

ひび割れ抑制のための参考資料（案）

（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）

平成29年 2月

国土交通省 東北地方整備局

目 次

1. 適用の範囲	-----	1
2. ひび割れ抑制の考え方	-----	3
2-1. ひび割れ抑制の目標	-----	3
2-2. ひび割れ抑制対策の考え方	-----	5
3. 橋脚、橋台のひび割れの照査と抑制対策	-----	9
3-1. ひび割れの照査	-----	9
3-2. 既往の実績に基づくひび割れの照査と抑制対策	-----	11
3-3. 温度応力解析を活用したひび割れ照査と抑制対策	-----	13
4. 施工記録の保存と活用	-----	16
巻末資料 1. 山口県のデータベースの説明と既往の実績に 基づくひび割れ照査と抑制対策例	-----	巻末資料 1-1
巻末資料 2. 温度応力解析を活用したひび割れ照査と 抑制対策の具体例	-----	巻末資料 2-1
巻末資料 3. 記録様式集, 記載例	-----	巻末資料 3-1
巻末資料 4. コンクリート内部温度と外気温の影響	-----	巻末資料 4-1

ひび割れ抑制のための参考資料（案） （橋脚、橋台、函渠、擁壁編）

1. 適用の範囲

（１）この参考資料は、東北地方整備局の「コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）」を用いた品質確保の試行工事に適用されるものである。

（２）この参考資料は、現場打ちコンクリート構造物を対象に、品質確保の一手段として、外部拘束による温度応力を主要因とするひび割れの幅を目標値未満にするための抑制対策を検討する場合に適用する。

【解説】

（１）について

「コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）」（平成 27 年 12 月、東北地方整備局。以下、「手引き」と呼ぶ）に基づいて施工される、現場打ちのコンクリート構造物（橋脚、橋台、函渠および RC 擁壁）は、均質で密実かつ一体性のあるコンクリートとなるよう施工されるため、施工に由来するひび割れが発生する可能性は小さいものとなるとともに、設計や解析で前提としている均質なコンクリートに近い状態となるので、本参考資料で検討するひび割れ抑制対策が有効に機能するようになる。

本参考資料は、「手引き」を用いた品質確保の試行工事に適用されるものである。ただし、本参考資料の内容は暫定的なものであり、試行工事でひび割れに関して得られる結果を蓄積したデータベースを分析し、改訂を適宜行っていく予定である。

なお、現場打ちのコンクリート構造物（橋脚、橋台、函渠および RC 擁壁）の品質確保のためには、配合計画等も重要な要素ではあるが、これらは今後、手引きの作成を検討するものとして、この参考資料の適用範囲外としている（表 1-①）。

表 1-① この参考資料の適用範囲

対象構造物： 現場打ちのコンクリート構造物（橋脚、橋台、函渠、RC 擁壁）	
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">ひび割れ抑制対策の検討</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">配合計画</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">運搬計画</div> </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">打込み・締固め計画</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">養生計画</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">打込み・締固め</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">脱 型</div> </div>	<p style="margin-left: 20px;">← この参考資料の適用範囲</p> <p style="margin-left: 20px;">ひび割れの照査やひび割れ抑制鉄筋および施工管理による対策の検討を実施</p> <p style="margin-left: 20px;">← この参考資料の適用範囲外</p> <p style="margin-left: 20px;">構造物の形状、配筋、打込みの季節、求められている性能等によって別途必要な検討を適切に実施</p> <p style="margin-left: 20px;">← 「手引き」の適用範囲</p> <p style="margin-left: 20px;">← 施工計画における検討</p> <p style="margin-left: 20px;">← 標準養生方法、追加養生方法の検討</p> <p style="margin-left: 20px;">← 施工状況把握チェックシートの活用</p> <p style="margin-left: 20px;">← 表層目視評価の活用</p> <p style="margin-left: 20px;">← 次の打込み時の改善事項の検討</p> <p style="margin-left: 20px;">← 必要に応じて追加養生の実施</p>

(2) について

東北地方では、コンクリート構造物は大変厳しい作用を受けており、凍結抑制剤による塩害、凍害、ASRおよびこれらの複合劣化が発生する可能性がある。復興道路・復興支援道路では短期間に大量の構造物を建設する予定であり、劣化対策を十分に講じなければ、想定よりも早く、同時期に多数の構造物の補修が必要になる事態が予測される。このため、劣化因子の侵入を抑制できる緻密な表層品質を達成するとともに、劣化に影響するひび割れの発生を抑制することが重要である。

本参考資料は、現場打ちコンクリート構造物を対象に、外部拘束による温度応力を主要因とするひび割れの抑制対策を検討する場合に適用するものである。竣工検査の時点のひび割れ幅の目標値を設定して、目標値未滿となるように対策を実施する。

目標値は、当面 0.2mm とする。これは、東北地方整備局の「土木工事施工管理基準及び規格値」(平成 25 年)において、対象となる構造物のひび割れ調査の規格値として 0.2mm が定められており、0.2mm 以上のひび割れが発生した場合は、本数・総延長・最大ひび割れ幅等のひび割れ発生状況の調査が必要となる。この状況も参考にして設定したものである。

将来的には、ひび割れが構造物の耐久性に及ぼす影響を環境条件等を勘案して検討し、ひび割れ幅の目標値を適切に決定していく必要がある。

この参考資料が外部拘束によるひび割れを対象としている理由は、ひび割れが部材を貫通するケースが多く、鋼材の腐食や漏水等の原因となり、部材の性能を低下させる懸念があるためである。

以下は外部拘束および内部拘束によるひび割れの発生原因についての説明である。

・外部拘束によるひび割れ

コンクリートは、水和反応による発熱による温度上昇後の温度降下による収縮や、水和反応に起因する自己収縮、乾燥収縮などが原因となり収縮する。この収縮ひずみが外部拘束体である既設のコンクリート部材や地盤などから拘束されると、部材内部には引張応力が発生する。これにより生じるひび割れを外部拘束によるひび割れと呼ぶ。

・内部拘束によるひび割れ

コンクリートは、硬化時に熱を発生するが、内部に熱がたまり表面部との温度差が生じると、表面に引張応力が発生する。このように、内部から表面への温度勾配や湿度勾配によって発生する引張応力により生じるひび割れを内部拘束によるひび割れと呼ぶ。

内部拘束によるひび割れは、内外温度差が大きくなるマッシュな橋脚、橋台に発生しやすく、温度が上昇する若材齢時に発生し、型枠を外す際に生じることが多い。また、この内部拘束によるひび割れは、その後の温度降下時に一度閉じてしまい、材齢 1~2 年程度に乾燥収縮によって再度ひび割れが現れる場合が多く、これが竣工検査と重なると問題視されることが少なくない。しかし、このひび割れは、ほとんどの場合、非貫通のひび割れであるため、品質上、問題となるものではない。

内部拘束によるひび割れは、この参考資料の適用範囲外としているが、ひび割れが構造物へ悪影響を及ぼす場合には、別途検討を行う必要がある。

2. ひび割れ抑制の考え方

2-1. ひび割れ抑制の目標

- (1) 橋脚、橋台には、目標値以上のひび割れを発生させないことを目指すこととする。
- (2) 函渠には、ひび割れ誘発目地以外に目標値以上のひび割れを発生させないことを目指すこととする。
- (3) RC 擁壁に対しては、伸縮目地を適切に配置した上で施工の基本事項の遵守を行うこととし、ひび割れ抑制の目標値は設定しないこととする。

【解説】

(1) について

現場打ちの橋台については、フーチングに拘束される橋台のたて壁や、たて壁に拘束される胸壁部に発生するひび割れが対象となる（図2-①）。

現場打ちの橋脚については、桁のかけ違い部等、漏水や雨水の影響を受けやすく、かつ中空橋脚のように貫通ひび割れが発生する懸念のある場合を対象とする（図2-②）が、中空の橋脚の場合は、構造上、ひび割れと直交する方向に鉄筋が比較的多く配置されるため、その鉄筋がひび割れ幅の抑制に寄与する機会が多い。したがって、ひび割れ抑制鉄筋の追加を検討する場合には、構造鉄筋を考慮して行うことが望ましく、むやみに鉄筋量を増やして過密配筋としてはならない。

また、断面の大きな中実橋脚（図2-③）の場合、内部拘束による温度応力を主要因とするひび割れが懸念される場合があるが、このようなひび割れは貫通ひび割れとはならないため、本参考資料の対象外である。

(2) について

函渠においては、底版に拘束されて側壁部に発生するひび割れ（頂版部に進展する場合もある）が対象となる（図2-④）。適切な構造を持つひび割れ誘発目地を適切に配置すれば、誘発目地以外には目標値以上のひび割れは発生しないことを目標にすることができる。誘発目地部に発生するひび割れの止水は適切に行う必要がある。

(3) について

RC 擁壁においては、底版に拘束される鉛直壁部（図2-⑤）に適切に伸縮目地を配置した上で、「手引き」に基づいて施工を行うことで十分である。それ以上のひび割れ抑制対策を講じる必要はなく、ひび割れ抑制の目標値も設定しなくてもよい。

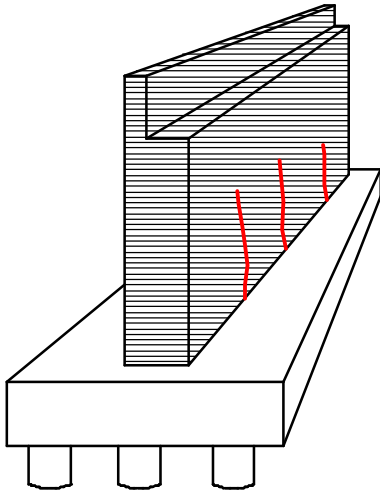


图 2-① 橋台

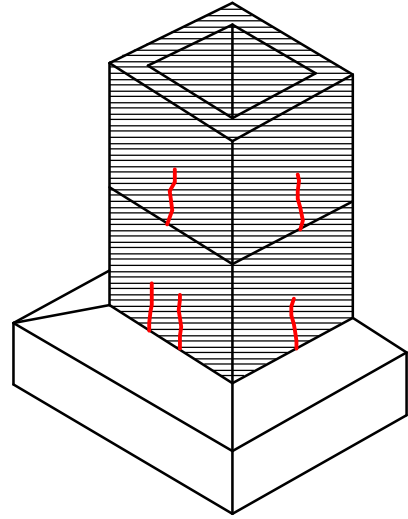


图 2-② 中空橋脚

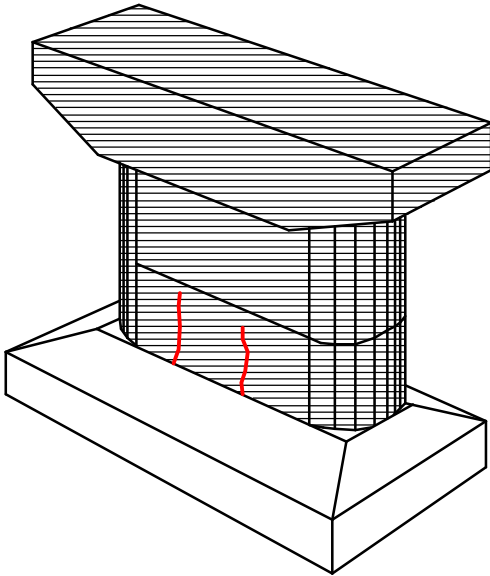


图 2-③ 中実橋脚

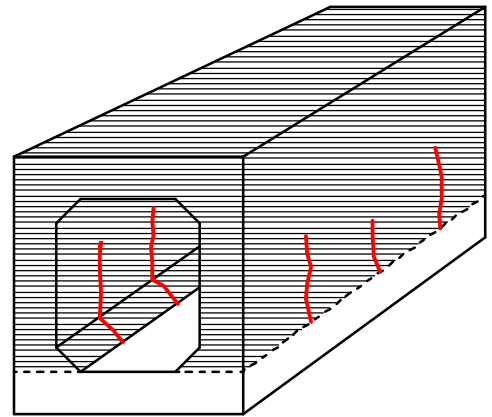


图 2-④ 函渠

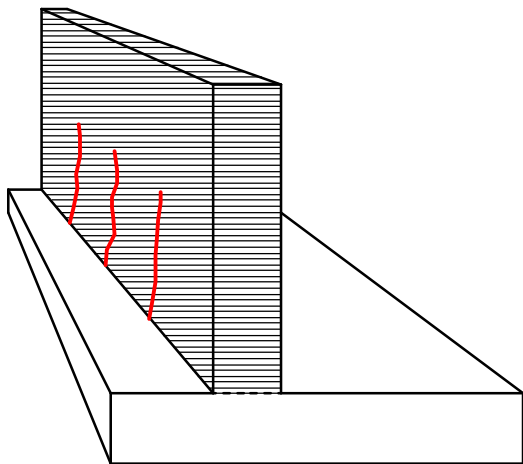


图 2-⑤ RC擁壁

2-2. ひび割れ抑制対策の考え方

- (1) ひび割れ抑制対策は、橋脚、橋台、函渠、擁壁のそれぞれに適した方法で実施するものとする。
- (2) 橋脚、橋台には、目標値以上のひび割れを発生させないように適切なひび割れ抑制対策を実施するものとする。
- (3) 函渠には、目標値以上のひび割れを発生させないように、適切にひび割れ誘発目地を配置するものとする。
- (4) RC 擁壁には、伸縮目地を適切に配置するものとし、それ以外のひび割れ抑制対策は実施しなくてよい。

【解説】

(1) について

ひび割れの発生やひび割れ幅を抑制する方法は様々なものがあるが、供用中の構造物の性能やコスト等を勘案して、それぞれの構造物に適したひび割れ抑制対策を講じる必要がある。

なお、先行リフトからの打継ぎ間隔を短くすることは、図2-⑥に示すように内部温度やヤング係数の変化から外部拘束力が小さくなり、ひび割れ抑制効果が期待できる。抑制対策の検討に当たり、これも考慮するとよい。

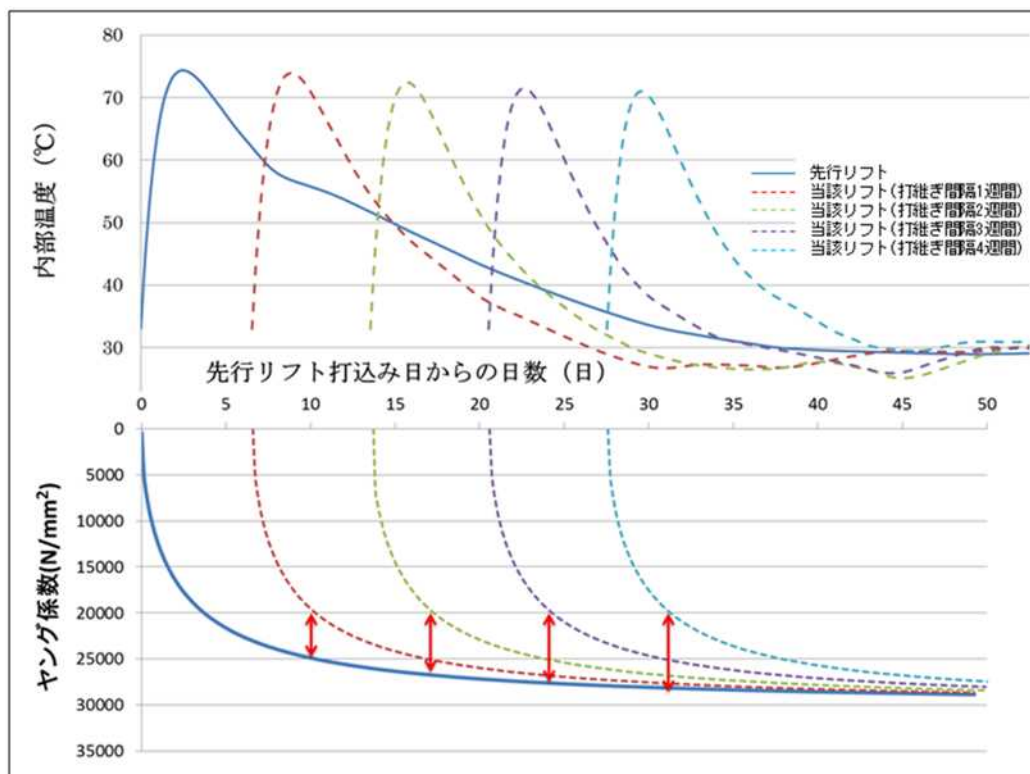


図2-⑥ コンクリートの打継ぎ後経過日数と内部温度、ヤング係数の変化
(コンクリート構造物品質確保ガイド 2016 山口県土木建築部 p50 より)

(2) について

橋脚、橋台に外部拘束により発生する貫通する恐れのあるひび割れは、目標値 0.2mm 未満に抑制することとした。「手引き」に基づいて施工され、施工由来のひび割れを抑制した場合でも、目標値を超えるひび割れが発生する可能性があり、外部拘束ひび割れを対象として抑制対策を検討する。

東北地方では、塩分（飛来塩分、凍結抑制剤に由来する塩分）を含む水が作用することにより、塩害、凍害、ASR およびこれらの複合劣化が発生する可能性があることから、東北地方のコンクリート構造物は大変厳しい作用を受けていると言える。橋台のたて壁・胸壁や、桁のかけ違い部の橋脚等、塩分を含む水掛かりの懸念される構造物においては、適切なひび割れ抑制対策を講じるとともに、高炉セメントを活用することなどにより、塩害および ASR への適切な配慮が必要である。

橋脚における外部拘束によるひび割れの抑制対策として、誘発目地は用いないこととする。また、中空の橋脚の場合は、構造上、ひび割れと直交する方向に鉄筋が比較的多く配置されるため、その鉄筋がひび割れ幅の抑制に寄与するケースが多い。ひび割れ抑制鉄筋の追加を検討する場合には、このような構造鉄筋を考慮して行うことが望ましく、むやみに鉄筋量を増やして過密配筋としてはならない。

橋台においては、ひび割れ抑制対策として誘発目地を選択しない場合、ひび割れ抑制鉄筋の追加によりひび割れを分散させて、目標値未満に抑制することを基本とする。たて壁等で部材厚が大きい場合には、誘発目地を用いることによりコストが増大したり（p.巻末資料 1-16 の巻末図一⑨参照）、コンクリート打込み中に誘発目地がずれることなどが懸念されるため、ひび割れ抑制鉄筋による対策が望ましい。

橋台の胸壁においては、ひび割れ抑制鉄筋の追加によるひび割れの分散に加えて、部材厚が薄くて鉄筋比が高い場合には膨張材の活用も有効である。

(3) について

函渠のひび割れ抑制対策については、これまでの実績や経済性、構造特性等の理由から、ひび割れ誘発目地により対応し、誘発目地以外に目標値以上のひび割れを発生させないこととする。

○誘発目地の仕様について

(a) 壁厚が 500mm 以上の場合、 $L/H \leq 0.9$ 以下の間隔で設置し、壁厚が 500mm 未満の場合には、4~5m 程度の間隔で設置する。なお、打込み後のコンクリートの最高温度からコンクリート温度が環境温度と同じになるまでの温度低下量を 35°C 以下となるように単位セメント量、コンクリート打設温度等の管理を行うのがよい。(図 2-⑦参照)

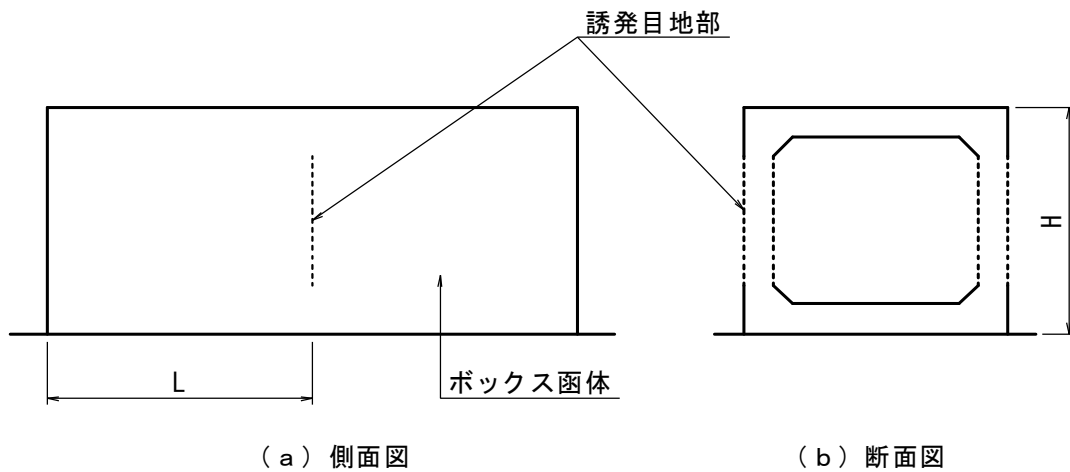
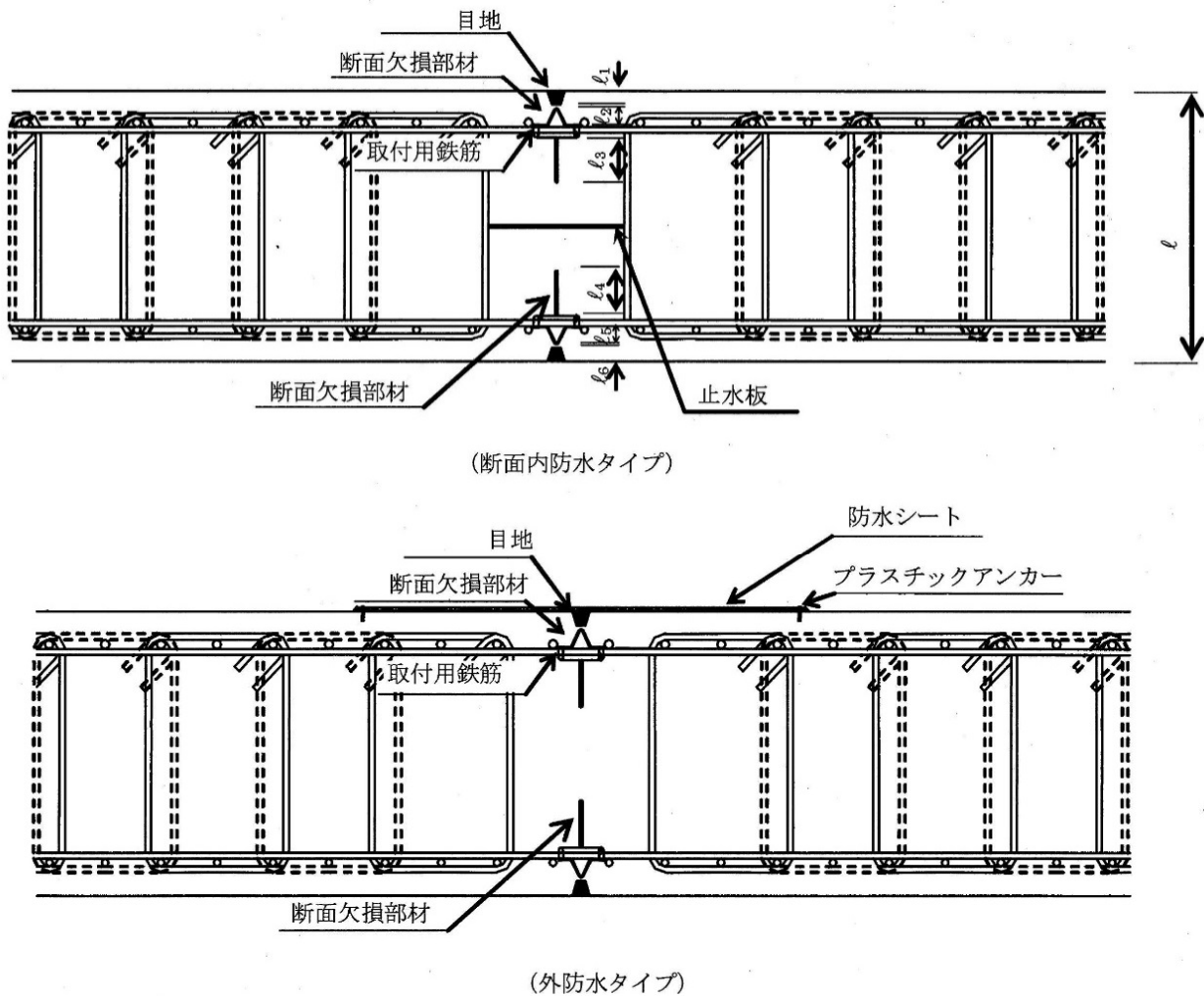


図 2-⑦ ひび割れ誘発目地概略図

(b) 誘発目地の断面欠損率を 50%程度以上とすることで、ひび割れを確実に誘発できる場合が多い。断面欠損率は、両表面の溝状欠損部の深さと断面内に埋設して付着を切った部分の壁厚方向の幅の合計を元の壁厚で除した値である(図2-⑧参照)。誘発目地部には止水板を設置しておく等の止水対策を施し、溝状欠損部にはシーリング材等を充填するのがよい。



$$\text{断面欠損率} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6}{l} \times 100(\%)$$

図2-⑧ ひび割れ誘発目地の詳細例

(4) について

RC 擁壁には、通常、伸縮目地が 10m 程度の間隔で設置される。RC 擁壁においては、伸縮目地以外のひび割れ抑制対策を講じる必要はなく、必要に応じて伸縮目地における止水を適切に行うこと。

3. 橋脚，橋台のひび割れの照査と抑制対策

3-1. ひび割れの照査

- (1) 橋脚，橋台のひび割れの照査は，既往の実績による評価を用いることを基本とする。
- (2) 既往の実績による評価が難しい場合は，温度応力解析により照査するものとする。

【解説】

(1) について

本参考資料では，施工前における橋脚，橋台のひび割れの照査は，既往の実績による評価を用いることを基本とした。ここでいう既往の実績とは，施工記録等に基づいて客観的な評価が期待できる信頼性の高いデータを意味する。発注者および施工者のいずれか，もしくは双方が収集した，過去の実績や最近の同様な構造物の実績等が想定される。

例えば連続高架橋の橋脚のように，同種の構造物が数多く施工される場合には，既往の施工実績から，施工段階で発生する初期ひび割れを予測することができる。

また，橋台のたて壁や胸壁については，既往の実績による評価を用いることが望ましいが，現状では東北地方整備局に施工記録のデータが十分に蓄積されている状況にはない。そのため，本参考資料では，既に十分なデータの蓄積がある，山口県の「コンクリート構造物品質確保ガイド2016」（以下，「山口県ガイド」と呼ぶ）のコンクリート施工記録のデータベースを照査に活用することを推奨する。ただし，東北の環境条件は山口県とは異なり，また骨材等の使用材料も各地で異なること等を念頭に置く必要がある。

(2) について

これから施工しようとする構造物が，（1）で述べた既往の施工実績やデータベースの範囲内に該当しない場合には，温度応力解析による照査を行うこととする。

この参考資料によるひび割れの照査と抑制対策のフローを下図に示す。

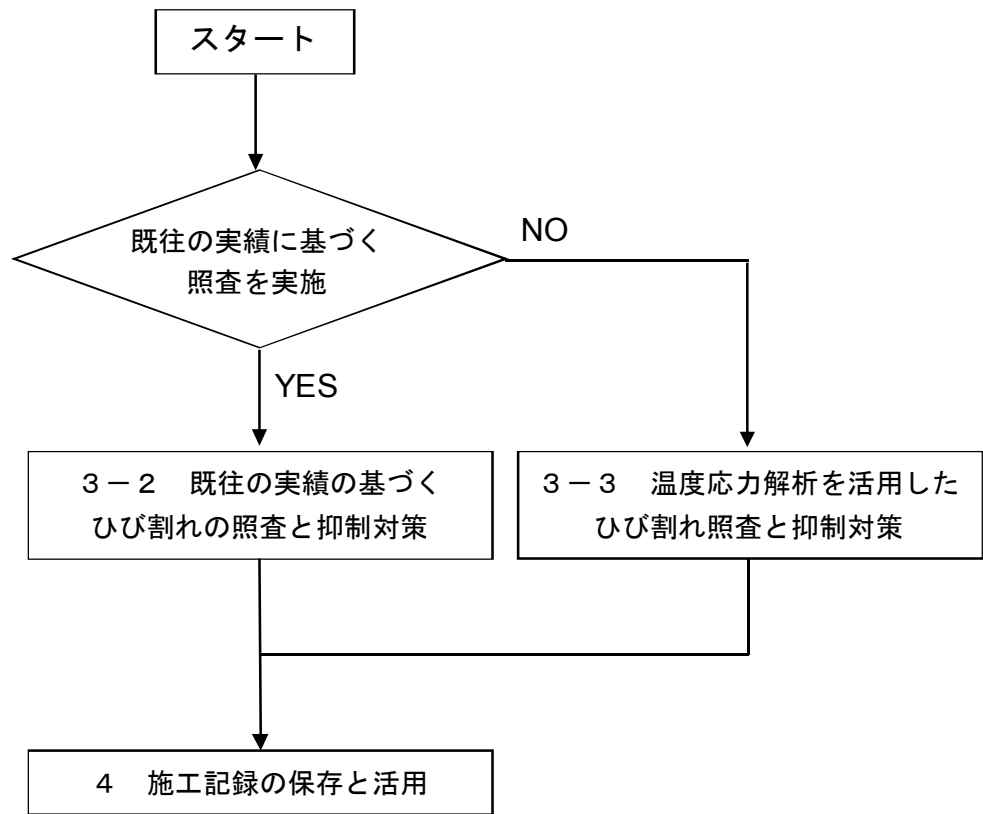


図3-① 橋脚，橋台のひび割れの照査と抑制対策のフロー

3-2. 既往の実績に基づくひび割れの照査と抑制対策

- (1) 既往の実績に基づくひび割れの照査においては、対象構造物について、十分信頼できる類似構造物の施工記録を用い、ひび割れ幅を予測する。
- (2) 照査の結果、ひび割れ幅が目標値以上になる場合は、既往の実績を活用して、適切なひび割れ抑制対策を行うものとする。

【解説】

(1) および (2) について

橋脚や橋台において、形状や施工条件が類似の構造物が数多く施工されている場合には、既往の実績から施工段階で発生するひび割れ幅を予測することができる。ひび割れ幅が目標値以上となる場合には、既往の実績におけるひび割れ抑制対策を参考にして、ひび割れ幅が目標値未満となるよう対策を講じる必要がある。また、工事において十分信頼できる施工記録を収集・蓄積するためには「手引き」等に従って施工の基本事項が遵守されていることが肝要となる。

このような既往の実績に基づくひび割れの照査と抑制対策を検討する代表例として山口県の方法が挙げられる。山口県では平成 17 年度に開始されたコンクリート構造物の試行工事以降、1,000 件を超える施工記録がデータベースとして構築・公開されている。そして、そのデータベースを活用することにより類似構造物の最大ひび割れ幅とリフト高さ、部材厚さ、部材長さ、鉄筋比、膨張材の使用、コンクリートの打込み時期、コンクリートの打継ぎ間隔等との関係を整理・分析することができる。もし、施工者の既往の実績および品質確保の試行工事において既往の実績として利用できる十分な施工記録がない場合は、本参考資料では、山口県のデータベースを活用し最大ひび割れ幅の照査と抑制対策の検討を行うことを推奨する。

以下に山口県のデータベース等の既往の実績を活用した場合のひび割れの照査と抑制対策の検討フローを説明する。

山口県では、設計段階からひび割れ抑制対策を検討することを基本としているが、本参考資料では、既に設計が完了し施工段階で、最大ひび割れ幅の照査と抑制対策を行うことを前提としている。既往の施工実績を活用した検討フローの例を図 3-②に示す。ひび割れの照査では、構造物の施工時期を踏まえ全データベースから対象構造物と類似の構造物を抽出し、予測されるひび割れ幅が目標値以上とならないことを確認する。照査の結果、ひび割れ幅が目標値以上となる場合は、ひび割れ抑制鉄筋の追加やコンクリートの打継ぎ間隔を短くするなどの対策を検討することとなる。抑制鉄筋の追加は、ひび割れの発生を防ぐものではないが、ひび割れを分散して発生させることにより、最大ひび割れ幅を目標値未満に抑える効果が期待でき、施工段階の品質確保のための対策として有効な手段の一つである。しかし鉄筋比の増加は、コンクリートの打込みや締固めの作業にも影響することから、施工性も考慮して鉄筋の配置等を検討しなければならない。なお、山口県の施工記録データベースを用いる場合、同じ季節であってもコンクリートの打込み時期の外気温が東北地方とは大きく異なることに注意しなければならない。特に東北地方の冬季施工においては、ひび割れ抑制の観点から若材齢時にコンクリートが急激な温度変化や乾燥を受けないよう、脱型時期や養生の方法を検討する必要がある。

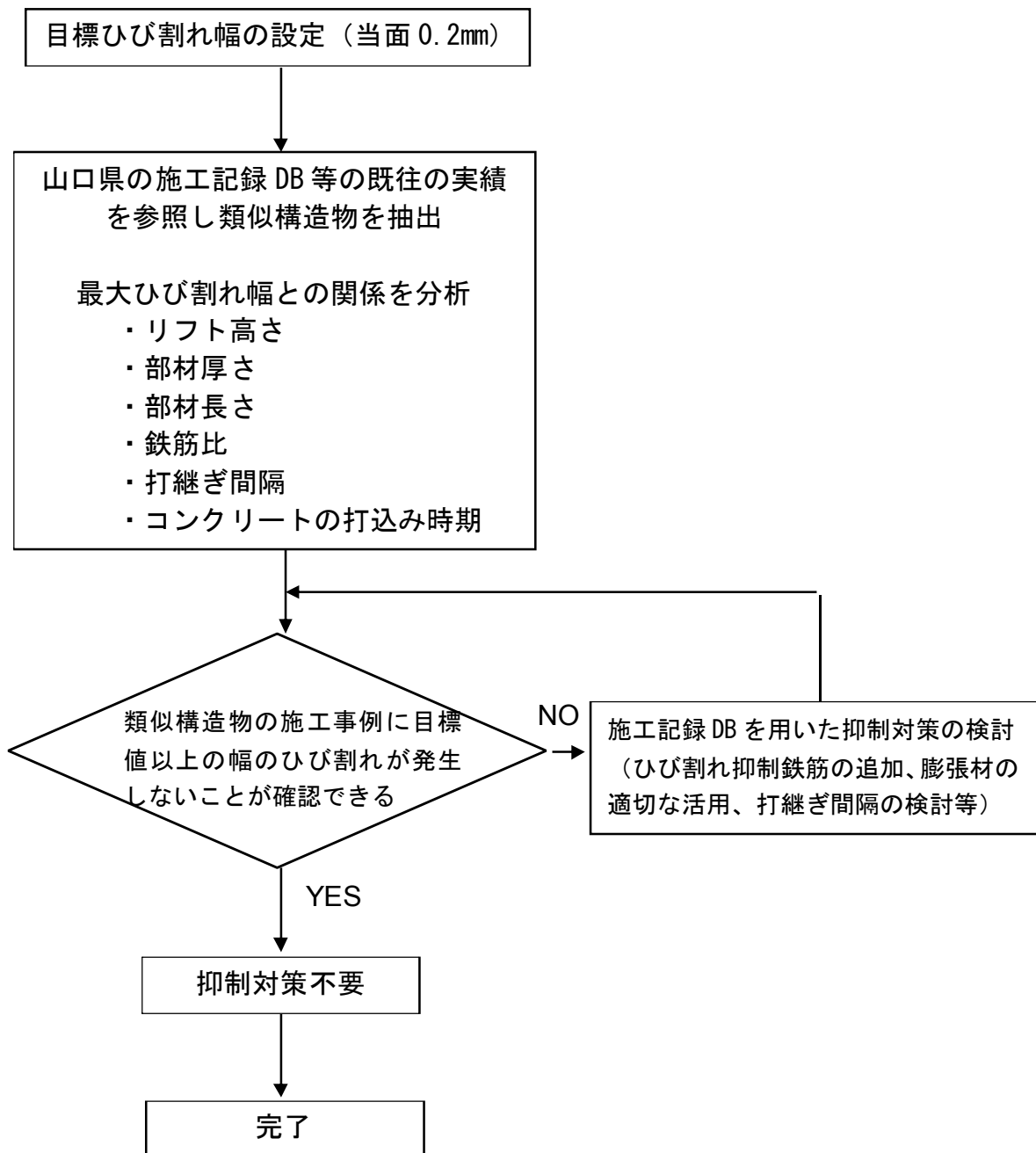


図3-② 山口県のデータベース等を活用した検討フローの例

山口県のデータベースについての説明や、データベースを活用した照査・抑制対策の検討の事例を、巻末資料1に示す。

3-3. 温度応力解析を活用したひび割れ照査と抑制対策

- (1) 温度応力解析は、実際の施工時期や温度条件、コンクリートの発熱特性等を反映して適切に実施するものとする。
- (2) ひび割れの発生の有無の判断は、ひび割れ指数を用いて行う。ひび割れの発生は許容するが、ひび割れ幅が過大とならならないように、当面 1.0 以上のひび割れ指数を確保することを目標とする。ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合には 1.4 以上を確保することが望ましい。
- (3) 照査の結果、ひび割れ幅が目標値を超えることが懸念される場合には、適切なひび割れ抑制対策を実施するものとする。

【解説】

(1) について

この参考資料では、品質確保の一手段としてひび割れの抑制対策に取り組んでおり、東北地方整備局の「土木工事施工管理基準及び規格値」（平成 25 年）において対象となる構造物のひび割れ調査の規格値として定められた 0.2mm を当面の目標値として、0.2mm 未滿となるようにひび割れ抑制対策を行うこととしている。

既往の実績に基づく照査と抑制対策の検討が困難である場合には、温度応力解析に基づいた照査とひび割れ抑制対策の検討を行うことになる。ひび割れの照査については既往の実績による評価を用いることを基本としたので、温度応力解析により照査を行う事例は少ないと思われるが、温度応力解析を用いる場合には、解析の前提条件となる実際の施工条件を適切に反映しないと、解析結果と実際のひび割れの状況が大きく異なる場合があることに留意する必要がある。このため、温度応力解析を行う際には、実際の施工時期を踏まえて、外気温やコンクリートの打込み温度、コンクリートの発熱速度等を適切に設定する必要がある。

(2) について

ひび割れの照査において、ひび割れの発生の有無は、ひび割れ指数を用いて判断する。ひび割れ指数は、ある時点のコンクリートの引張強度をその時点での引張応力で除したものである。理論的には、引張応力がコンクリートの引張強度より小さければひび割れは発生しない。しかし、実構造物においては、コンクリートの品質のばらつきや、解析で想定している条件と実際の相違等が考えられるため、計算上のひび割れ指数が 1.0 を上回る場合でも、ひび割れが発生する可能性がある。日本コンクリート工学協会「マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016」には、図 3-③のひび割れ発生確率曲線が示されている。

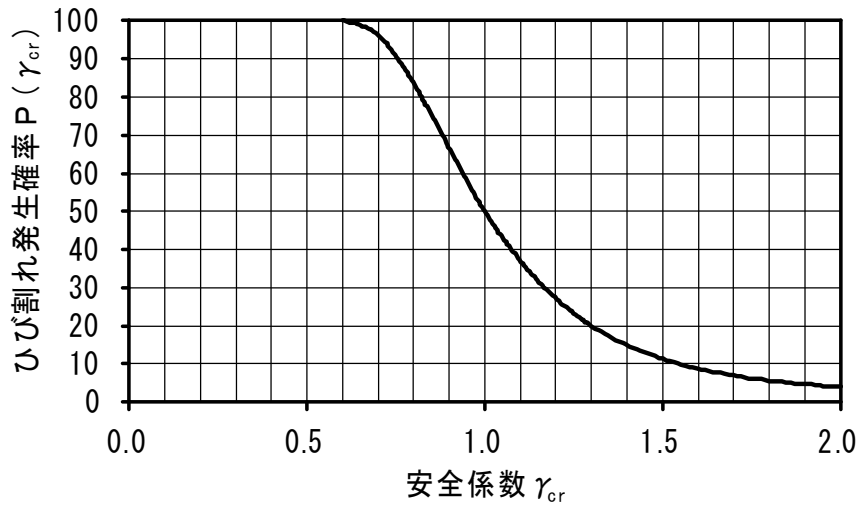


図 3-③ ひび割れ発生確率曲線

ひび割れ発生の有無の確認は、次式を用いて行う。

$$I_{cr}(t) \geq \gamma_{cr}$$

ここで、 $I_{cr}(t)$: ひび割れ指数 $I_{cr}(t) = f_i(t) / \sigma_i(t)$

$f_i(t)$: 材齢 t 日におけるコンクリート引張強度

$\sigma_i(t)$: 材齢 t 日におけるコンクリート最大引張応力度

γ_{cr} : ひび割れ発生確率に関する安全係数

コンクリート標準示方書では表 3-①に示すひび割れ発生確率と安全係数が示されている。

表 3-① ひび割れ指数の評価

コンクリートの温度ひび割れ評価	ひび割れ発生確率	安全係数 γ_{cr}
ひび割れを防止したい場合	5(%)	1.85 以上
ひび割れ発生を出来るだけ制限したい場合	15(%)	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	50(%)	1.00 以上

品質確保の一手段としてひび割れの抑制を図る際に、ひび割れ幅を 0.2mm 未満とするためにひび割れ指数をどのように設定するかについては、実績も少なく、この資料で明確に設定することは難しい状況である。

このため、将来的に見直すことを前提に、当面の間、実務の円滑化の観点から、品質確保の一手段としてひび割れ抑制を検討する場合には、1.0 以上のひび割れ指数を目標とすることとした。ただし、品質確保の観点以外に構造物の置かれている環境条件等を勘案して、ひび割れの発生をなるべく抑制したい場合等には、ひび割れ指数を例えば 1.4 以上とすることを目指すことが望ましい。

(3) について

ひび割れ指数が 1.0 を下回った場合には、ひび割れが発生してひび割れ幅が目標値を超える懸念があるため、ひび割れ抑制対策を実施するものとした。ひび割れ指数が 1.0 以上となるような対策、もしくはひび割れの発生は許容してひび割れ幅が 0.2mm を下回るような対策を施す必要がある。

温度応力解析を用いた照査とひび割れ抑制対策の事例を、巻末資料 2 に示す。

4. 施工記録の保存と活用

- (1) 将来、構造物の設計・施工等の条件とひび割れの関係等の分析を行うために、必要なデータを工事の完成書類の一部として記録・保存するものとする。
- (2) 既往の実績に基づくひび割れの照査と抑制対策を行った場合は、その施工記録を有効に活用するためにデータベースに登録するものとする。

【解説】

(1) について

将来、構造物の設計・施工等の条件とひび割れの発生、ひび割れ幅や構造物の劣化状況等を分析することにより、本参考資料で示したひび割れ抑制の考え方や手法も改善されていくことが期待される。このような分析を可能とするため、必要なデータを記録・保存する必要がある。

必要なデータとは、「手引き」の「4. 記録と保存」に記載されているデータ（手引き一様式⑦～⑩、⑪、⑬、⑭）の他に、「ひび割れ調査票（その2）（記録様式①）」、「ひび割れ照査の検討資料」、「ひび割れの対策資料」も追加で作成し、保存するものとする（表4-①）。

また、ひび割れに関する記録様式（手引き一様式⑦～⑩、⑪、⑬、⑭、記録様式①）（案）を巻末資料3に示す。

コンクリートの温度計測記録における留意点として、外気温による影響がある。そこで影響の程度についての参考事例として巻末資料4に示す。

表4-① 保存するデータ一覧表

No	名称	内容	備考
1	リフト図	リフト図・部材の情報（寸法、配筋等） ・ひび割れ抑制対策	手引き 様式⑦
2	コンクリート打込み管理表	コンクリートの材料情報・施工時の情報 （運搬、打込み、養生等）	手引き 様式⑧
3	コンクリート打込み管理表	温度計測記録（その1）	手引き 様式⑨
4	コンクリート打込み管理表	温度計測記録（その2）	手引き 様式⑩
5	ひび割れ調査票（その1）	ひび割れの有無、ひび割れの位置	手引き様式 ⑪、⑬、⑭
6	ひび割れ調査票（その2）	発生したひび割れの情報、補修の情報	記録 様式①
7	ひび割れ照査の検討資料	実績あるいは温度応力解析に基づくひび 割れの照査の検討資料	様式自由
8	ひび割れの対策資料	ひび割れ抑制鉄筋の追加配筋図またはパイ プクーリングなどの設備および運転方 法の資料	様式自由

(2) について

実績によるひび割れの照査を橋台、橋脚で行った場合には、将来、東北の実績に基づくひび割れの照査と抑制対策が可能となるように照査結果とひび割れの調査結果等の施工記録をデータベースに登録するものとする。現在データベースの構築を準備中であり、登録開始時期は別途通知する。

巻末資料 1

山口県のデータベースの説明と既往の実績に基づくひび割れ照査と抑制対策例

1. 山口県のデータベース

I) 山口県のデータベースとは

コンクリート施工記録を統一した様式で作成し、データを蓄積することにより、コンクリートの品質確保のための有効な検証資料として活用することを目的としている。

山口県の取り組むコンクリート構造物の品質確保の中核をなすもので、工事の基本情報、構造諸元、ひび割れ抑制対策、コンクリート材料、施工時の諸条件、打込み後のコンクリートの温度履歴、養生条件、発生したひび割れの情報など、コンクリート構造物施工時の情報をリフトごとに記録したものである。

II) 山口県のデータベース検索方法

コンクリート施工記録は山口県がホームページで公開しており、コンクリート構造物の品質確保に取り組む関係者全員が情報を共有することができ、関係者間でひび割れ抑制対策やコンクリート構造物の品質確保について検討する際の共有の参考資料として活用することができる。

最新のコンクリート施工記録検索システムは山口県の以下のホームページからダウンロードできる。

<http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/index/>

The screenshot shows the Yamaguchi Prefecture website's 'Technical Management' page. At the top, there is a navigation bar with the Yamaguchi Prefecture logo and various utility links like '本文へ', '携帯サイト', and 'Other Languages'. Below this is a search bar and a menu with categories like 'トップページへ', 'くらし・環境', '医療・福祉', '教育文化スポーツ', 'しごと・産業', '魅力・観光', and '県政情報'. The main content area is titled '技術管理課' and contains a grid of blue buttons. A red box highlights the button labeled 'コンクリートのひび割れ抑制対策' (Concrete Cracking Prevention Measures). Other buttons include '技能労働者への適切な賃金水準の確保', '公共工事における地産地消', '山口県優良工事表彰', '共通仕様書 施工管理基準', '積算基準等', 'CALS/EC', '様式集', '単品スライド 条項の運用', and 'その他の技術基準'.

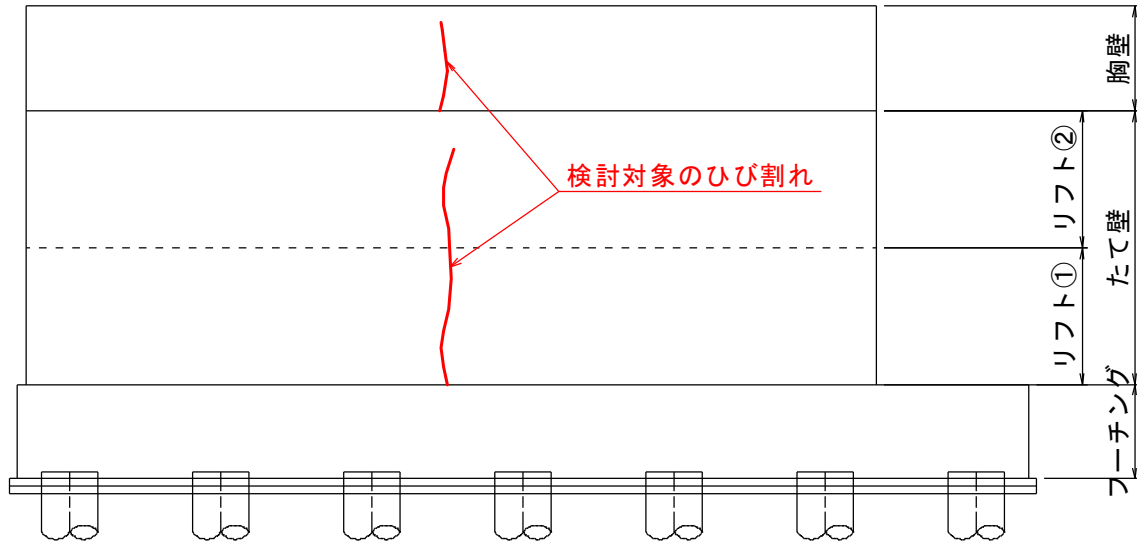
技能労働者への適切な賃金水準の確保	コンクリートのひび割れ抑制対策	公共工事における地産地消	山口県優良工事表彰
共通仕様書 施工管理基準	積算基準等	CALS/EC	様式集
単品スライド 条項の運用	その他の技術基準		

2. 山口県のデータベース活用による検討例

【検討対象構造物：A高架橋 A2橋台】

I) 検討の対象となるひび割れ

検討の対象となるひび割れは、フーチングや先行リフトの拘束によってたて壁及び胸壁に生じる恐れのある温度応力ひび割れとする。



巻末図－① 検討の対象となるひび割れ

II) 構造物の各項目抽出

設計図や施工計画から、検討に必要な項目を部位毎に抽出する。
 なお、鉄筋比は、検討対象としているひび割れに平行な断面を対象に計算する。

巻末表－① 構造物必要項目一覧表

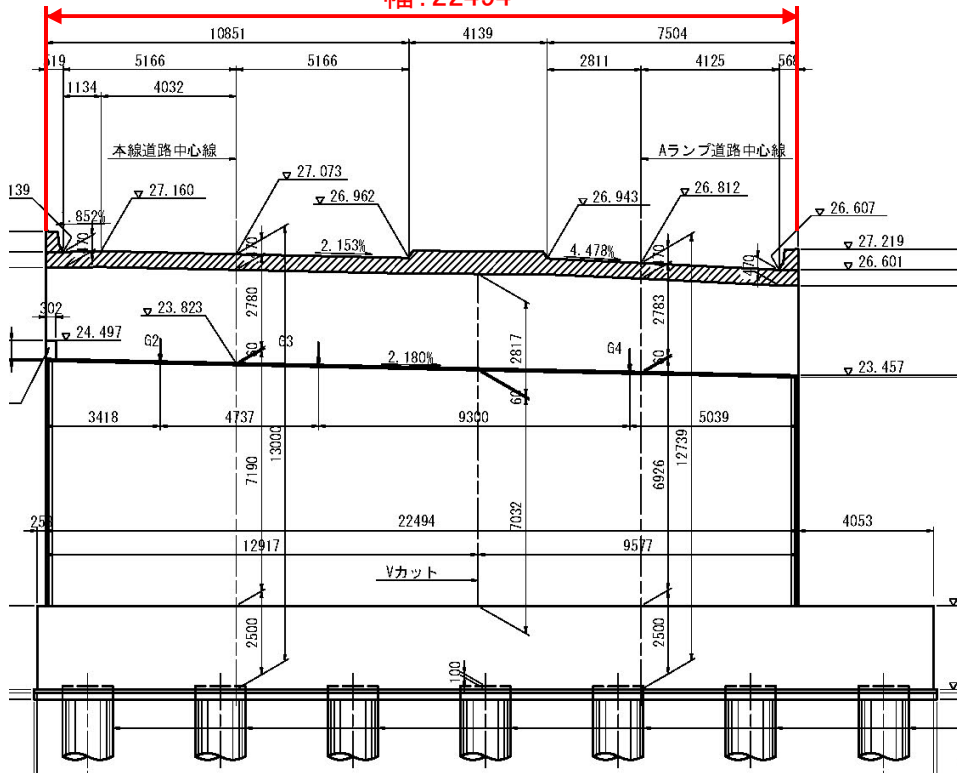
【①検討部位：たて壁】

【①検討部位：胸壁】

【①検討部位：たて壁】			【①検討部位：胸壁】		
		施工（設計）する構造物			施工（設計）する構造物
②打込み時期		11月～1月	②打込み時期		11月～1月
構造	③種類	橋台	構造	③種類	橋台
	④部位	たて壁		④部位	胸壁
寸法	⑤全高	7.23m	寸法	⑤全高	2.775m
	⑥リフト高	1：3.6m、2：3.63m		⑥リフト高	2.775m
	⑦厚さ	2.7m		⑦厚さ	0.7m
	⑧幅	22.494m		⑧幅	22.494m
材料	補強材料		材料	補強材料	
	⑨鉄筋比	0.10%		⑨鉄筋比	0.13%

A 2 橋台正面図

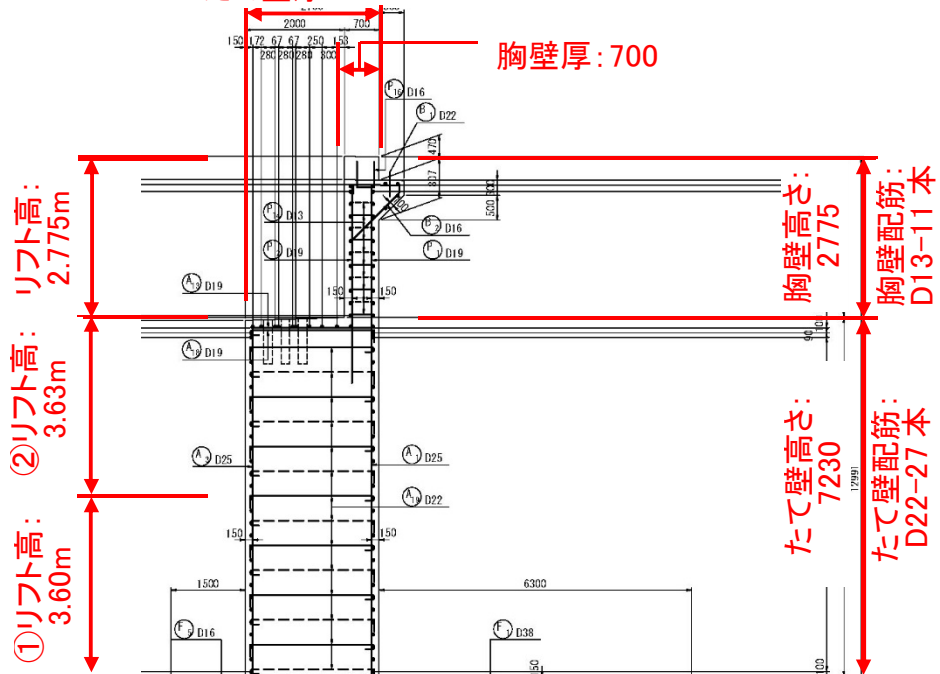
幅: 22494



A 2 橋台側面図

たて壁厚: 2700

胸壁厚: 700



◆原設計の鉄筋比

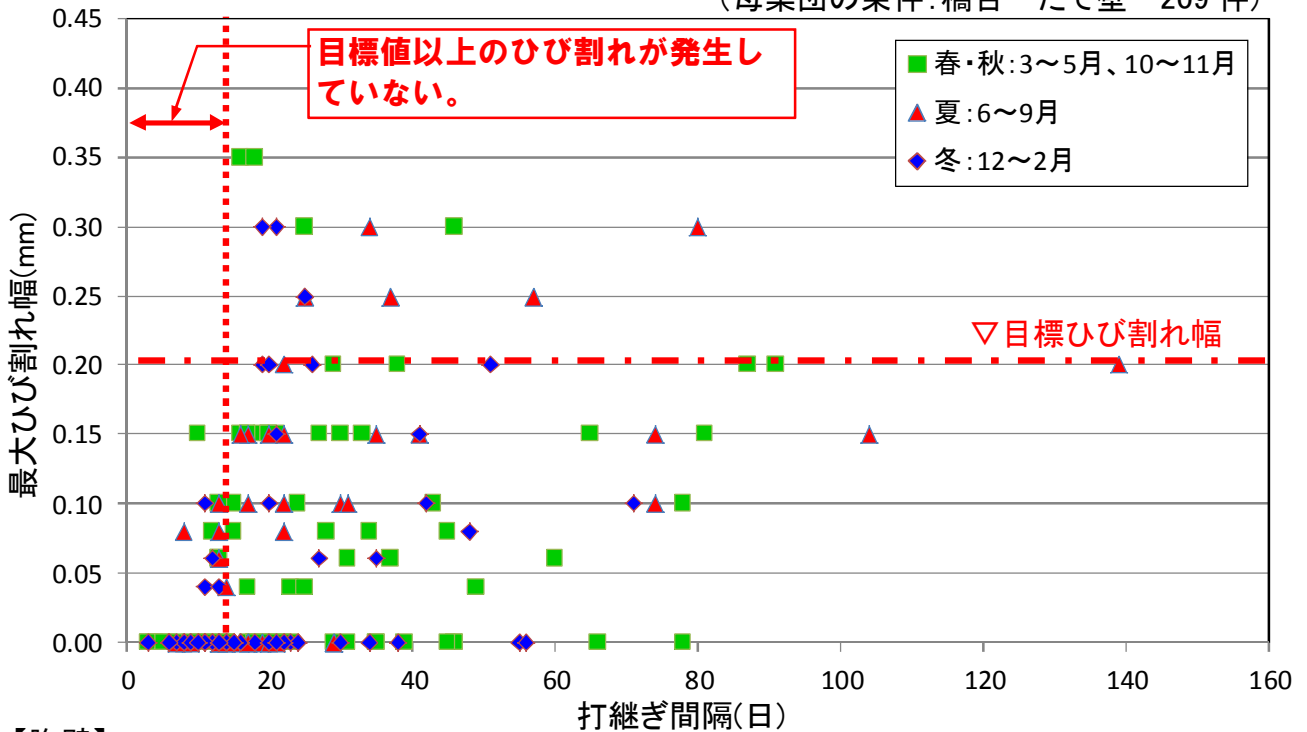
たて壁 0.10%
胸壁 0.13%

巻末図-② A 2 橋台設計図

抽出したデータベースによると、打継ぎ間隔が短い方が、最大ひび割れ幅が小さくなる傾向が確認できた。このことから打継ぎ間隔が短い方が外部拘束によるひび割れが発生しにくいことが想定できる。（下図参照。）

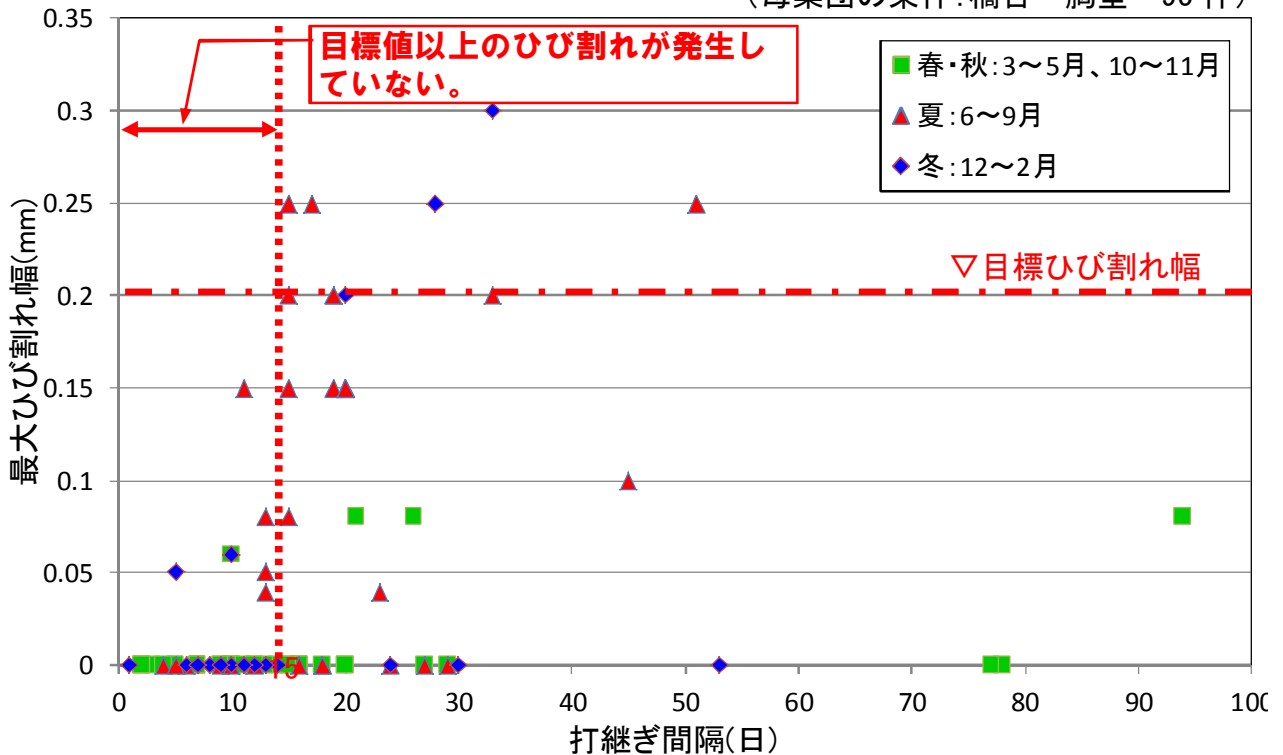
【たて壁】

(母集団の条件:橋台-たて壁-209件)



【胸壁】

(母集団の条件:橋台-胸壁-95件)



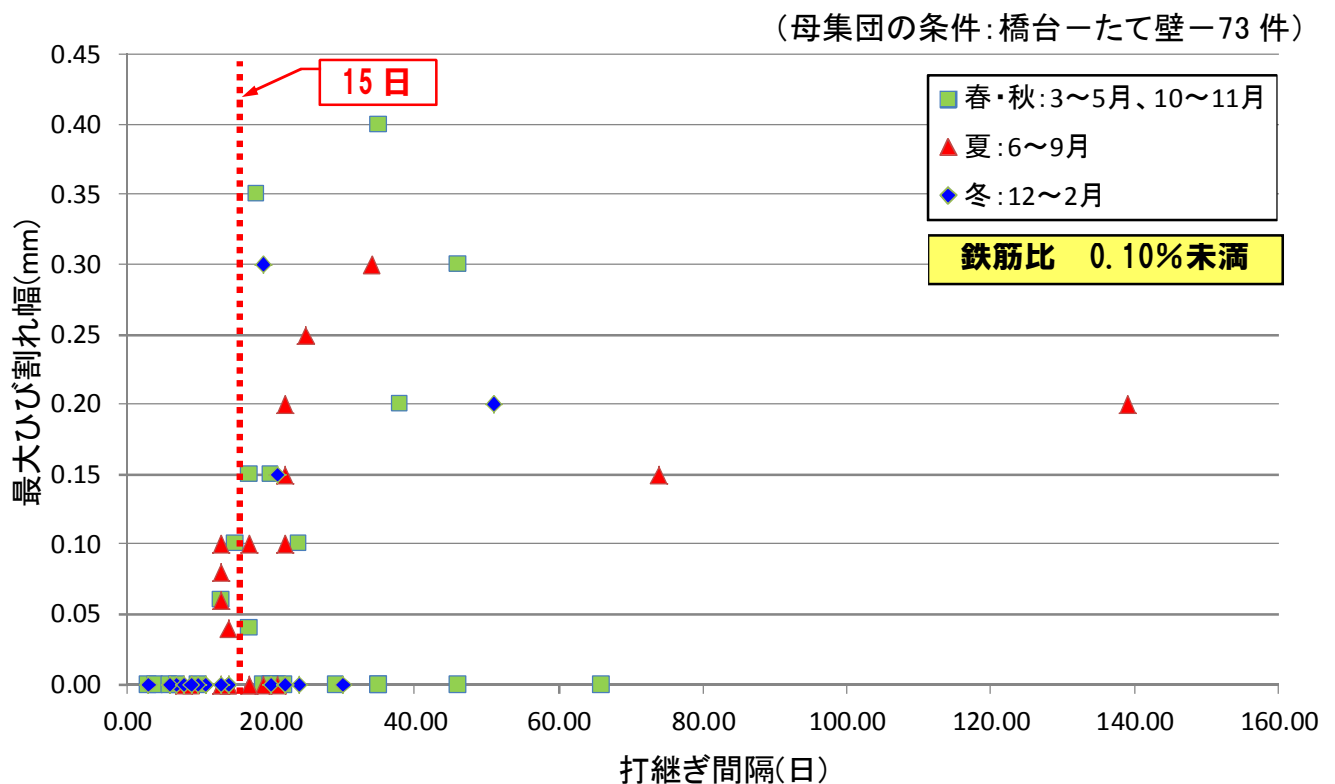
巻末図-③ 打継ぎ間隔と最大ひび割れ幅

次に、前頁に示したデータベースにおいて、鉄筋比の影響を取り除くため、類似の鉄筋比に絞り込み、再度打継ぎ間隔を確認する。

抽出したデータベースによると、類似の鉄筋比の条件においても打継ぎ間隔が短い方が目標値以上のひび割れが発生していない。特に打継ぎ間隔 15 日以内において発生していないことが分かる。（下図参照。）

したがって、打継ぎ間隔は、工程に無理が無く、また安全性が確保できる範囲で、出来るだけ短いことが望ましいと言える。この事例では、今までの施工実績から「15 日」を目安として計画した。

尚、胸壁については類似の鉄筋比に絞り込んだ場合、データ数が 2 件のみ抽出されるため、確認を実施しないものとした。



巻末図-④ 打継ぎ間隔と最大ひび割れ幅 (類似鉄筋比)

IV) 類似構造物データの抽出

コンクリート施工記録データベースから同様の形状の構造物の施工事例を基に目標値以上のひび割れが発生しないか判定するために、類似構造物データを抽出する。

巻末表－④ データ抽出条件一覧表

【①検討部位：たて壁】

		施工（設計） する構造物	抽出条件
②打込み時期		11月～1月	－
⑩打継ぎ間隔		15日以下	20日
構造	③種類	橋台	橋台
	④部位	たて壁	たて壁
寸法	⑤全高	7.23m	－
	⑥リフト高	1：3.6m、2：3.63m	全て
	⑦厚さ	2.7m	1.0m ≤ t
	⑧幅	22.494m	全て
材料	補強材料		
	⑨鉄筋比	0.118%	全て

108件のデータを抽出

【①検討部位：胸壁】

		施工（設計） する構造物	抽出条件
②打込み時期		11月～1月	－
⑩打継ぎ間隔		15日以下	20日
構造	③種類	橋台	橋台
	④部位	胸壁	胸壁
寸法	⑤全高	2.775m	－
	⑥リフト高	2.775m	全て
	⑦厚さ	0.7m	全て
	⑧幅	22.494m	全て
材料	補強材料		
	⑨鉄筋比	0.157%	全て

75件のデータを抽出

※類似構造物データの抽出方法を次頁に記載する。

※類似構造物データの抽出方法（1 / 2）

巻末表一⑤「構造一構造物」から「橋台」を選択

A	B	C	H	I	J	K	L	M
コンクリート打設管理記録検索システム								
事務所	箇所	構造物	部位	リフト高 (m)	厚さ (m)	幅 (長さ) (m)	誘発 目地間隔 (m)	セメント 種類
1	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	橋台	RC	橋台	RC	たて壁②	高炉B種
2	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	9月	9月	3.5	1.6	9.5
3	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	9月	9月	3.3	1.6	9.5
4	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	10月	10月	0.9	0.6	9.5
5	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	9月	9月	3.4	1.6	9.5
6	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	10月	10月	2.9	1.6	9.5
7	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	10月	10月	0.9	0.6	9.5
8	周南土木建築事務所	夜市川固防高瀬川築湖止壁	擁壁	RC	擁壁	RC	たて壁①	高炉B種
		夜市川固防高瀬川築湖止壁	擁壁	RC	擁壁	RC	たて壁②	高炉B種

(すべて選択)
 BOX
 インガカル橋台
 橋脚(巻立)
 上部
 その他
 橋脚
 橋台
 擁壁
 (すべて選択)

巻末表一⑥「構造一部位」から「たて壁」又は「胸壁」を選択

A	B	C	D	H	I	J	K	L	M		
コンクリート打設管理記録検索システム											
事務所	箇所	構造物名	構造物	部位	リフト高 (m)	厚さ (m)	幅 (長さ) (m)	誘発 目地間隔 (m)	セメント 種類		
2	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	RC	橋台	RC	たて壁③	3.3	1.6	9.5	高炉B種
5	周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	RC	橋台	RC	たて壁②	2.9	1.6	9.5	高炉B種
35	山口土木建築事務所	四十八瀬川橋	A1橋台	RC	橋台	RC	たて壁②	1.0	2.1	10.1	高炉B種
46	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A2橋台	RC	橋台	RC	たて壁②	2.1	1.7	25.0	高炉B種
50	山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	RC	橋台	RC	たて壁②	3.5	2.0	11.5	高炉B種
52	山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	RC	橋台	RC	たて壁④	1.7	2.0	11.5	高炉B種
84	美祿土木事務所	金田ため池橋	本線A2橋台	RC	橋台	RC	たて壁①	5.0	2.0	12.5	普通
70	美祿土木事務所	金田ため池橋	CランプA2橋台	RC	橋台	RC	たて壁①	4.0	2.0	8.2	高炉B種
82	柳井土木建築事務所	2号橋	A1橋台	RC	橋台	RC	たて壁②	1.8	1.5	5.2	高炉B種

(すべて選択)
 たて壁
 たて壁①
 たて壁②
 たて壁③
 たて壁④
 底版②
 胸壁①
 胸壁②

※類似構造物データの抽出方法 (2 / 2)

巻末表一⑦「寸法一厚さ」から「1.0m以上」を選択

事務所	箇所	構造物名	構造物	打設時期	種類	幅 (長さ) (m)	誘発目地間隔 (m)	セメント種類
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	RC	9月	橋台	3.3	1.8	高炉B種
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	RC	10月	橋台	2.8	1.8	高炉B種
山口土木建築事務所	四十八瀬川橋	A1橋台	RC	3月	橋台	1.0	2.1	高炉B種
山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A2橋台	RC	12月	橋台	2.1	1.7	高炉B種
山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	RC	3月	橋台	3.5	2.0	高炉B種
山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	RC	4月	橋台	1.7	2.0	高炉B種
美祇土木事務所	金田ため池橋	本線A2橋台	RC	2月	橋台	5.0	2.0	普通
美祇土木事務所	金田ため池橋	CランプA2橋台	RC	2月	橋台	4.0	2.0	高炉B種
柳井土木建築事務所	2号橋	A1橋台	RC	3月	橋台	1.8	1.5	高炉B種
柳井土木建築事務所	2号橋	A2橋台	RC	3月	橋台	1.8	1.5	高炉B種

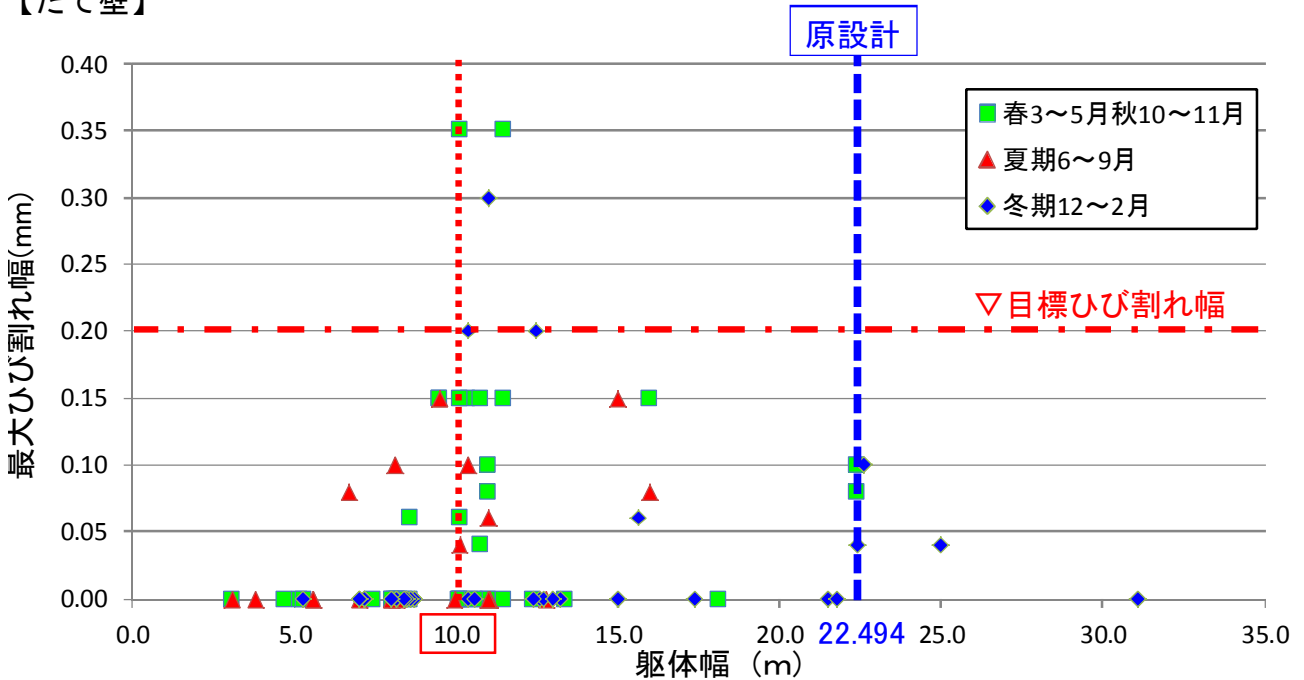
巻末表一⑧「打継ぎ間隔」から「20日以下」を選択

事務所	箇所	構造物名	構造物	打設時期	種類	幅 (長さ) (m)	誘発目地間隔 (m)	セメント種類
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A1橋台	RC	9月	橋台	80.7	0.15	H18-A-001-04
周南土木建築事務所	高瀬第4橋	A2橋台	RC	10月	橋台	62.0	0.15	H18-A-002-04
山口土木建築事務所	四十八瀬川橋	A1橋台	RC	3月	橋台	50.3	0.00	
山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A2橋台	RC	12月	橋台	48.5	0.04	
山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	RC	3月	橋台	46.5	0.35	
山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	RC	4月	橋台	60.3	0.00	
美祇土木事務所	金田ため池橋	本線A2橋台	RC	2月	橋台	58.0	0.20	
美祇土木事務所	金田ため池橋	CランプA2橋台	RC	2月	橋台	51.7	0.00	
柳井土木建築事務所	2号橋	A1橋台	RC	3月	橋台	40.4	0.00	

この操作により、データが抽出される。
【たて壁】 : 108件
【胸壁】 : 75件

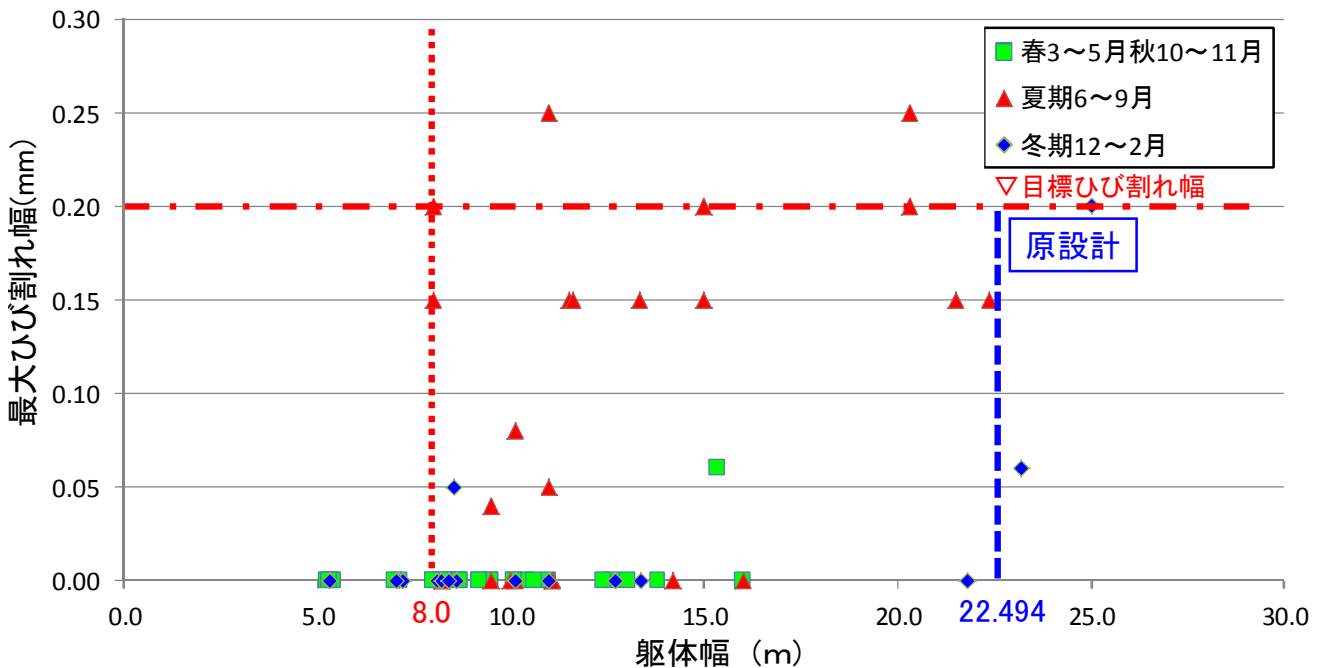
V) 類似構造物を踏まえた分析・考察とひび割れ抑制対策の検討

【たて壁】



躯体幅が概ね 10m を超えると、打込み時期を問わず、目標値以上のひび割れが発生している。
⇒打継ぎ間隔，材料による対策を検討する。

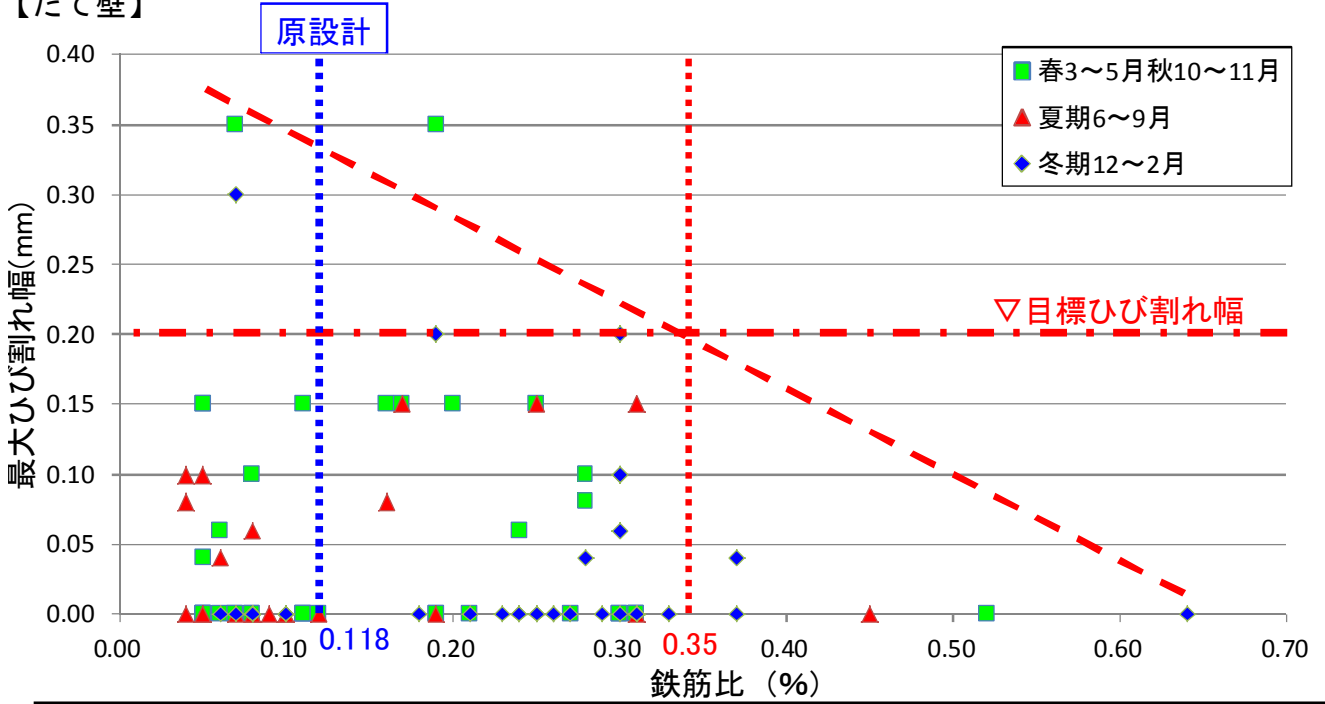
【胸壁】



躯体幅が概ね 8 m を超えると、打込み時期を問わず、目標値以上のひび割れが発生している。
⇒打継ぎ間隔，材料による対策を検討する。

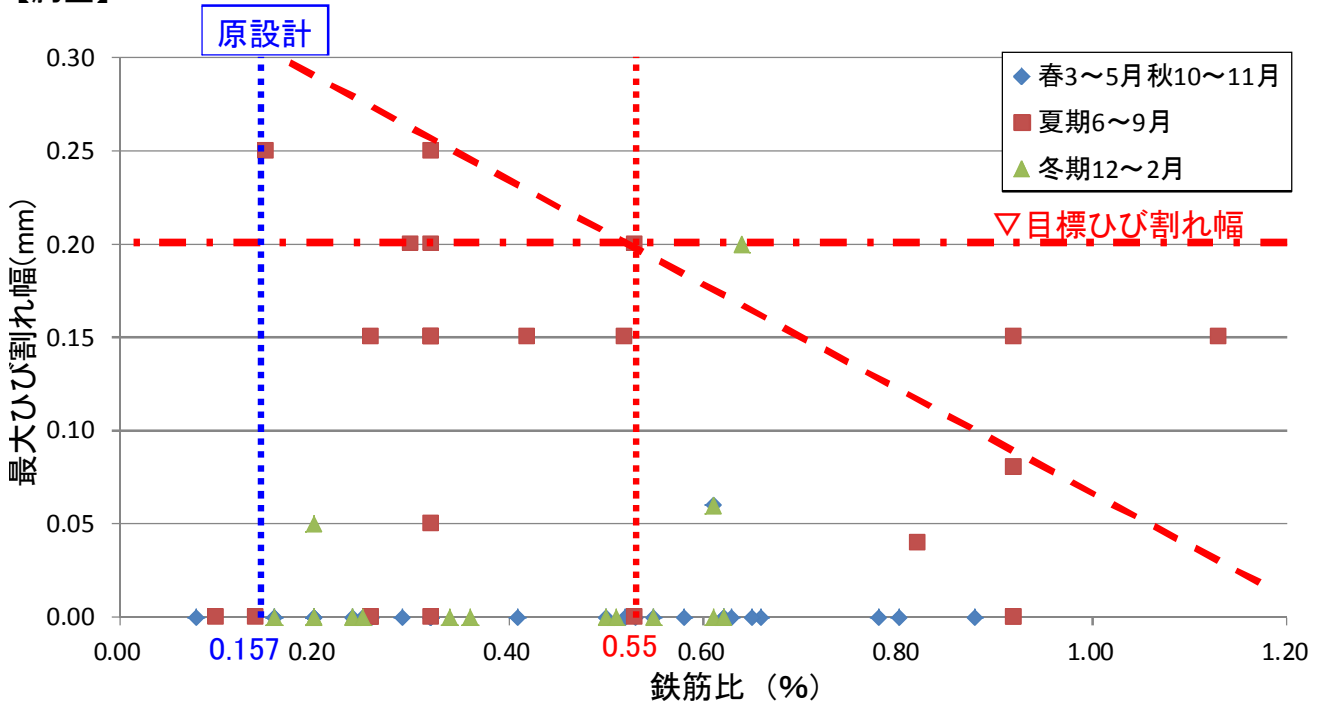
巻末図－⑤ 躯体幅と最大ひび割れ幅

【たて壁】



- ・「鉄筋比・最大ひび割れ幅グラフ」から、打込み時期を問わず、鉄筋比が小さいと目標値以上のひび割れが発生していることがわかる。
- ・原設計の鉄筋比 0.118%では目標値以上のひび割れが発生する恐れがあり、補強鉄筋により鉄筋比 0.35%以上を確保する必要がある。

【胸壁】



- ・「鉄筋比・最大ひび割れ幅グラフ」から、打込み時期を問わず、鉄筋比が小さいと目標値以上のひび割れが発生していることがわかる。
- ・原設計の鉄筋比 0.157%では目標値以上のひび割れが発生する恐れがあり、補強鉄筋により鉄筋比 0.55%以上を確保する必要がある。

巻末図－⑥ 鉄筋比と最大ひび割れ幅

VI) ひび割れ抑制対策

類似構造物を踏まえた分析結果から、たて壁及び胸壁においては原設計の躯体幅、鉄筋比では目標値以上のひび割れが発生することが想定される。

そこで、目標鉄筋比から必要となる鉄筋量を算出し、ひび割れ抑制対策を講じるものとする。

○鉄筋比の算出

a) たて壁① (H=3.60m、W=2.70m、D22=387.1mm²、配力筋 2 本(前,背)、15 段)

・原設計

$$\text{鉄筋比} : \rho = \frac{387.1 \times 2 \times 15}{3,600 \times 2,700} \times 100 = 0.119\% < 0.35\%$$

・抑制鉄筋追加後 (タイプ A : 42 本、タイプ B : 28 本、D22)

$$\text{鉄筋比} : \rho = \frac{387.1 \times 2 \times 15 + 387.1 \times (42 + 28)}{3,600 \times 2,700} \times 100 = 0.398\% > 0.35\% \cdots \cdots \text{OK}$$

b) たて壁② (H=3.63m、W=2.70m、D22=387.1mm²、配力筋 2 本(前,背)、14 段)

・原設計

$$\text{鉄筋比} : \rho = \frac{387.1 \times 2 \times 15}{3,630 \times 2,700} \times 100 = 0.118\% < 0.35\%$$

・抑制鉄筋追加後 (タイプ A : 48 本、タイプ B : 26 本、D22)

$$\text{鉄筋比} : \rho = \frac{387.1 \times 2 \times 15 + 387.1 \times (48 + 26)}{3,630 \times 2,700} \times 100 = 0.411\% > 0.35\% \cdots \cdots \text{OK}$$

c) 胸壁 (H=2.775m、W=0.70m、D13=126.7mm²、配力筋 2 本(前,背)、12 段)

・原設計

$$\text{鉄筋比} : \rho = \frac{126.7 \times 2 \times 12}{2775 \times 700} \times 100 = 0.157\% < 0.55\%$$

・抑制鉄筋追加後 (タイプ A : 20 本-D19、タイプ B : 20 本-D13)

$$\text{鉄筋比} : \rho = \frac{126.7 \times 2 \times 12 + 126.7 \times 20 + 286.5 \times 20}{2775 \times 700} \times 100 = 0.582\% > 0.55\% \cdots \cdots \text{OK}$$

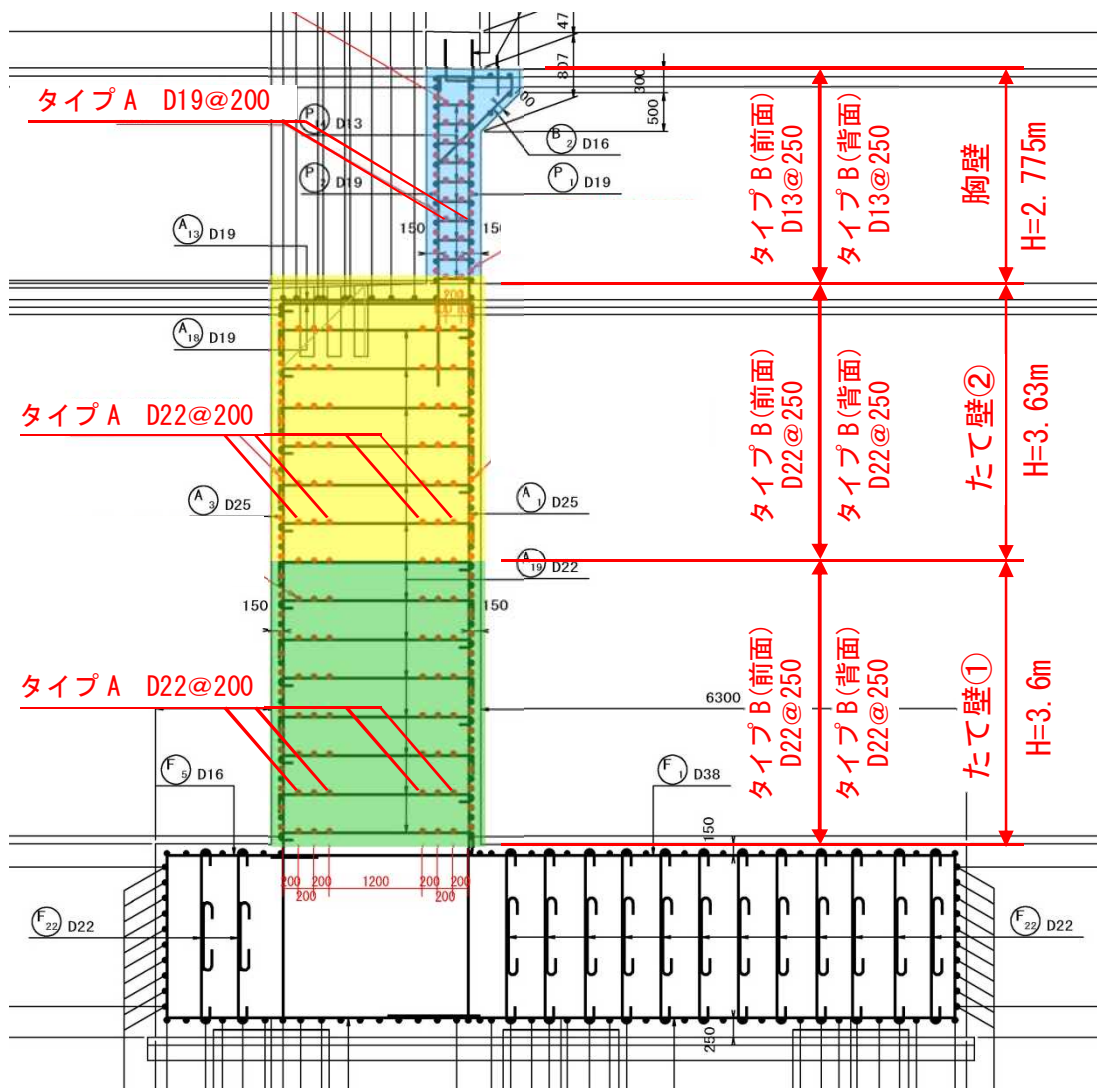
《ひび割れ抑制対策》

①たて壁

- ・抑制鉄筋Aタイプ
中間帯鉄筋に、D22 を@200 で配置する。
- ・抑制鉄筋Bタイプ
配力筋相当径の鉄筋を、配力筋の間に D22 を@250 で追加配置する。

②胸壁

- ・抑制鉄筋Aタイプ
中間帯鉄筋に、D19 を@200 で配置する。
- ・抑制鉄筋Bタイプ
配力筋相当径の鉄筋を、配力筋の間に D13 を@250 で追加配置する。



巻末図一⑦ A2橋台 ひび割れ抑制鉄筋配置図

○抑制鉄筋配置状況



巻末写真-① A高架橋 A 2橋台 抑制鉄筋配置状況

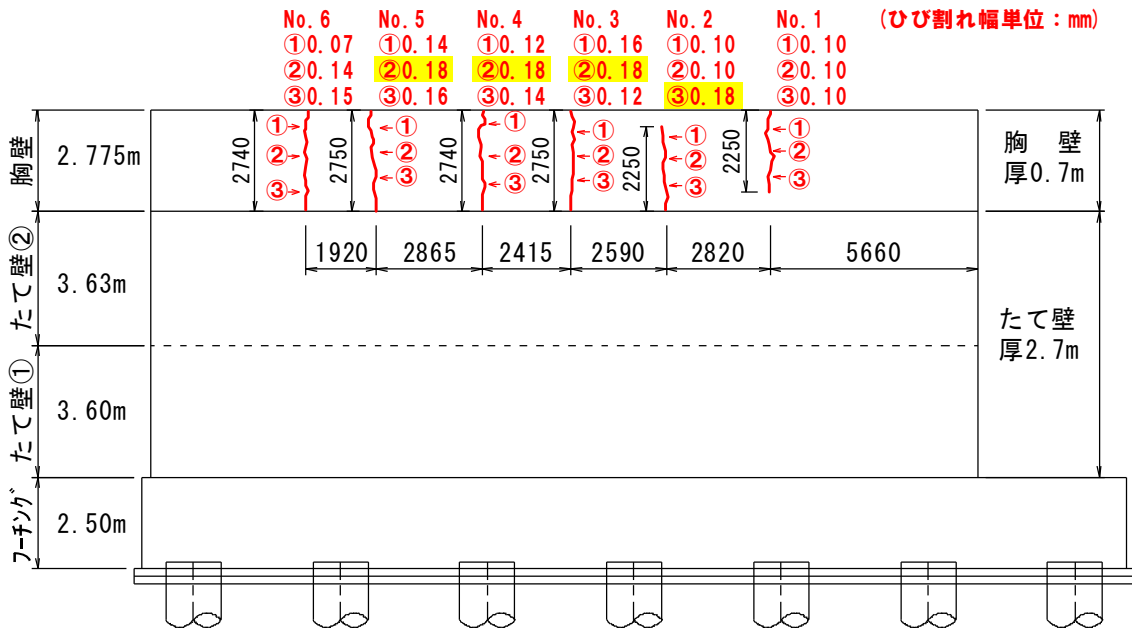


巻末写真-② A高架橋 A 2橋台 抑制鉄筋配置状況

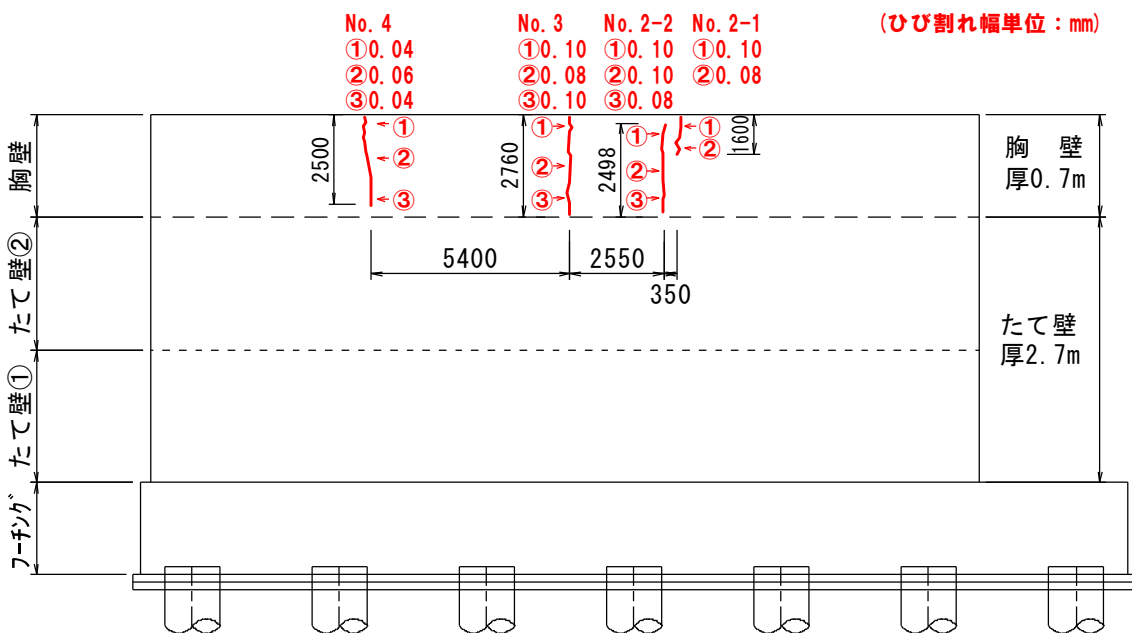
Ⅶ) 施工後のひび割れの状況

これらの対策を行った結果、膨張材およびひび割れ誘発目地を使用していないが、たて壁にはひび割れは発生していない。胸壁には正面に6本、背面に4本のひび割れが発生し、その内、ひび割れ最大幅は0.18mmとなったが、目標値以上のひび割れは生じていない。(巻末図-⑧, ⑨, ⑩参照)

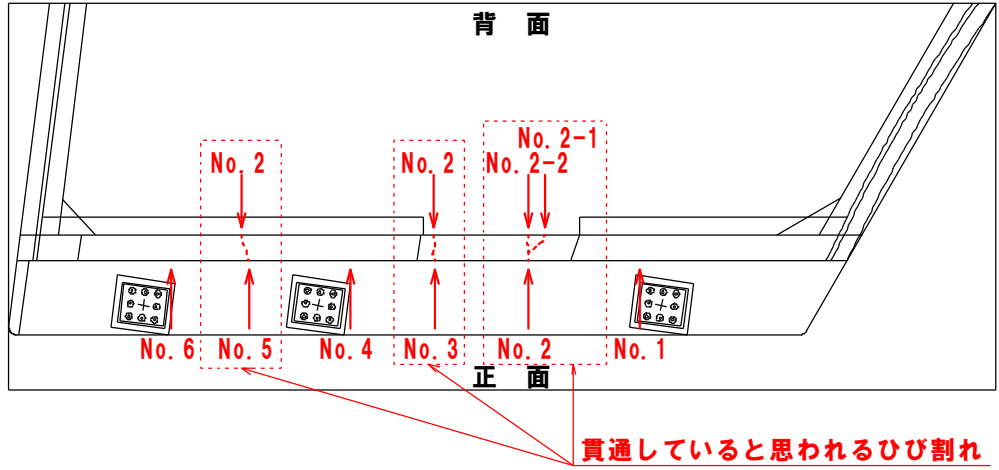
なお、ひび割れは時間の経過により、本数や幅が増大する性質があり、この事例においても、同様の傾向が見られた。そこで、この事例におけるひび割れの経時変化を巻末表-⑨に示す。



巻末図-⑧ A 2橋台 ひび割れ調査図 (正面図)



巻末図-⑨ A 2橋台 ひび割れ調査図 (背面図)



巻末図一⑩ A 2橋台 ひび割れ調査図 (平面図)

巻末表-⑨ ひび割れの経時変化

・コンクリート打設：H27年12月

	正面図					背面図				
打設後2ヶ月	<p>No. 3発生 初期値0.1mm</p>					<p>ひび割れ無し</p>				
打設後3ヶ月	<p>No. 5発生 初期値0.1mm以下</p> <p>No. 3</p> <p>No. 2発生 初期値0.1mm以下</p>					<p>ひび割れ無し</p>				
打設後4ヶ月	<p>No. 5</p> <p>No. 3</p> <p>No. 2</p>					<p>ひび割れ発生</p> <p>No. 4</p> <p>No. 3</p> <p>No. 2-2</p> <p>No. 2-1</p> <p>※初期値：下表参照</p>				
打設後1年	<p>No. 6</p> <p>No. 5</p> <p>No. 4</p> <p>No. 3</p> <p>No. 2</p> <p>No. 1</p> <p>単位：mm</p>					<p>No. 4</p> <p>No. 3</p> <p>No. 2-2</p> <p>No. 2-1</p> <p>単位：mm</p>				
	箇所	延長	幅①	幅②	幅③	箇所	延長	幅①	幅②	幅③
	No.1	2250	0.10	0.10	0.10	No.2-1	1060	0.10	0.08	-
	No.2	2360	0.10	0.10	0.18	No.2-2	2498	0.10	0.10	0.08
	No.3	2750	0.16	0.18	0.12	No.3	2760	0.10	0.08	0.10
	No.4	2740	0.12	0.18	0.14	No.4	2500	0.04	0.06	0.04
	No.5	2750	0.14	0.18	0.16	-	-	-	-	-
No.6	2740	0.07	0.14	0.15	-	-	-	-	-	

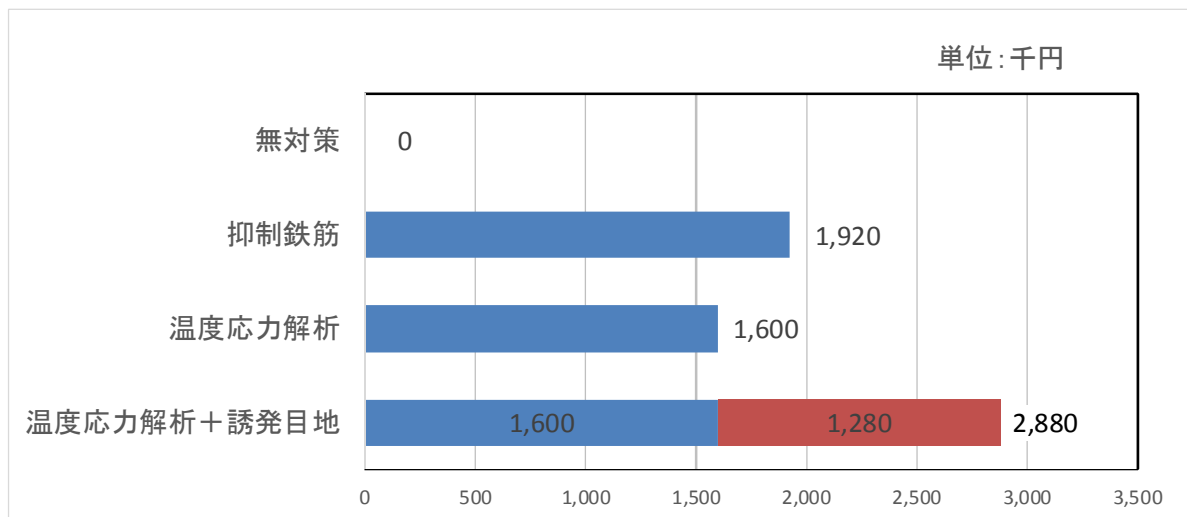
※赤字は最大ひび割れ幅

この事例では、胸壁に目標値未満のひび割れが発生した。胸壁は、伸縮装置からの漏水による影響を受けやすい箇所である。そのため、ひび割れの発生を出来るだけ制限するためには抑制鉄筋と膨張材を併用するのがよい。これは、胸壁は厚さが薄いため、ひび割れ抑制鉄筋を増加させることにより、バイブレータが挿入しづらくなる等の施工性の弊害が発生することが予想されることや、胸壁のように鉄筋比 0.5%程度の部材は鉄筋の拘束により膨張材の効果が十分期待できるためである。

この事例で、ひび割れ抑制のために追加した鉄筋量は約 10 トンであり、概算金額にして約 200 万円である。一方、温度応力解析を行うと 100 万円以上かかる場合が多く、解析の結果、コンクリートにひび割れ誘発目地（2 箇所）を設置する対策を行うと対策費用は約 300 万円の試算となる。

このように、適切にひび割れ抑制鉄筋を追加できれば、比較的安価に対策が行える可能性がある。

この事例による対策方法毎の概算工事費を比較したグラフを以下に示す。また、この橋台の施工状況を巻末資料に掲載した。



巻末図一⑪ ひび割れ抑制対策 概算工事費比較

巻末資料 2

温度応力解析を活用したひび割れ照査と抑制対策の具体例

ひび割れの照査は、信頼性が検証された有限要素法による解析手法を用いて温度応力、ひび割れ指数を算定し、行うことを原則とする。

解析を実施する際には、実際の施工時期を踏まえて、外気温やコンクリートの打込み温度、コンクリートの発熱速度等を適切に設定する必要がある。また、コンクリートの温度管理を含む施工管理方法が適切でないと、結果的に解析結果と実際の構造物のひび割れの状況が大きく異なってしまう可能性がある、このようなことが起こらないように留意する必要がある。

具体の照査手法については、「公益社団法人日本コンクリート工学会 マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016」を参照されたい。

ひび割れ指数を上げる対策としては、①膨張材の使用、②発熱量の小さなセメントの採用、③新設側の温度上昇をコントロールする方法等が考えられる。これらの対策を採用する場合には、留意すべき事項があるので、以下にそれらを記載する。

① 膨張材の使用

ひび割れ指数の向上対策として膨張材を使用するケースが多いが、膨張材の効果は、膨張コンクリートの硬化時の膨張が適切に拘束される部材において発揮されやすい。橋台のたて壁など、部材厚が厚く鉄筋比が比較的小さい部材よりは、胸壁など部材厚が薄くて鉄筋比が0.5%程度以上と比較的高い部材において効果が発揮されやすいことに留意する必要がある。

② 水和発熱の小さいセメントを使用する対策

高炉セメントは、水和反応による発熱量が他のセメントよりも大きい場合や、熱膨張係数や自己収縮が大きい場合があるとされており、数値解析におけるひび割れ発生確率が高くなる場合がある。

このため、水和反応による発熱量が小さい低熱セメント等を用いて、ひび割れ指数を大きくする対策である。

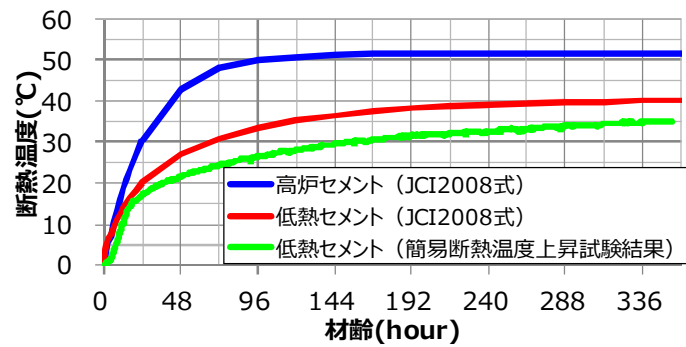
ただし、低熱セメント等を用いる対策は、橋台に用いてはならない。また、橋脚であっても、伸縮装置からの漏水の可能性のある掛け違い部のある橋脚（いわゆるピアアバット）や暫定2車線で供用中の橋の4車線化のための橋脚に用いてはならない。

これは、伸縮装置からの漏水や中央分離帯開口部からの漏水や塩分混じりの水の飛散により、アルカリが追加供給され、化学法で無害と判断された粗骨材や細骨材であっても、アルカリシリカ反応（ASR）を引き起こす可能性があるためである。

ひび割れ指数改善のために、低熱セメント等を用いざるを得ないような場合には、フライアッシュを混入してフライアッシュコンクリートとするか、低発熱低収縮型高炉セメントなど、ASR対策と発熱量の低減の両方が可能なセメントを選択する必要がある。

・低熱セメントを使用した対策

水和発熱の小さいセメントを使用し、温度上昇を抑制する方法。

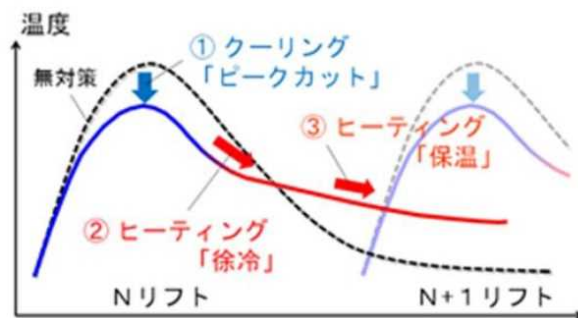


巻末図一① 高炉セメントと低熱セメントの温度上昇の比較

③ 新設側の温度上昇をコントロールする対策

・パイプクーリングを使用した対策

躯体内部に設置した通水パイプに冷水や温水を通水し、躯体内部温度をコントロールする方法。



巻末図一② 温度コントロールのイメージ

実施工においては、解析で求められた既設側と新設側の温度差を参考に、コンクリートの温度管理を含む施工管理方法が重要となる。

卷末資料 3
 記録様式集, 記載例
 (手引き一様式⑦(案))

リフト図

○基本情報

発注者(事務所名)		受注者	
路線・河川・地区等		工期	～
工事名		工区	
施工場所		緯度	経度
構造物名			
構造物詳細		リフト名	

打込みリフト図

正面図

側面図

○構造

構造物種類	
構造形式	
打込み部位	

○寸法

厚さ	m
長さ(幅)	m

○配筋

主鉄筋	前面	
	背面	
配力筋	前面	
	背面	
設計純かぶり		
備考		

○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
膨張材	kg/m ³
その他の対策	

○鉄筋比

鉄筋比(対策前)	%
鉄筋比(実施)	%

(手引き一様式⑧(案))

コンクリート打込み管理表

○基本情報

路線・河川・地区等		工期	～
工事名		工区	
構造物名			
構造物詳細		リフト名	

○コンクリート

材料・配合	呼び強度	N/mm ²	スランプ	cm	骨材最大寸法	mm	
	水セメント比	%	単位セメント量	kg/m ³			
	セメント種類		セメント会社				
	混和剤		混和材				
	生コン工場						
品質管理試験	試料採取時期	打込み開始時	150m ³ 打込み時又は午後	300m ³ 打込み時	試験許容値		
	スランプ	cm	cm	cm			
	空気量	%	%	%			
	塩化物イオン量	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³ 以下		
	コンクリート温度	°C	°C	°C			
	打込み時外気温	°C	°C	°C			
	7日強度	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²			
	28日強度	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²			

○運搬・打込み・締固め

打込み日		天気		下側リフト打込み日	
型枠種類	下側リフト打継目処理				
運搬	現場までの運搬時間	分	現場待機時間	分	荷卸し時間 分/台
	現場内運搬方法		ポンプ圧送距離	m	ポンプ車台数 台
打込み	開始時刻		終了時刻		
	リフト高	m	打込み量	m ³	打込み速度 m/h
締固め	ハイブレード台数	台	ハイブレード人数	人	ハイブレード予備 台
	ホース筒先	人			

○コンクリート温度履歴

初期温度	°C	最高温度	°C	温度上昇量	°C
最高温度に到達した時間	時間後				

○養生

脱型日		残置期間	日
養生方法	型枠面		
	打込み面		
養生(湿潤状態)期間	日		

(手引き－様式⑨ (案))

コンクリート打込み管理表 (温度計測その1)

基本情報

路線・河川・地区等		工期	～
工事名		工区	
構造物名			
構造物詳細		リフト名	

日時	天気	計測時刻	コンクリート温度	外気温	備考
2015/00/00			℃	℃	打込み日の仕上げ時、又は、養生開始時に1回計測することが望ましい
2015/00/00 (月)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (火)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (水)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (木)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (金)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (土)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (日)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (月)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (火)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (水)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (木)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (金)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (土)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (日)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	

(手引き一様式⑩(案))

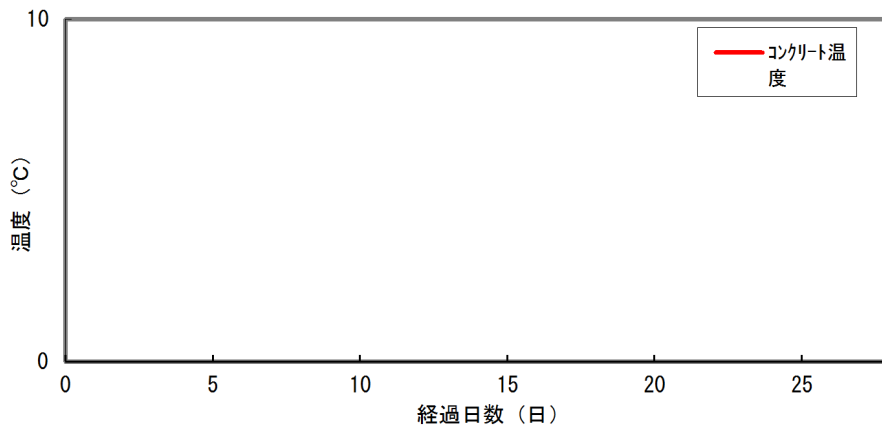
コンクリート打込み管理表 (温度計測その2)

○基本情報

路線・河川・地区等		工期	～
工事名		工区	
構造物名			
構造物詳細		リフト名	

日時	天気	計測時刻	コンクリート温度	外気温	備考
2015/00/00 (月)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (火)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (水)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (木)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (金)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (土)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (日)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (月)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (火)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	
2015/00/00 (水)	朝		℃	℃	
	昼		℃	℃	
	夕		℃	℃	

コンクリート温度・外気温計測結果



(手引き一様式⑪(案))

ひび割れ調査票(1)

工 事 名	
請 負 者 名	
構 造 物 名	(工種・種別・細別等構造物が判断出来る名称)
現場代理人名	
主任技術者名	
監理技術者名	
測 定 者 名	

位 置	測定No		
構 造 物 形 式			
構 造 物 寸 法			
竣 工 年 月 日	平成 年 月 日		
適 用 仕 様 書			
コンクリートの種類			
コンクリートの設計基準強度	N/mm ²	コンクリートの呼び強度	N/mm ²
海岸からの距離	海上、海岸沿い、海岸から Km		
周 辺 環 境 ①	工場、住宅・商業地、農地、山地、その他()		
周 辺 環 境 ②	普通地、雪寒地、その他()		
直下周辺環境	河川・海、道路、その他()		

構造物位置図(1/50,000を標準とする)

添付しない場合は
(別添資料一〇参照)と記入し、資料提出

ひび割れ調査票

ひび割れ	有・無	本数：1～2本、3～5本、多数
		ひび割れ総延長 約 m
		最大ひび割れ幅（○で囲む） 0.2mm以下、0.3mm以下 0.4mm以下、0.5mm以下 0.6mm以下、0.8mm以下 _____ mm
		発生時期（○で囲む） 数時間～1日、数日、数10日以上、不明
		規則性：有・無
		形態：網状、表層、貫通、表層or貫通
		方向：主鉄筋方向、直角方向、両方向 鉄筋とは無関係

ひび割れ調査票

ひび割れ発生状況のスケッチ図

添付しない場合は
(別添資料一〇参照)と記入し、
資料提出

(記録様式①(案))

ひび割れ調査票(その2)

○基本情報

路線・河川・地区等		工期	～
工事名		工区	
構造物名			
構造物詳細		リフト名	

○ひび割れ状況

ひび割れ	No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
	位置											
	種類											
	方向											
調査日												
	備考											
補修	補修の有無											
	補修日											
	補修方法											
	備考											

(手引き一様式⑦(案) 記載例)

サンプル

リフト図

○基本情報

発注者(事務所名)	〇〇国道事務所	受注者	〇〇建設(株)	
路線・河川・地区等	〇〇道路	工期	H18.4.1	~ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	2	
施工場所	〇〇県〇〇市	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	P1橋脚	リフト名	第2リフト	

打込みリフト図

正面図

側面図

リフト毎に記入

構造物の場所を緯度経度で記入

補強鉄筋のタイプを選択

1段、2段等を記入

誘発目地を設置した場合は、その間隔を記入

膨張材を使用した場合に記入

鉄筋径・ピッチを選択または記入

その他対策の具体名を記入

○構造

構造物種類	橋脚
構造形式	RC構造
打込み部位	柱

○寸法

厚さ	2.50 m
長さ(幅)	4.00 m

○配筋

主鉄筋	前面	D32 @125
	背面	D32 @125
配力筋	前面	D19 @150
	背面	D19 @150
設計純かぶり	4cm以上	
備考		

○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	
配筋状況(タイプB)	
誘発目地間隔	m
膨張材	kg/m ³
その他の対策	

○鉄筋比

鉄筋比(対策前)	0.15 %
鉄筋比(実施)	0.15 %

(手引き一様式⑧ (案) 記載例)

サンプル

コンクリート打込み管理表

○基本情報

路線・河川・地区等	〇〇道路	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1		
構造物名	〇〇橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

○コンクリート

材料・配合	呼び強度	27 N/mm ²	スランプ	8 cm	骨材最大寸法	20 mm
	水セメント比	55 %	単位セメント量	300 kg/m ³		
	セメント種類	高炉B種	セメント会社	〇〇セメント(株)		
	混和剤	AE減水剤	混和材	---		
	生コン工場	〇〇(株) 〇〇工場				
品質管理試験	試料採取時期	打込み開始時	150m ³ 打込み時又は午後	300m ³ 打込み時	試験許容値	
	スランプ	9.0 cm	---	---	8 ± 2.5 cm	
	空気量	5.5 %	---	---	4.5 ± 1.5 %	
	塩化物イオン量	0.03 kg/m ³	---	---	0.30 kg/m ³ 以下	
	コンクリート温度	24.0 °C	---	---		
	打込み時外気温	22.0 °C	---	---		
	7日強度	19.0 N/mm ²	---	---		
	28日強度	31.0 N/mm ²	---	---		

塗装合板、無塗装合板、鋼製型枠、等を記入

「ポンプ(配管あり)」の場合記入

処理剤(名称)、凝結遅延剤+高圧洗浄、チッピング、等を記入

○運搬・打込み・締固め

打込み日	2006年5月25日	天気	りのち晴	下側リフト打込み日	2006年5月10日	
型枠種類	塗装合板	下側リフト打込み目処理	処理剤(〇〇)			
運搬	現場までの運搬時間	20分	現場待機時間	0分	荷卸し時間	20分/台
	現場内運搬方法	ポンプ(配管なし)	ポンプ圧送距離	m	ポンプ車台数	1台
打込み	開始時刻	8:10	終了時刻	11:00		
	リフト高	3.0 m	打込み量	70.0 m ³	打込み速度	1.0 m/h
締固め	バイブレータ台数	3台	バイブレータ人数	4人	バイブレータ予備	1台
	ホース筒先	1人				

○コンクリート温度履歴

初期温度	24.0 °C	最高温度	48.0 °C	温度上昇量	24.0 °C
最高温度に到達した時間	30 時間後				

○養生

脱型日	2006年6月5日		残置期間	11 日
養生方法	型枠面	型枠+ブルーシート		
	打込み面	養生マット+ブルーシート+散水		
養生(湿潤状態)期間	7 日			

(手引き一様式⑨ (案) 記載例)

サンプル

コンクリート打込み管理表 (温度計測その1)

○基本情報

路線・河川・地区等	〇〇道路	工期	H18.4.1 ~ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1
構造物名	〇〇橋		
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト

日時	天気	計測時刻	コンクリート温度	外気温	備考
2006/5/25 (木)	晴	15:30	38.0 °C	23.0 °C	養生開始時
2006/5/26 (金)	朝	8:00	47.0 °C	22.0 °C	<p>打込み日の計測は、原則として「仕上げ時」または「養生開始時」に行い、備考欄に計測時期を記入する。 なお、これらのタイミングで計測できなかった場合でも、計測時期が分かるように備考欄に記入する。(例:養生開始後、3時間経過後)</p>
	昼	13:00	47.5 °C	26.0 °C	
	夕	17:00	48.0 °C	23.0 °C	
2006/5/27 (土)	朝	8:00	45.0 °C	22.0 °C	
	昼	13:00	43.0 °C	26.0 °C	
	夕	17:00	42.0 °C	23.0 °C	
2006/5/28 (日)	朝	9:30	38.0 °C	22.0 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/5/29 (月)	朝	8:00	30.0 °C	22.0 °C	
	昼	13:00	29.0 °C	26.0 °C	
	夕	17:00	28.0 °C	23.0 °C	
2006/5/30 (火)	朝	8:00	27.0 °C	22.0 °C	
	昼	13:00	26.5 °C	26.0 °C	
	夕	17:00	26.0 °C	23.0 °C	
2006/5/31 (水)	朝	8:00	25.5 °C	22.0 °C	
	昼	13:00	25.0 °C	26.0 °C	
	夕	17:00	24.5 °C	23.0 °C	
2006/6/1 (木)	朝	8:00	24.0 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	23.9 °C	27.0 °C	
	夕	17:00	23.8 °C	24.0 °C	
2006/6/2 (金)	朝	8:00	23.7 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	23.6 °C	27.0 °C	
	夕	17:00	23.5 °C	24.0 °C	
2006/6/3 (土)	朝		°C	°C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/4 (日)	朝		°C	°C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/5 (月)	朝	8:00	22.8 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	22.7 °C	27.0 °C	
	夕	17:00	22.6 °C	24.0 °C	
2006/6/6 (火)	朝	8:00	22.5 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	22.4 °C	27.0 °C	
	夕	17:00	22.3 °C	24.0 °C	
2006/6/7 (水)	朝	8:00	22.2 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	22.1 °C	27.0 °C	
	夕	17:00	22.0 °C	24.0 °C	
2006/6/8 (木)	朝	8:00	21.9 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	21.8 °C	28.0 °C	
	夕	17:00	21.7 °C	25.0 °C	
2006/6/9 (金)	朝	8:00	21.6 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	21.5 °C	28.0 °C	
	夕	17:00	21.4 °C	25.0 °C	
2006/6/10 (土)	朝	8:00	21.3 °C	23.0 °C	
	昼	13:00	21.4 °C	28.0 °C	
	夕	17:00	21.5 °C	25.0 °C	
2006/6/11 (日)	朝		°C	°C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	

打込みから10日~14日後を目途に、受注者の判断で計測回数を1回/日に減らすことができる。
(判断基準の例としては、コンクリート内部温度が安定したとき、等がある)

(手引き一様式⑩ (案) 記載例)

サンプル

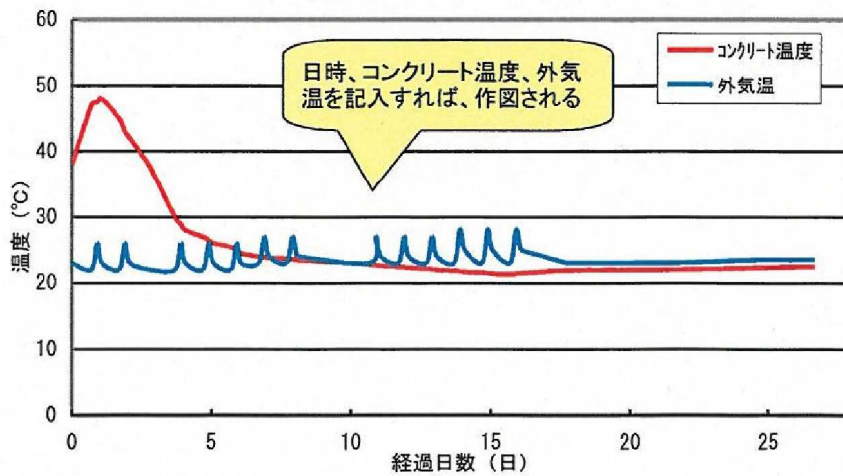
コンクリート打込み管理表 (温度計測その2)

○基本情報

路線・河川・地区等	〇〇道路	工期	H18.4.1 ~ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1
構造物名	〇〇橋		
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト

日時	天気	計測時刻	コンクリート温度	外気温	備考
2006/6/12 (月)	朝	晴 8:00	21.9 °C	23.0 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/13 (火)	朝	晴 8:00	22.0 °C	23.0 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/14 (水)	朝	晴 8:00	22.0 °C	23.0 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/15 (木)	朝	晴 8:00	22.0 °C	23.0 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/16 (金)	朝	晴 8:00	22.0 °C	23.0 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/17 (土)	朝		°C	°C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/18 (日)	朝		°C	°C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/19 (月)	朝	晴 8:00	22.3 °C	23.5 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/20 (火)	朝	晴 8:00	22.4 °C	23.5 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	
2006/6/21 (水)	朝	晴 8:00	22.5 °C	23.5 °C	
	昼		°C	°C	
	夕		°C	°C	

コンクリート温度・外気温計測結果



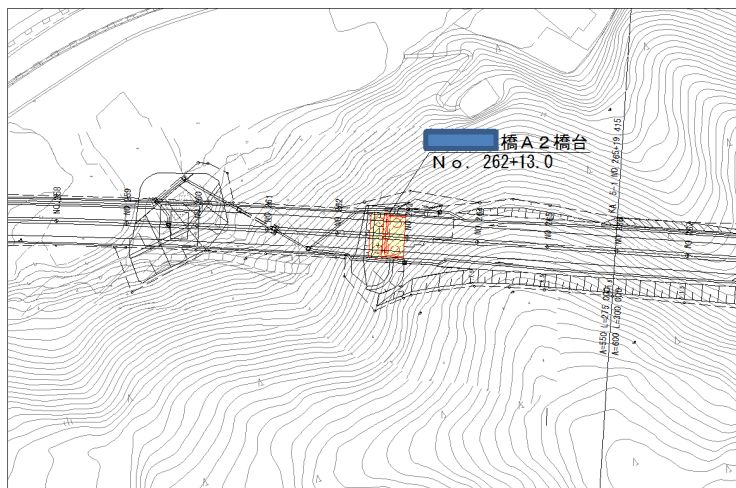
サンプル

ひび割れ調査票 (1)

工事名	〇〇地区道路改良工事
請負者名	株式会社 〇〇
構造物名	〇〇高架橋 A 2 橋台
現場代理人名	〇〇〇〇
主任技術者名	
監理技術者名	〇〇〇〇
測定者名	〇〇〇〇

位置	堅壁		
構造物形式	逆T式橋台(段差フーチング)		
構造物寸法	敷幅12.8m 敷長10.0m 高さ8.1m		
竣工年月日	平成27年 3月10日		
適用仕様書	道路橋示方書 2012		
コンクリートの種類	24-8-25BB		
コンクリートの設計基準強度	30 N/mm ²	コンクリートの呼び強度	24 N/mm ²
海岸からの距離	海上、海岸沿い、 <u>海岸から</u> 0.7 km		
周辺環境①	工場、住宅・商業地、農地、 <u>山地</u> 、その他 (
周辺環境②	<u>普通地</u> 、雪寒地、その他 (
直下周辺環境	河川・海、 <u>道路</u> 、その他 (

構造物位置図 (設計平面図等の利用を標準とする)



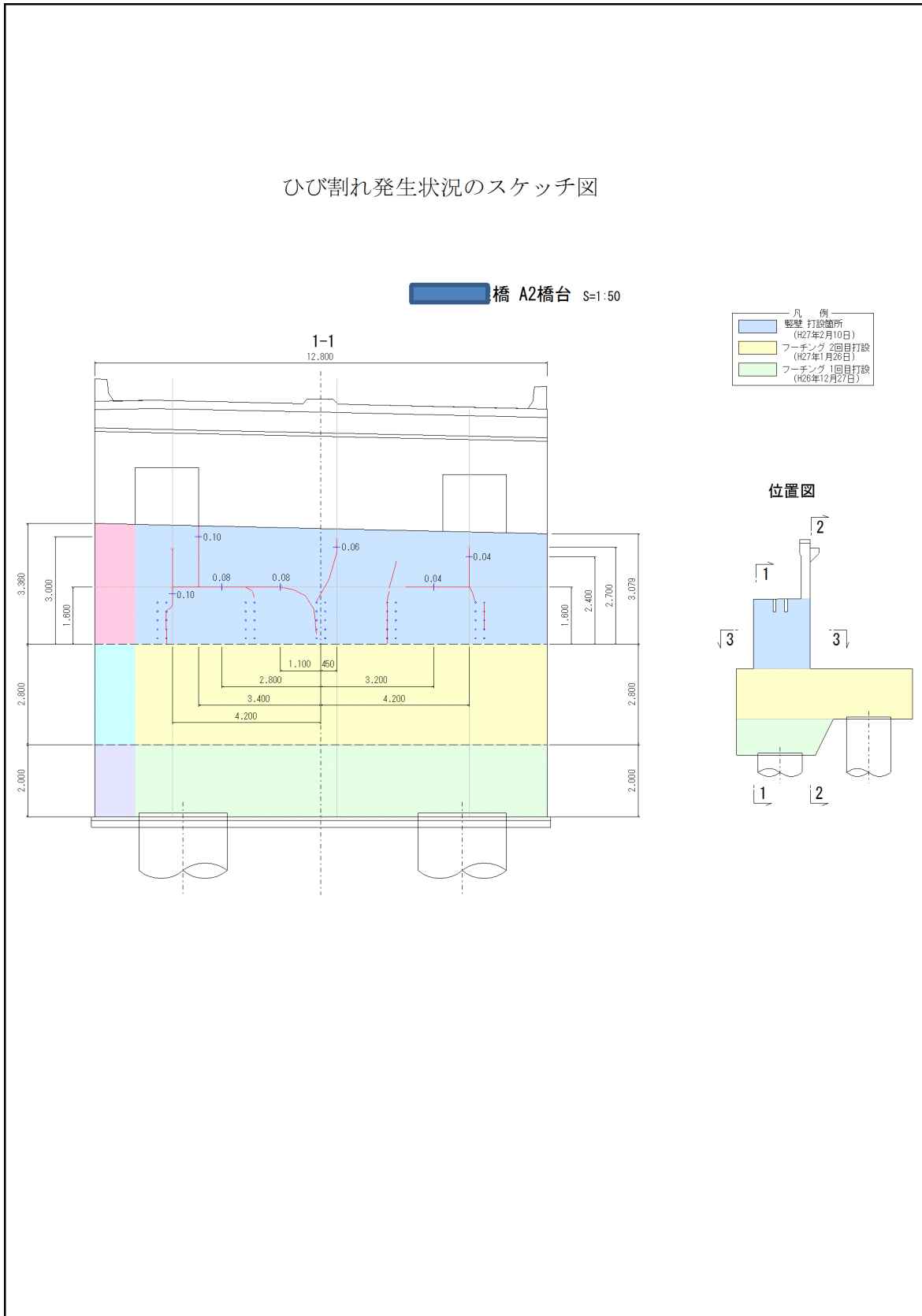
サンプル

ひび割れ調査票

ひび割れ	有、無	本数 : 1~2本、3~5本、多数
		ひび割れ総延長 約 17.3m
		最大ひび割れ幅 (○で囲む) 0.2mm以下、0.3mm以下、 0.4mm以下、0.5mm以下、 0.5mm超 _____ mm
	堀川 晃	発生時期 (○で囲む) 数時間~1日、数日、数10日以上、不明
		規則性 : 有、無
		形態 : 網状、表層、貫通、表層or貫通
敷幅12.		方向 : 主鉄筋方向、直角方向、両方向 鉄筋とは無関係
		道路橋示方書 2012

サンプル

ひび割れ調査票



(記録様式① (案) 記載例)

サンプル

ひび割れ調査票 (その2)

○基本情報

路線・河川・地区等	〇〇〇〇線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事			工区	1
構造物名	〇〇橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

○ひび割れ状況

ひび割れ	No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	
	位置	正面	背面	背面	背面	正面	背面						
	種類	貫通	貫通	沈み	沈み	貫通	貫通						
	方向	鉛直	鉛直	水平	水平	鉛直	鉛直						
調査日	2006/6/5	0.15mm	0.15mm	0.20mm	0.15mm								
	2006/6/12	0.15mm	0.15mm	0.20mm	0.15mm								
	2006/6/19	0.15mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm						
	2006/6/26	0.20mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm						
	2006/7/3	0.25mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm						
	2006/7/10					0.15mm	0.10mm						
	2006/7/17					0.15mm	0.10mm						
備考	2006/6/5 初期観察実施、No.1水漏れあり												
補修	補修の有無	有	有	有	なし	有	なし						
	補修日	2006/7/25	2006/7/25	2006/7/25		2006/7/25							
	補修方法	注入	注入	注入		注入							
	備考	No.1、2、3、5：軟質系エポキシ樹脂注入											

ひび割れの位置、形状、方向を選択

商品名でも良い

巻末資料 4

コンクリート内部温度と外気温の影響

打込後のコンクリート内部の温度は外気温の影響を受け、表面ほど温度が低くなる。外気温の影響度合いを検証するため、コンクリート表面より 1.0m と 0.5m の内部温度と表面温度を計測した結果を示す。

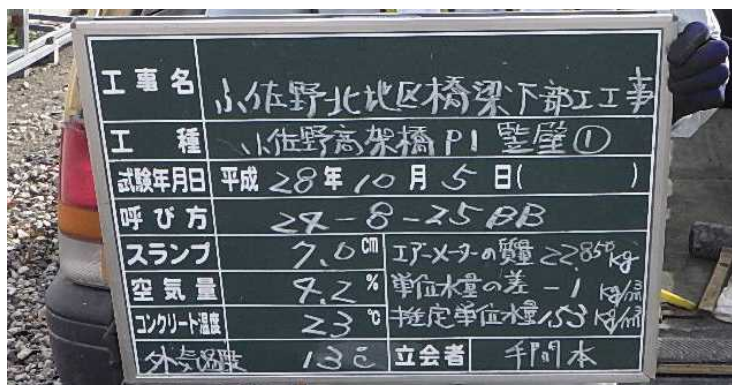
※山口県の「コンクリート品質確保ガイド 2016」では、部材厚さが 2m 以上の場合には、温度計測の位置（深さ）を部材表面から 1m としている。これはコンクリート内部の温度は部材中心で最も高くなるが、部材表面から 1m の位置と部材中心の温度に大きな差はないためとされている。

1) 計測の概要

- ・ 温度計測した構造物 : 橋脚たて壁 1 リフト
- ・ 打込み日 : 平成 28 年 10 月 5 日 (水)
- ・ 使用コンクリート : 24-8-25BB
- ・ 配合表 (抜粋)

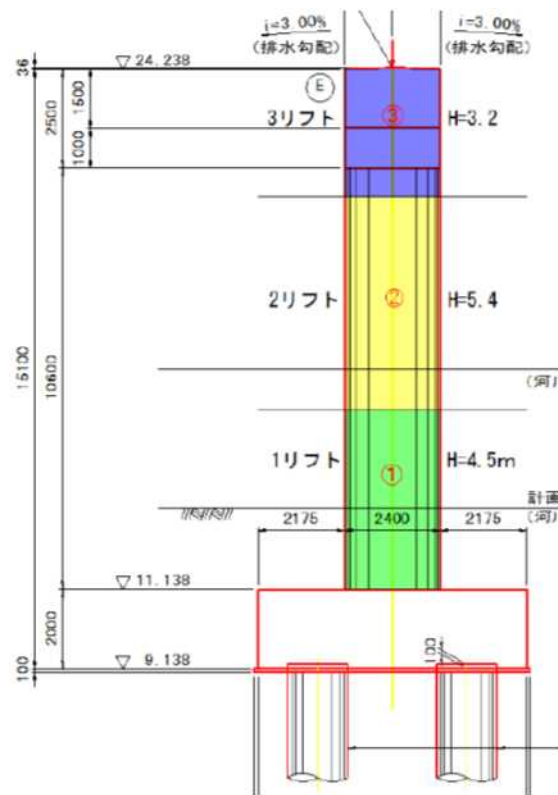
使 用 材 料														
セメント	生産者名	太平洋セメント㈱		密度 g/cm ³	3.04		Na ₂ Oeq %							
混和材①	製品名			密度 g/cm ³			Na ₂ Oeq %							
混和材②	製品名			密度 g/cm ³			Na ₂ Oeq %							
骨材	No.	種類	産地 又は 品名	7種別反応性による区分 区分 試験方法	粒の大きさ の範囲	粗粒率又は 実積率	密度 g/cm ³ 絶 乾 表 乾	微粒分量の 範囲%						
細	①	砕砂	大船渡市日頃市町字中宿産	A 化学法	5以下	3.05	2.61 2.65	3.5±1.5						
骨	②	砂	遠野市上郷町早瀬川流域産	A 化学法	5	2.90	2.51 2.59							
材	③	砂(細目砂)	青森県上北郡六ヶ所村大字倉内	A 化学法	5以下	1.85	2.52 2.61	3.0以下						
粗	①	砂利	遠野市上郷町早瀬川流域産	A 化学法	25~5	62.5	2.63 2.68							
骨	②													
骨	③													
材	④	砕石	大船渡市日頃市町字中宿産	A 化学法	20~5	60.0	2.68 2.70	0.5±0.5						
混和剤①	マスターポゾリス78S		AE減水剤(標準形 I 種)											
混和剤②	製品名							Na ₂ Oeq %						
混和剤③	製品名							Na ₂ Oeq %						
細骨材の塩化物量		①0.001% ②0.001%		水の区分	地下水		目標スラグ	固形分率	%					
回収骨材の使用法		細 骨 材		粗 骨 材										
配 合 表 kg/m ³														
セメント	混 和 材		水	細 骨 材			粗 骨 材				混 和 剤			
	①	②		①	②	③	①	②	③	④	①	②	③	
286			154	499	122	204	317			746	3.72			
水セメント比			54.0 %			水結合材比			% 細 骨 材 率			44.3 %		
備考							骨材混合比		細骨材①:②:③		60.0:15.0:25.0			
							(容積混合)		粗骨材①:④		30.0:70.0			

・ 受け入れ試験結果



2) 計測位置

計測位置は打込みリフトの中心 (H=2.25m) で、横方向も部材中心とした。計測深さは、部材表面から 1.0m と 0.5m の 2箇所とした。



※温度計設置状況 (1.0m と 0.5m)



※表面温度計測用の赤外線温度計

3) 計測結果

コンクリートの内部温度 1.0m と 0.5m では、最大 15.5°C の温度差が生じていた。温度計測にあたっては、事前に想定していた温度変化との比較が可能となるよう適切な位置で計測することが重要である。

P7橋脚 豎壁1リフト温度グラフ

- ・打込日 10月5日
- ・脱型 10月16日
- ・ビニールシート養生 10月17日～

