

マスコンクリートのひび割れ対策について

株式会社 グロージオ
現場担当 安保 大樹
技術者番号 230893

- 1) 工事名 令和元年度[第31-D6860-01号]
(国)473号橋梁改築(地域連携2A)地域高規格工事(3号橋A1橋台工)
- 2) 工事場所 静岡県 島田市 菊川地内
- 3) 工期 令和元年 10月 1日 ~ 令和2年 7月 31日
- 4) 発注者 静岡県島田土木事務所
- 5) 工事内容

RC橋台工(組杭深礎杭基礎)

道路土工	残土処理工	残土処理	870m ³
橋台工	作業土工	床掘り	1300m ³
		埋戻し	840m ³
	深礎工	φ3000 L=16.5~18.5m	4本
	橋台躯体工		687m ³
	鉄筋(D13~D38)		39.27t
	足場工		648掛m ²
仮設工	モルタル吹付		300m ²

①はじめに

・本工事は静岡県にて国道1号菊川ICを起点とし、富士山静岡空港のアクセス道路に接続する国道473号線倉沢ICまでの延長3.3kmを整備する事業のうち、3号橋と呼ばれる橋梁部の橋台(A1橋台)を構築する工事である。

作業場所は周囲を木に囲まれていて、施工箇所下部には菊川が流れている。他工事ですでに設置された仮設構台を使用して深礎杭(直径3.0m、深さ最大18.5m)を構築し、幅9.5m、長さ11.01m、高さ15.0mの橋台躯体を施工する。



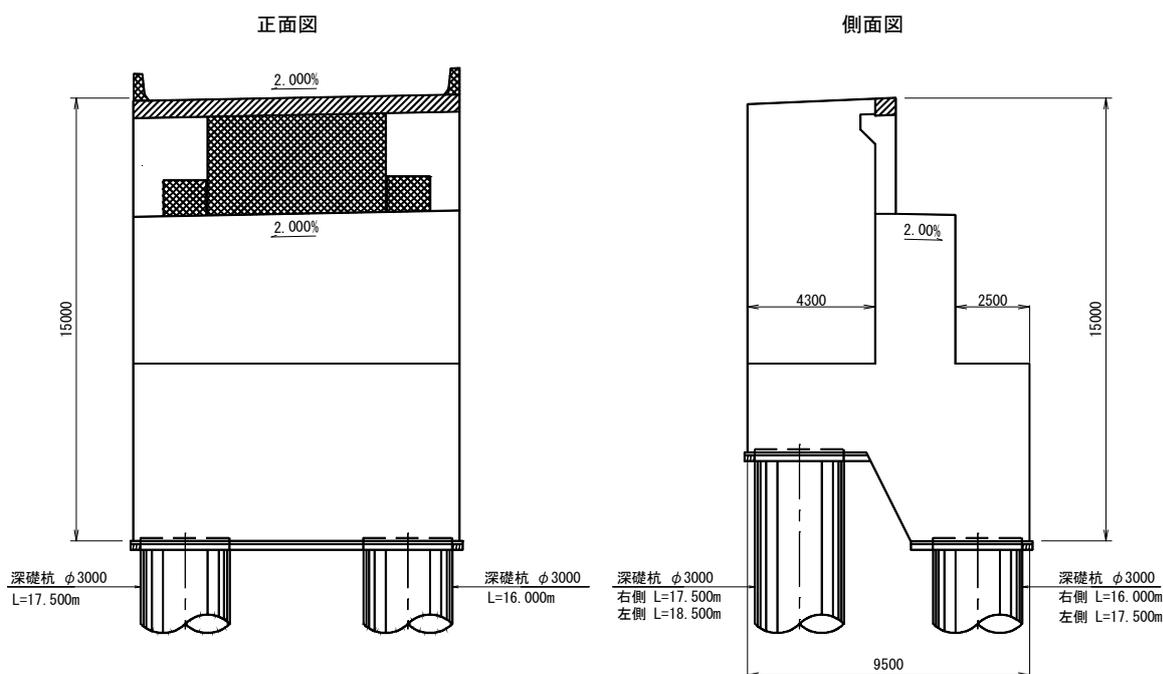
今回は当工事で実施した橋台躯体工におけるマスコンクリートのひび割れ対策について述べます。

②現場における問題点

今回の橋台は「コンクリート標準示方書設計編」に記載されているマスコンクリートとして取り扱うべき構造物の部材寸法の広がりのあるスラブ厚さ80cm～100cm、下幅が拘束された壁厚50cmを超えるため、セメント水和熱による温度ひび割れが懸念される構造物である。橋台は重要構造物であるため、この温度ひび割れを如何に制御するかが問題となった。

ひび割れ制御を行うために以下の項目について検討し、温度解析を行うこととした。

- ・コンクリート打設リフトの選定
- ・コンクリート打設後の養生方法
- ・コンクリートのひび割れ対策



温度応力解析を実施するにあたり、目標値を設定する。「コンクリート標準示方書」では一般的なひび割れ指数 I_{cr} に対する対策レベルが示されている。ひび割れ指数 I_{cr} が1.0以上であれば、ひび割れの発生を許容するが、ひび割れが過大とならないように制限したい場合にあたる。「コンクリートのひび割れ調査、補修、補強指針-2013-」では注入工法を必要とする補修は許容ひび割れ幅を0.20mmと示されている。

(参考文献：「2012年制定 コンクリート標準示方書」)

対策レベル	ひび割れ発生確率	ひび割れ指数 I_{cr}
ひび割れを防止したい場合	5 (%)	1.85 以上
ひび割れの発生をできる限り制御したい場合	15 (%)	1.40 以上
ひび割れ発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないようにしたい場合	50 (%)	1.0 以上

上述の指標を考慮し今回の目標値をひび割れ指数1.0以上、ひび割れ指数を下回った場合は、ひび割れ幅を算出し許容ひび割れ幅を0.2mm以下となるよう設置した。設定した目標を満たすために、打設割や打設時期の条件を基に温度応力解析を実施した。

③問題点解決のための対策と検討

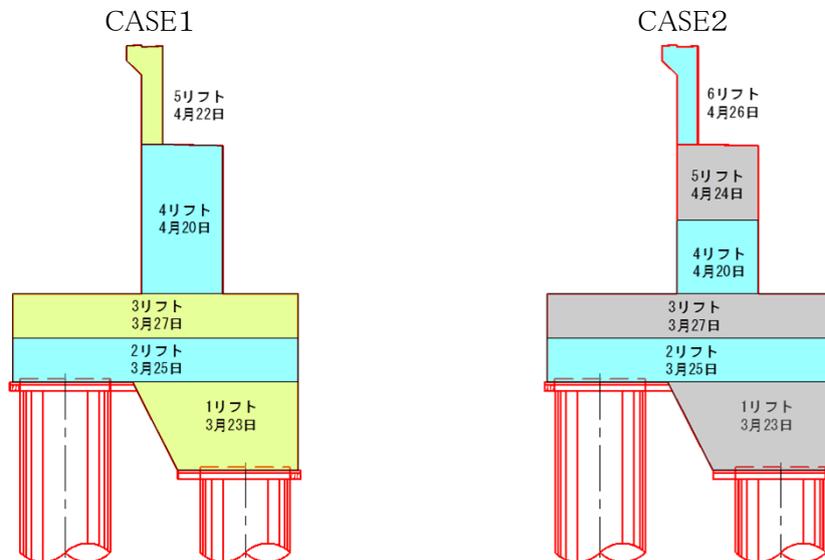
・コンクリート打設リフトの選定

コンクリートの打設を行うにあたり、何回でコンクリートを打設するのかを検討した。品質や現場施工の観点から言えば、打設回数を少なくすることにより打継の少ない一体となったコンクリートを構築することができ、型枠や鉄筋等の組立に乗り込む手間等が少なくすることができる。しかし、コンクリート数量が多くなるとコンクリート内部の温度が上がり、内部拘束応力が大きくなりひ

び割れが発生しやすくなる。また、仮設作業構台の通行幅は6mでアジテータ車が2台並ぶだけの幅しかなくポンプ車は1台しか据え付けられないため、底版部コンクリート約470m³を打設するのに約9時間となる。発注者から地元への負担軽減のため、17時までには打設作業を終了するよう要望があったため複数回に分けて打設する必要がある。

詳細の割り付けは型枠業者と鉄筋業者の施工性を考慮した上で、施工の手順・打設時間・地元の負担等を考慮して、2パターンの打設割案を設定した。

打設割案

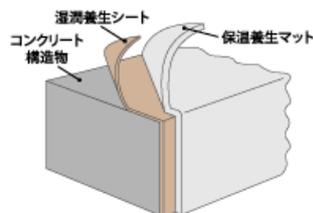


・打設後のコンクリート養生方法

コンクリートの養生方法は、急激な乾燥や温度上昇・降下のないよう早期に養生を実施する必要がある。通常の養生マットでは日差しや風により水が蒸発してしまうため、乾燥をしてしまう。そのため、天端面養生マットにはQマットを使用することにした。

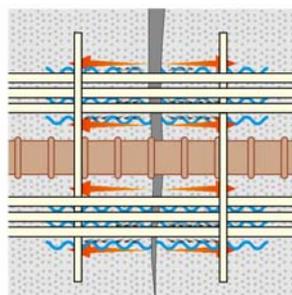
Qマットは2層式のマットになっており、1層目のマットをコンクリートの天端に敷設して散水を行い湿潤状態とする。その後、2層目の保温マットを上敷設する。保温マットは湿潤マットの水の蒸発を防ぎ、天端が外気に触れることがないので急激な温度上昇や降下を防ぎます。

型枠取り外し後の側面はビニールシートの設置により日差しによる水の蒸発を防ぎ、外気と触れることを防ぎます。

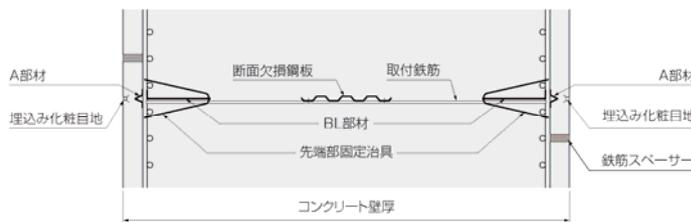


・コンクリートのひび割れ対策

ひび割れ対策として耐アルカリ性ガラス繊維ネット(ハイパーネット60)を設置することとした。この繊維ネットは付着面積を大きく、付着損失を小さくした形状で、応力の均一分散を図り、有害なひび割れを抑制する。打設前に30cm間隔で鉄筋に結束をするだけなので手間も少なく施工することができる。



温度応力解析業者より堅壁にひび割れが発生しやすいとの情報があったので、堅壁に誘発目地材(スパンシーラ誘発目地材)を設置することとした。誘発目地を設置することによりひび割れの発生位置を制御し、引張応力を小さくし温度ひび割れが生じ難くすることができる。



・温度応力解析

今回はCASE1とCASE2の2パターンを計画し、温度応力解析を実施した。CASE1は型枠・鉄筋の施工順序に合わせ打設割を計画した案となる。CASE2では堅壁の打設割を増やし、誘発目地材を設置する計画とした。

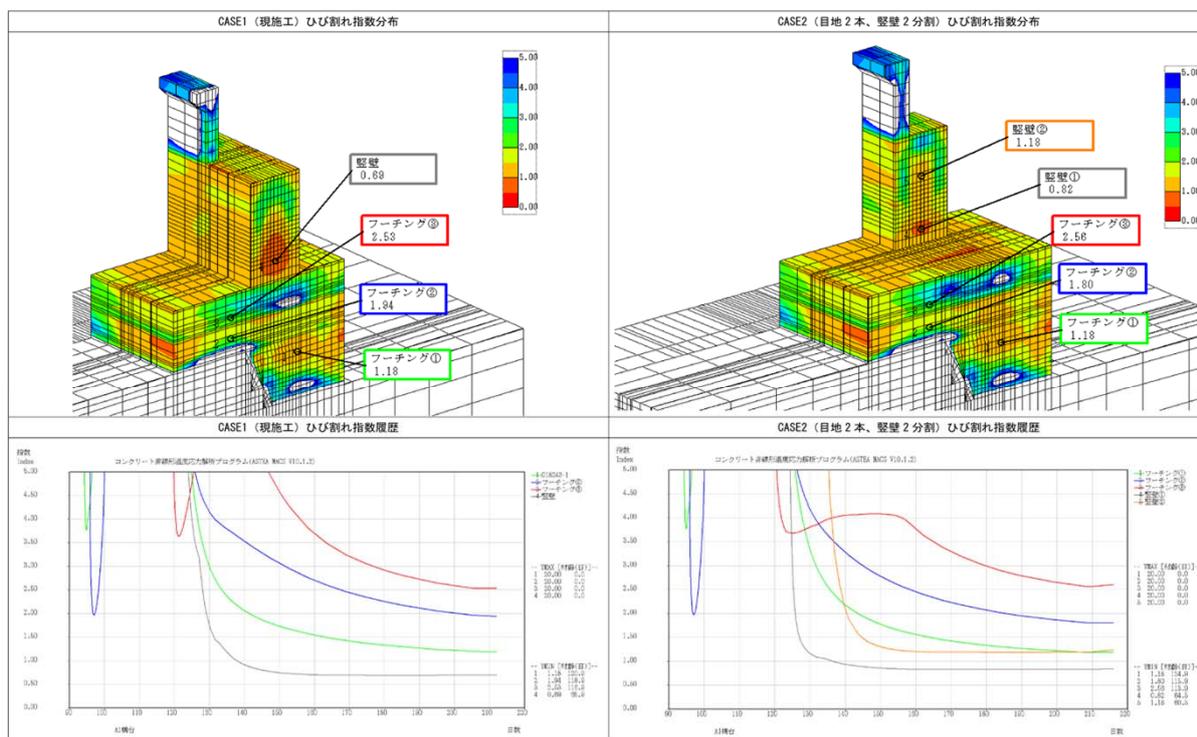


図 7-5 ひび割れ指数分布及びひび割れ指数履歴

	CASE1	CASE2
打設リフト	5	6
型枠脱型日数	6日後	6日後
養生(側面)	シート養生	シート養生
養生(打込面)	マット養生	マット養生
散水	有	有
誘発目地材	無	有

温度応力解析の結果、両CASEにおいてひび割れ指数が1.0を下回る結果となった。そのため、よりひび割れ指数の高いCASE2の推定ひび割れ幅を算定し、対策案を検討した。推定ひび割れ幅を算出した結果、許容ひび割れ幅0.2mmを超える0.22mmという結果となった。

表 7-2 温度応力解析結果のまとめ (CASE1:現施工)

リフト	部位	最大温度		引張応力の最大値		ひび割れ指数の最小値	ひび割れ発生確率 %	ひび割れが発生しやすい時期 [材齢] (日)
		最大 (°C)	時間 (日)	最大 (N/mm ²)	時間 (日)			
4	縦壁	67.5	2.4	4.73	65.9	0.69	96.7	65.9

表 7-3 温度応力解析結果のまとめ (CASE2:目地2本、縦壁2分割)

リフト	部位	最大温度		引張応力の最大値		ひび割れ指数の最小値	ひび割れ発生確率 %	ひび割れが発生しやすい時期 [材齢] (日)
		最大 (°C)	時間 (日)	最大 (N/mm ²)	時間 (日)			
4	縦壁①	59.3	2.7	3.92	89.9	0.82	80.5	64.5

発生したひび割れの幅を制御するため、鉄筋量を追加してひび割れ幅を制御するよう再度推定ひび割れ幅を算出した。

表 7-5 必要追加鉄筋量

打込箇所	位置	変更前		変更後		
		鉄筋径	本数 (本)	鉄筋径	本数 (本)	備考
縦壁①	配力筋	D19・D16	各4本	D25	各8本	@125
	中間帯鉄筋上	無し	無し	D25	@500の上に6本	

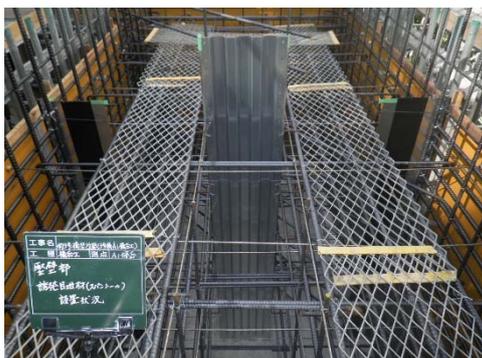
※施工性を考慮し、均等に配筋を行う

表 7-6 追加鉄筋配置後の推定ひび割れ幅

リフト	打込箇所	鉄筋比 (%)	ひび割れ指数	推定ひび割れ幅 (mm)
4	縦壁①	0.53	0.82	0.197

CASE2のパターンで鉄筋量を増やすことにより推定ひび割れ幅が0.2mm以下となった。この検討結果を基にCASE2で現場の施工を実施した。

○施工状況



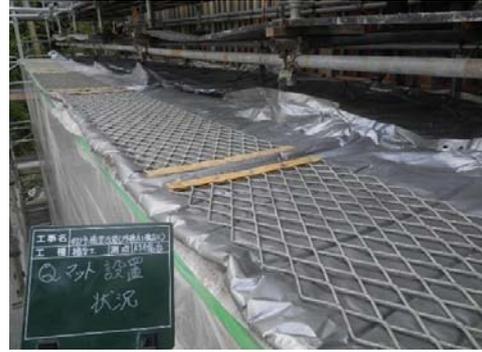
誘発目地設置状況



ハイパーネット設置状況



湿潤養生シート設置状況



保温養生マット設置状況



側面ビニールシート設置状況



ひび割れ補修状況

○対応策の適用結果

型枠脱型後にひび割れ調査を実施した。ひび割れは発生していたが、有害なひび割れは認められなかった。全体数量も少なく、ひび割れの9割は0.1mm以下であり、最大ひび割れ幅は0.2mmが2本だけだった。温度応力解析の結果、ひび割れ指数が低かった堅壁①ではひび割れが確認されなかった。これは誘発目地と鉄筋量を追加した効果がでた結果だと思われる。

有害なひび割れが発生せず良好な結果となったが、埋め戻し後の状態を管理することが困難であるため、ひび割れから劣化因子が侵入することを防ぐため塗布・浸透型ひび割れ補修材でひび割れを補修することとした。

④終わりに

今回は橋台という重要構造物のひび割れ制御を実施し、良好な結果で施工を終えることができた。これは、検討・対策を行う際に上司や下請業者の皆さんに協力をしていただき実践をした結果だと思う。今後も類似した工事を行う際には今回の経験を活かしたいと思う。次回は温度応力解析の通りの施工ではなく、さらにひび割れを生じさせないような対策を検討・実践してみたいと思う。