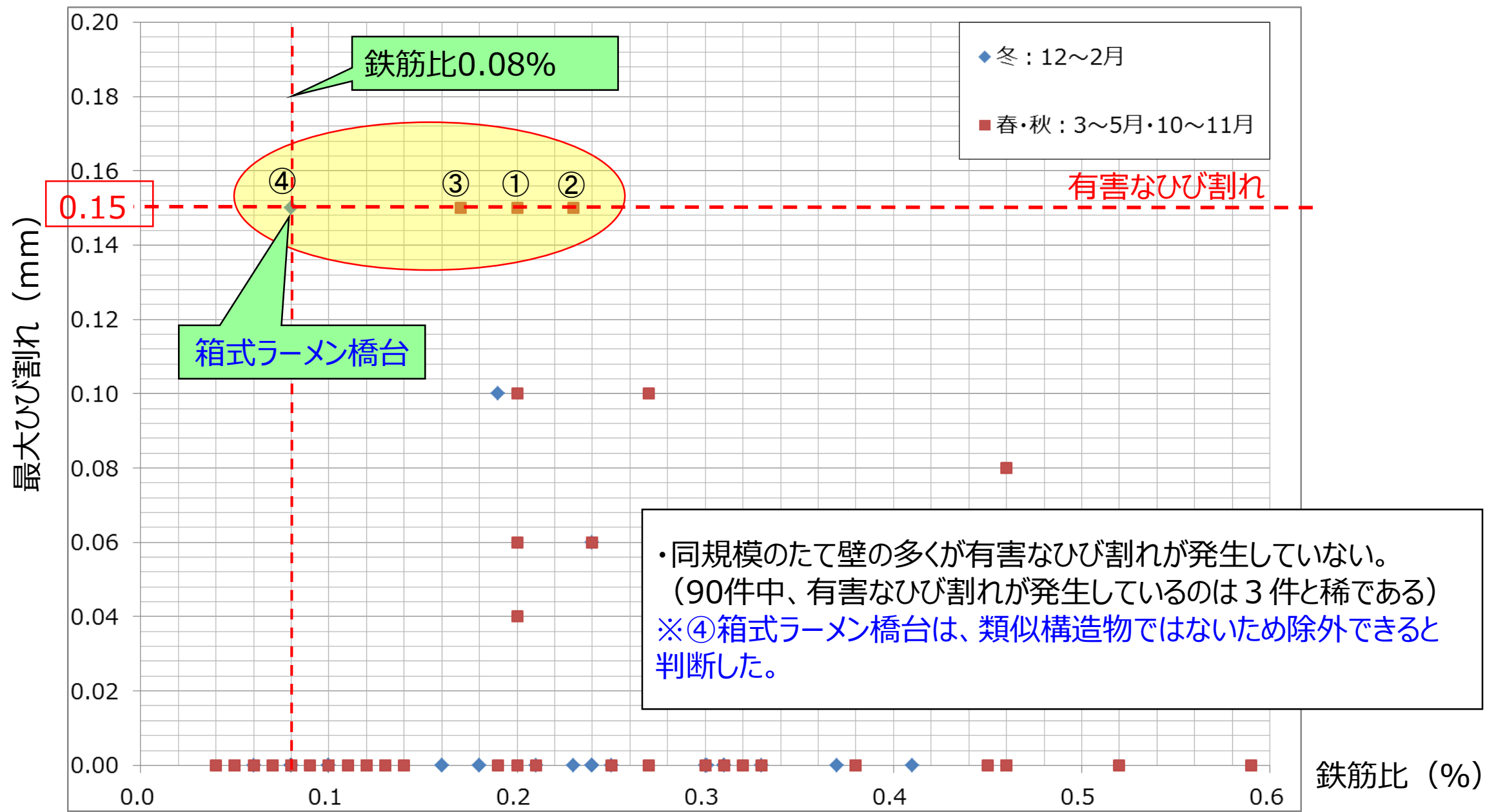
- ・リフト割の検討
- ・打設時期の検討
- ・打継間隔の検討
- ・DB抽出条件の整理
- ・ひび割れ抑制対策の検討



項目		施工する構造物	抽出条件
打設時期		1～2月	10月～5月
打継間隔		15日以内	すべて
構造	構造物	橋台	橋台
	部 位	たて壁	たて壁
寸法	リフト高	1.80m、1.57m	すべて
	厚さ	1.40m	すべて
	幅	7.97m	10m未満
材料	補強鉄筋	—	—
	鉄筋比	0.08%	すべて

③ たて壁におけるひび割れ抑制対策

抽出データ：最大ひび割れ幅—鉄筋比 橋台幅10m未満



③ たて壁におけるひび割れ抑制対策

抽出データ：最大ひび割れ幅—鉄筋比 橋台幅10m未満

番号	構造物名		寸法				材料		コンクリート			最大ひび割れ幅 (mm) (沈みひび割れを除く)	打継間隔 (日)	HP掲載年月
	箇所	打設時期	リフト高 (m)	厚さ (m)	幅 (長さ) (m)	補強材料	鉄筋比 (%)		試験強度 (N/mm ²)	打設温度 (°C) (打込み開始時)	最高温度 (°C)			
							実施	(参考)補強検討前						
①	高瀬第4橋	10月	2.9	1.6	9.5	---	0.20	---	31.1	24.0	62.0	0.15	17.00	H19.12
	境橋	2月	2.9	1.2	5.0	補強鉄筋B	0.16	0.08	33.0	11.0	42.8	0.00	---	H19.12
②	金田ため池橋	5月	3.6	2.0	8.2	ガラス	0.23	---	35.1	20.0	60.2	0.15	81.00	H19.12
	2号橋	3月	1.8	1.5	5.0	---	0.07	---	33.2	9.0	37.8	0.00	---	H20.6
③	西迫3号橋	5月	4.3	1.4	9.5	---	0.17	---	31.7	18.0	---	0.15	16	H21.4
	朝田Aラン	4月	2.1	1.5	5.0	---	0.04	---	31.0	15.0	---	0.00	20	H21.4
④	倉谷橋	12月	3.0	2.1	6.8	---	0.08	---	32.3	10.0	57.8	0.15	21.00	H22.2
	橋	5月	3.6	1.2	8.1	---	0.10	0.10	34.6	24.0	57.0	0.00	25.00	H22.2

近年、多くのデータが蓄積された結果、同規模の橋台においては、有害なひび割れが発生していない たて壁 が多い。

③ たて壁におけるひび割れ抑制対策 ひび割れ抑制対策の検討結果

<分析>

- 同規模の橋台たて壁におけるひび割れ事例は90件中 3件
(設計段階からひび割れ抑制を実施する以前に施工されたもの)
- 冬期施工の同規模橋台たて壁において、有害なひび割れが発生している橋台は無い。(1件あるがこれは箱式ラーメン橋台で類似構造物とは異なる。)
- 躯体幅8m以下では有害なひび割れが発生した事例が無い。
(リフト割検討時のグラフより)
- 打継間隔は、有害なひび割れが発生しにくい15日以下とできる。

<結果>

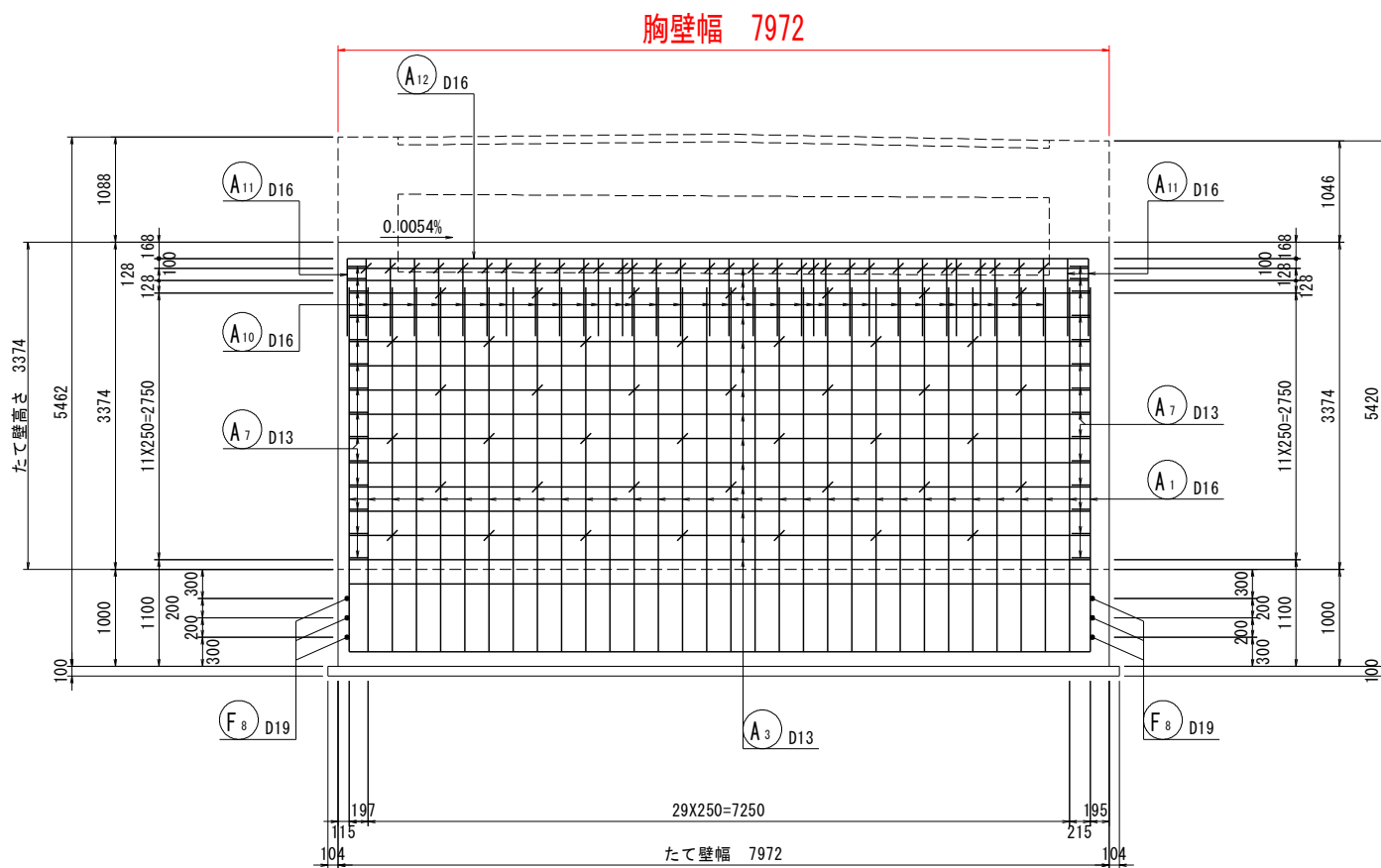
- 有害なひび割れの発生する確率が極めて少ないと考えられるため、材料によるひび割れ抑制対策は不要とする。
- 施工の基本事項の遵守によるひび割れ抑制

④ 胸壁におけるひび割れ抑制対策 抽出条件の整理

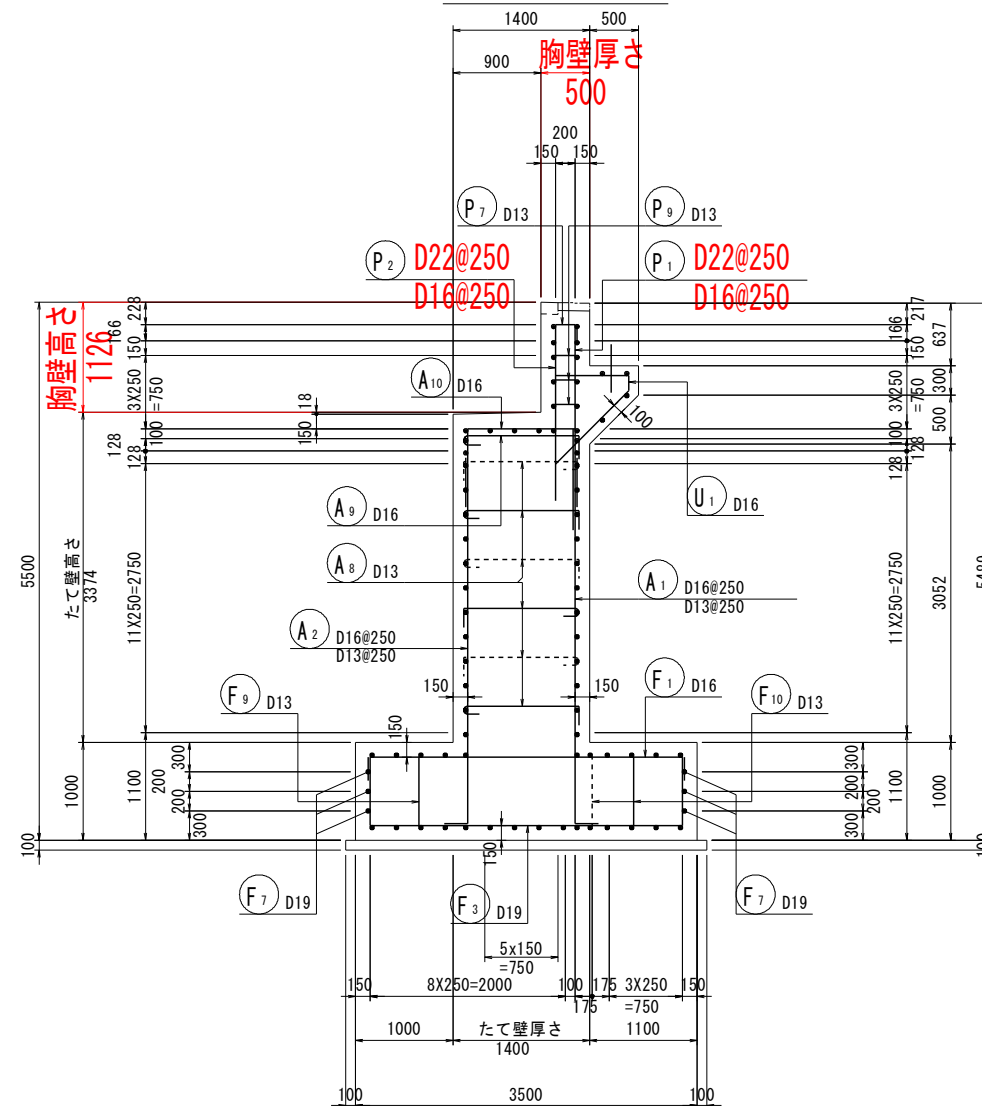
設計計算により決定された鉄筋比

	幅 (m)	高さ (m)	厚さ (m)	鉄筋比 (%)
胸壁	7.97	1.13	0.50	0.36

正面図



断面図

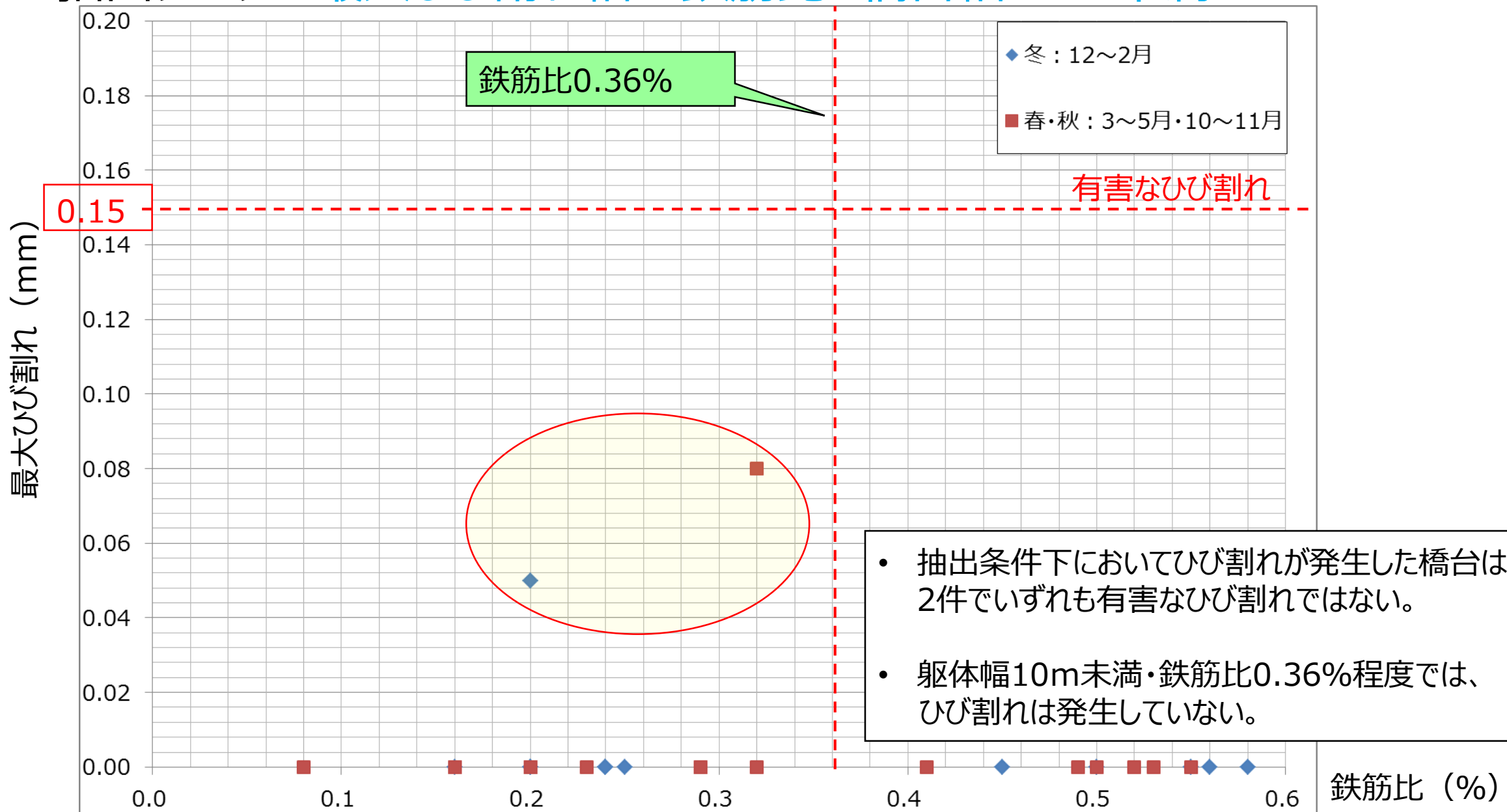


④ 胸壁におけるひび割れ抑制対策
抽出条件の整理

項目		施工する構造物	抽出条件
打設時期		1～2月	10月～5月
打継間隔		15日以内	すべて
構造	構造物	橋台	橋台
	部 位	胸壁	胸壁
寸法	リフト高	1.13m	すべて
	厚さ	0.50m	すべて
	幅	7.97m	10m未満
材料	補強鉄筋	—	—
	鉄筋比	0.36%	すべて

④ 胸壁におけるひび割れ抑制対策

抽出データ：最大ひび割れ幅—鉄筋比 橋台幅10m未満



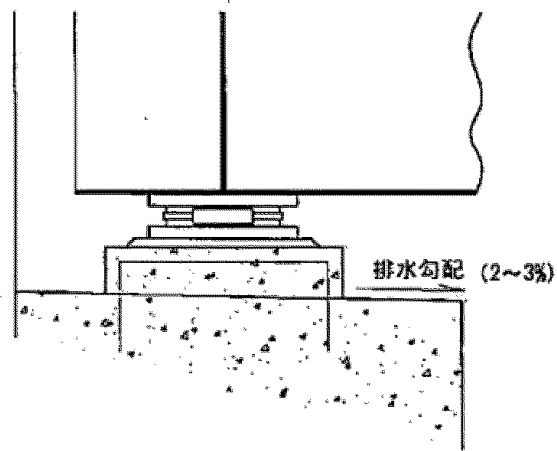
④ 胸壁におけるひび割れ抑制対策 ひび割れ抑制対策の検討結果

- <分析>
- 同規模の橋台胸壁におけるひび割れ事例は2件だが有害なひび割れの発生は無い。
 - 冬期施工の躯体幅10m未満かつ鉄筋比0.36%程度では、ひび割れが発生した事例が無い。

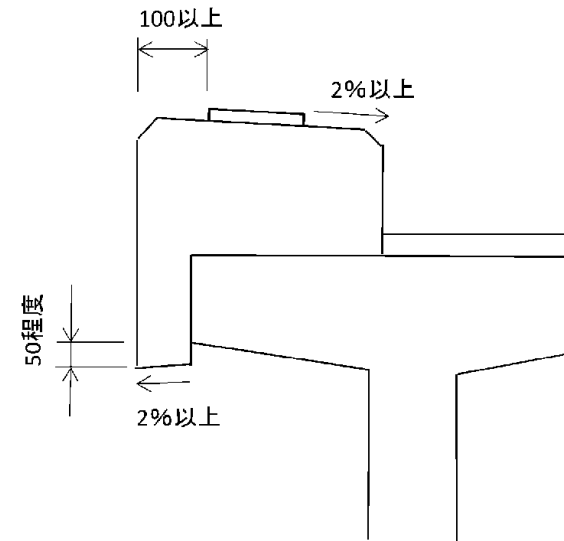
- <結果>
- 有害なひび割れの発生する確率が極めて少ないと考えられるため、材料によるひび割れ抑制対策は不要とする。
 - 施工の基本事項の遵守によるひび割れ抑制

6. 防水対策による品質確保

水の影響による劣化の発生や進行を防ぐため、防水対策を実施

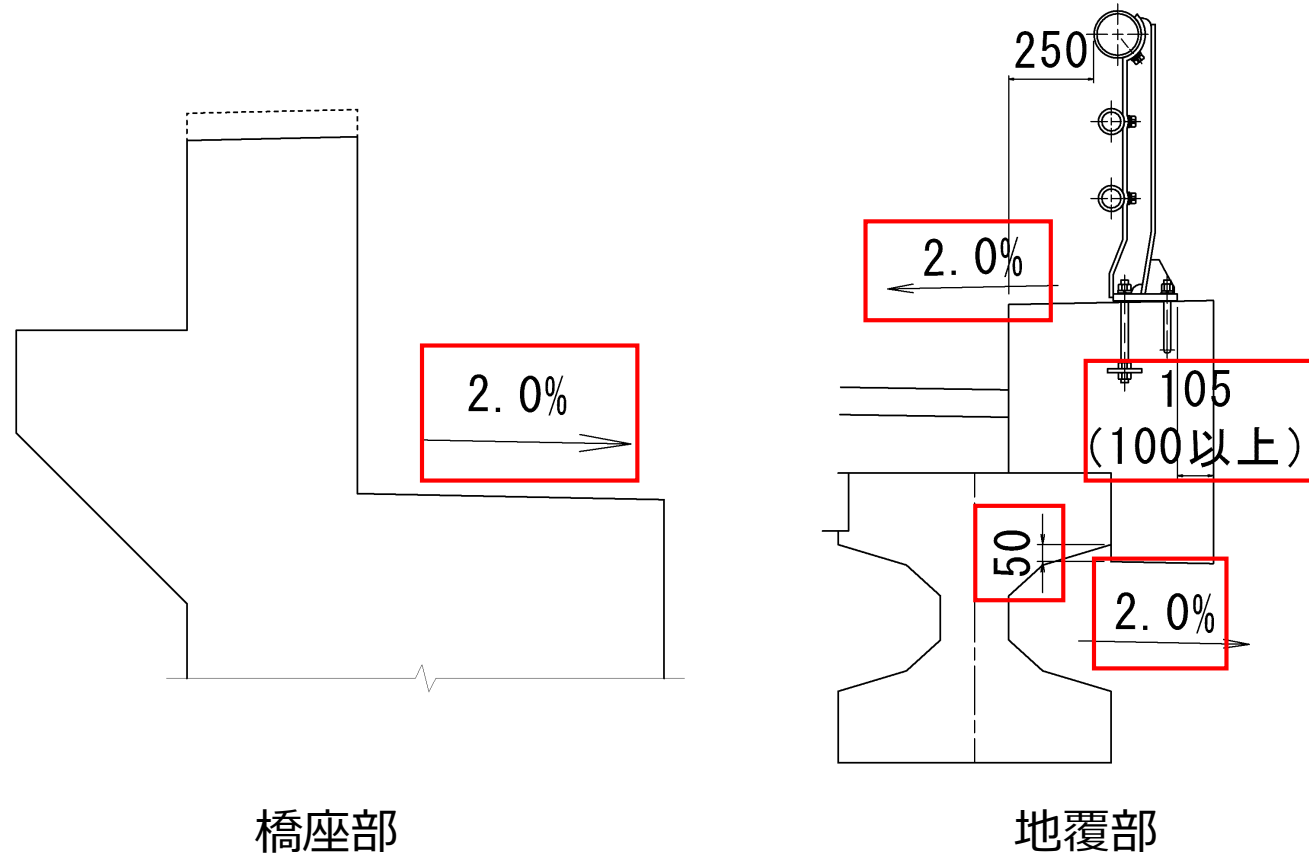


橋座面



地覆部

6. 防水対策による品質確保



- 橋座部・地覆部の排水勾配確保
- 防護柵支柱端部から地覆外面までの距離を確保
- 地覆端部の水切り確保

7. 鉄筋組立の精度確保

鉄筋組立精度確保の目的

- かぶり不足に伴う耐久性の低下と必要耐力低下の防止

【かぶり不足のコンクリート構造物で発生した鋼材腐食の例】

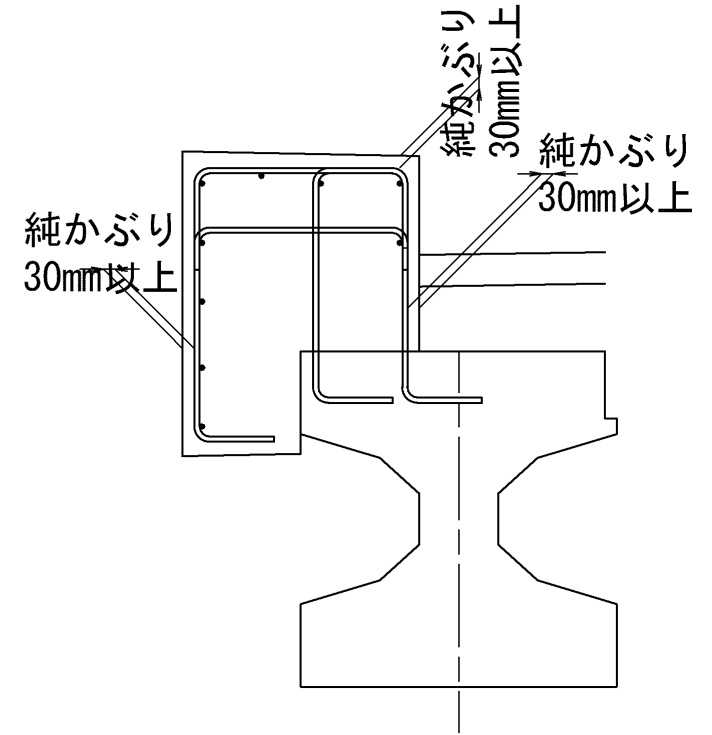
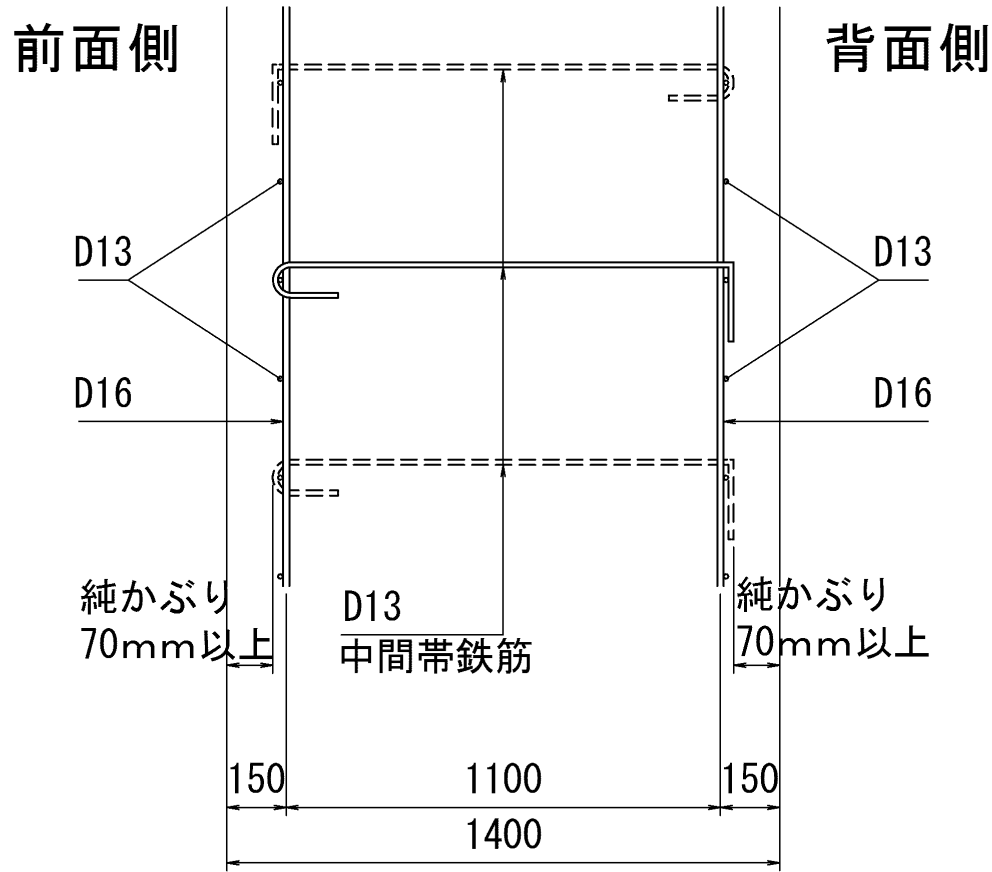
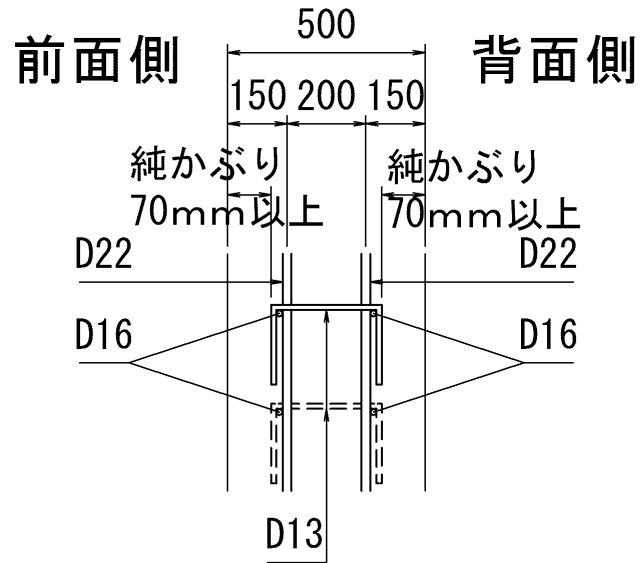


7. 鉄筋組立の精度確保

かぶり詳細図
(たて壁)

(胸壁)

(地 覆)



- 必要な鉄筋の純かぶりを図示することで設計段階における図面の作成ミスを防止
- 施工者に対する鉄筋必要かぶりの明確化

8. コンクリート施工記録シートの作成

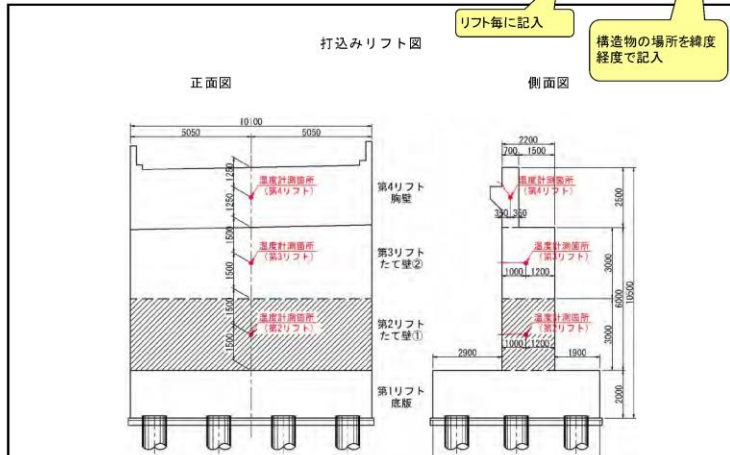
記録シート①

サンプル

○基本情報

発注者(事務所名)	山口土木建築事務所	受注者	〇〇建設(株)	
路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	~ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1	
施工場所	山口市〇〇	緯度	34度42分22秒	経度 136度55分42秒
構造物名	〇〇橋			
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト	

発注者より配布されたコンクリート施工記録シートに必要事項を記入し、設計成果品として提出



発注者(事務所名)	萩土木建築事務所	受注者		
路線・河川・地区等	一般県道 田万川須佐線	工期	~	
工事名		工区		
施工場所	萩市大字中小川地内	緯度	34度35分18秒	経度 131度40分17秒
構造物名	晩吹橋			
構造物詳細	A2橋台	リフト名	第2リフト	

○構造

構造物種類	橋台
構造形式	RC構造
打込み部位	たて壁

○寸法

厚さ	2.20 m
長さ(幅)	10.10 m
リフト高	3.00 m

○配筋

主鉄筋	前面	D29 @125
	背面	D29 @125
配力筋	前面	D19 @125
	背面	D19 @125
設計純かぶり	4cm以上	
鉄筋量(mm2)	7.449mm2	

補強鉄筋のタイプを選択

○ひび割れ抑制対策

補強鉄筋	タイプA	1段、2段等を記入
配筋状況(タイプA)	D19 @125	
タイプA段数	3段	
配筋状況(タイプB)		
誘発目地間隔	m	誘発目地を設置した場合は、その間隔を記入
断面欠損率(%)	%	
膨張材	kg/m ³	膨張材を使用した場合に記入
補強鉄筋量(mm2)	13.752 mm2	
その他の対策		
○鉄筋比		
鉄筋比(対策前)	0.11 %	
鉄筋比(実施)	0.30 %	

鉄筋径・ピッチを選択または記入

その他の対策の具体名を記入

○構造

構造物種類	橋台
構造形式	RC構造
打込み部位	たて壁

○寸法

厚さ	1.40 m
長さ(幅)	7.97 m
リフト高	1.80 m

○配筋

主鉄筋	前面	D16 @250
	背面	D16 @250
配力筋	前面	D13 @250
	背面	D13 @250
設計純かぶり	7cm以上	
鉄筋量(mm2)	3801	

○ひび割れ抑制対策

補強鉄筋	
配筋状況(タイプA)	
タイプA段数	段
配筋状況(タイプB)	
誘発目地間隔	m
断面欠損率(%)	%
膨張材	kg/m ³
補強鉄筋量(mm2)	
その他の対策	打継間隔15日以内

○鉄筋比

鉄筋比(対策前)	0.08 %
鉄筋比(実施)	0.08 %

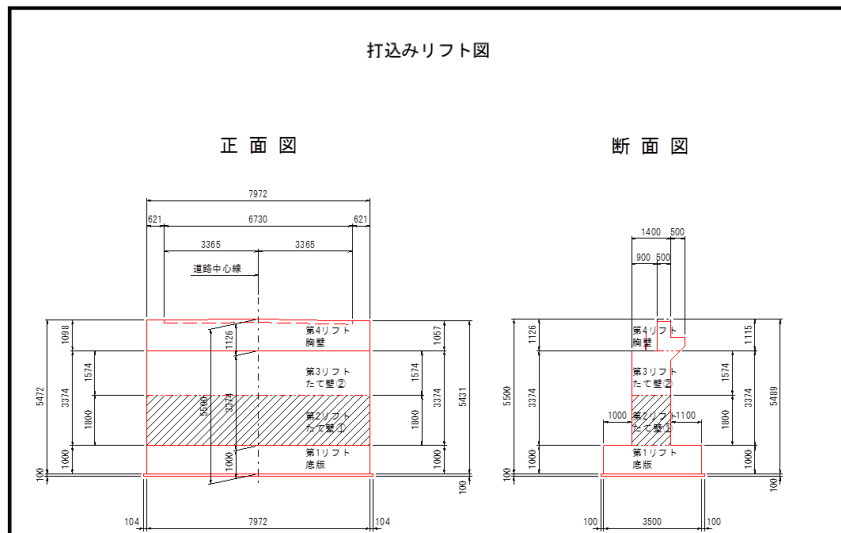
ガイド様式2-1 より

8. コンクリート施工記録シートの作成

リフト図

○基本情報

発注者(事務所名)	萩土木建築事務所	受注者	
路線・河川・地区等	一般県道 田万川須佐線	工期	～
工事名		工区	
施工場所	萩市大字中小川地内	緯度	34度35分18秒
		経度	131度40分17秒
構造物名	晩吹橋		
構造物詳細	A2橋台	リフト名	第2リフト



○構造

構造物種類	橋台
構造形式	RC構造
打込み部位	たて壁

○寸法

厚さ	1.40 m
長さ(幅)	7.97 m
リフト高	1.80 m

○配筋

主鉄筋	前面	D16 @250
	背面	D16 @250
配力筋	前面	D13 @250
	背面	D13 @250
設計純かぶり	7cm以上	
鉄筋量(mm2)	3801	

○ひび割れ抑制対策

補強鉄筋	
配筋状況(タイプA)	
タイプA段数	段
配筋状況(タイプB)	
誘発目地間隔	m
断面欠損率(%)	%
膨張材	kg/m ³
補強鉄筋量(mm2)	
その他の対策	打継間隔15日以内

○鉄筋比

鉄筋比(対策前)	0.08 %
鉄筋比(実施)	0.08 %

「施工記録シートは、設計から発注、施工の各段階に引き継がれるもの」 ガイドP16より

- 設計段階での検討事項を施工段階まで引き継ぐため検討内容や意図を図面等に表現
- 設計の前提条件や留意事項を「施工上の留意点」としてとりまとめる。



報告書に、施工記録シートに加え、ひび割れ抑制対策に用いた前提条件、留意事項及びその結果を「施工上の留意点」として添付

おわりに

検討の結果、「施工の基本事項を遵守」することで「材料によるひび割れ抑制対策」をすることなく、コンクリート構造物のひび割れ抑制、品質確保が可能であると判断した。

一方、対策の検討にあたり、「**施工時期に影響を与える施工計画**」・「**構造物の形状・配筋計画**」が、ひび割れ抑制、品質確保のために重要であると改めて認識した。

今後も、設計者として、コンクリート構造物の品質確保、耐久性向上のために、各段階の多くの関係者と「**協働**」していきたい。