

コンクリート構造物の品質確保に関する山口県システムの視察報告

○宮城 敏明¹・金田 一男²

¹ (株) 沖縄建設技研 (沖縄県浦添市宮城三丁目 7 番 5-103 号)

² (株) ホープ設計 (沖縄県那覇市首里赤田町 3 丁目 5 番地)

キーワード：コンクリート構造物の品質確保、ひび割れ制御、フライアッシュコンクリート

1. はじめに

山口県土木建築部では、平成 17 年からコンクリート構造物（ボックスカルバート、橋台、擁壁）のひび割れ抑制対策の効果を確認する目的で試験施工が行われた。試験施工の成果を生かし平成 19 年から「ひび割れ制御システム」の運用を開始している¹⁾。平成 21 年には「ひび割れ抑制」から「品質確保」へ展開し、コンクリート構造物の品質確保に関する「山口システム」を運用している。同システムでは、コンクリート施工記録のデータベースも行われている。また、産官学による共同研究を実施することにより、その成果や新たな知見が構築されている²⁾。

それらの成果として平成 26 年に「コンクリート構造物品質確保ガイド 2014」を策定・運用し、コンクリート構造物の品質向上が図られている³⁾。

一方、沖縄県土木建築部では、非常に厳しい劣化環境における伊良部大橋において、コンクリートの塩害やアルカリ骨材抑制対策としてフライアッシュを利用し、フライアッシュコンクリート (FAC) の利用促進を図っているところである。そのような中、沖縄県土木建築部においては、コンクリート構造物の劣化損傷を抑制する観点から、コンクリート構造物の品質確保の取組みが

検討されている。

今回、沖縄県土木建築部を中心に、研究者（琉球大学）、設計者、施工者およびコンクリート製造者が共同で品質確保に向けた取組みを行っていくこととなった。その一環として、山口県システムの視察を行った。筆者らは(一社)沖縄県測量建設コンサルタント協会を代表して、今回の視察に参加する機会を頂いたため、ここでは、山口県の品質確保に対する取組みを中心に報告する。

2. 日程

山口県システムの視察は、平成 27 年 6 月 10 日(水)～6 月 12 日(金)の 3 日間で行われた。各日の視察内容は下記のとおりである。

● 6 月 10 日 (水)：

・既設構造物視察 下関市川棚 ボックスカルバート、擁壁、橋台（山口システム導入前）

・既設構造物視察 下関市員光 橋台 2 基（山口システム導入後）

・意見交換会

● 6 月 11 日 (木)：

・既設構造物視察 山口市深溝～江崎 橋台、ボックスカルバート（山口システム導入前）（試行段階）

・既設構造物視察 山口市朝田 橋台

- ・プレゼンテーション
- ・山口システムの概要
- ・群馬県の取組紹介
- ・沖縄県の取組
- ・質疑応答・意見交換

● 6月12日：

- ・プレゼンテーション
- ・建設技術センターの役割
- ・山口県の取組
- ・施工状況把握について
- ・質疑応答・意見交換会

3. 参加メンバー

山口県システムの視察には、沖縄県側からは、沖縄県土木建築部技術・建設業課、道路街路課、都市モノレール建設事務所、北部土木事務所（計6名）、琉球大学から2名、沖縄県建設技術センターから2名、沖縄県測量建設コンサルタント協会から3名、沖縄県生コンクリート協同組合・沖縄県生コンクリート工業組合から6名、設計コンサルタントから1名の合計20名である。

以上のように、今回の視察には発注者、研究者、試験担当、設計者、製造者が参加した。なお、残念ながら施工者は今回スケジュールの都合で参加していない。

山口県側では、山口県土木建築部から審議監をはじめ計5名、香川高等専門学校か

ら1名、設計コンサルタントから1名の合計8名が参加され、現場視察の案内や山口システムの説明を行って頂いた。

4. 視察概要

(1) 既設構造物視察

既設構造物視察では、ボックスカルバート、擁壁および橋台の既設構造物を対象に、目視調査により山口システムの導入前と導入後の構造物のコンクリート表面の品質の違いを確認した。システム導入前に比べ導入後はコンクリート表面のひび割れ幅も小さく、緻密性も向上していることが確認された。写真-1,2に目視視察状況を示す。

また、目視評価法による評価「目視評価の項目と判定基準」を用いて現地において定量的な評価を実施した。評価項目として、沈みひび割れや表面気泡、打継ぎ線、型枠継ぎ目のノロ漏れ、砂すじ等が挙げられていた。

当評価法においては、一般的に「良」とされる範囲（不適合以外）において、1点から4点の点数付けを行う。品質の良い方が点数の高くなる設定である。

参考文献2において、評価点はシステム導入前に比べ点数がおおむね高くなり品質が向上していることが示されていた。



写真-1 実構造物の視察状況（導入前）



写真-2 実構造物の視察状況（導入後）

(2) 山口システムの概要

山口県では、コンクリート構造物において、平成16年度以前においてひび割れが多発していた。ひび割れの原因究明やひび割れ抑制を目的に、平成17年、平成18年に実構造物での試験施工を実施した。試験施工では、ボックスカルバート、橋台、橋脚等に対し、セメントの種類、混和材の種類、補強材料および養生方法を試験施工項目としている。試験施工の成果を用いて、平成19年からひび割れ抑制対策を運用している。その結果、ひび割れ発生率が、特に橋台、ボックスカルバートにおいて減少している（表-1, 2, 3 参照）。

また、各構造物の部位に対し、標準的な対策を示している（表-4 参照）。例えば、ボックスカルバート側壁では、誘発目地の設置とし、コンクリート打設時の温度が低い場合は目地間隔を5.0m程度、その他は3.5mとしている。橋台たて壁では、補強鉄筋の追加対策としている（図-1 参照）。

さらに、コンクリート施工記録（打設管理記録）のデータベース化を行い、そのデータを活用し平成19年に「ひび割れ制御システム」の運用開始している。平成21年からは、「ひび割れ制御」から「品質確保」へ展開し、平成26年に「コンクリート構造物品質確保ガイド2014」策定し、発注者、設計者、施工者、製造者が協同でシステムの運用を行い、コンクリート構造物の品質確保に積極的に取り組んでいる（図-2, 3 参照）。

表-1 山口県のこれまでの取組

年度	項目
平成16年度以前	ひび割れが多発
平成17年度	試験施工の実施
平成18年度	試験施工
平成19～24年度	ひび割れ抑制対策を運用 「コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料」

表-2 平成18年試験施工項目

項目	備考	対象構造物
① セメントの種類	・高炉セメントB種(標準仕様) ・普通ポルトランドセメント	橋台
② 混和材の種類	・水和熱抑制型膨張材(BB)	橋台
③ 補強材料	・アラミド繊維(BB) ・ガラス繊維(BB) ・補強鉄筋(BB)	橋台
④ 養生方法	・標準養生 ・保護養生	ボックス



表-3 ひび割れ発生時の比較

	対策前発生率 (H14-H15)		対策後発生率 (H18)		補修を要する ひび割れ(H18)	
	ひび割れ 個数 /全数	発生率 (%)	ひび割れ 個数 /全数	発生率 (%)	ひび割れ 個数 /全数	発生率 (%)
橋台	14/14	100	51/80	64	42/80	53
橋脚	3/14	21	21/42	50	3/42	7
BOX	32/47	72	6/36	17	3/36	8

*BOXは、ブロック数

表-4 標準的な対策

構造物 (部位)	抑制対策	備考
ボックス カルバート	誘発目地の設置	・打設温度が低い時期 : 5.0m程度 ・その他 : 3.5m程度
橋台胸壁	補強鉄筋の追加	鉄筋比0.5%程度
	膨張材の使用	補強鉄筋の配置が困難な 場合
橋台たて壁	補強鉄筋の追加	鉄筋比0.3%程度
全構造物	養生方法の工夫実施	

■補強鉄筋

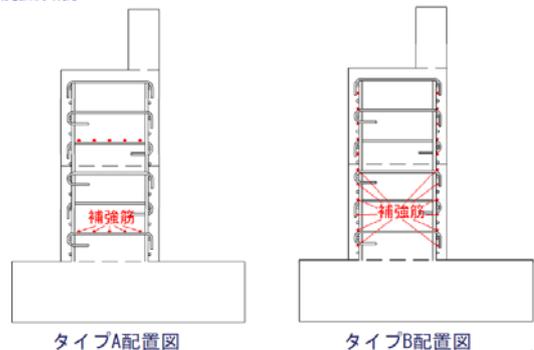


図-1 補強鉄筋のタイプ

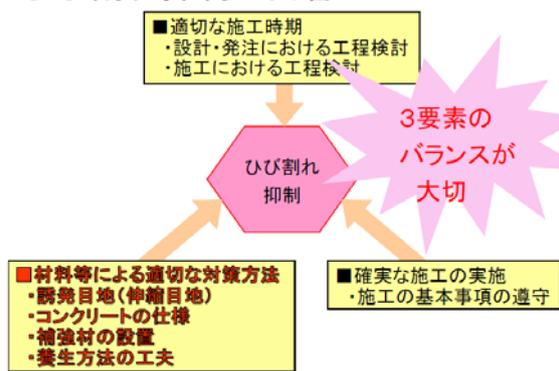


図-2 ひび割れ抑制の内容

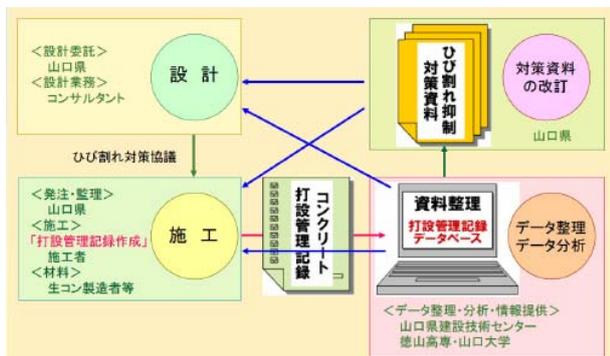


図-3 コンクリート打設管理記録を活用したシステム

(3) 山口県土木建築部の取組

山口県土木建築部では、品質確保ガイドによりコンクリート構造物の品質確保を図っている。

ガイドの運用にあたっては、設計段階、発注段階、施工段階、製造段階から維持管理までの役割を明確にしている（図-4, 5, 6 参照）。

コンクリートの品質確保を施工者だけでなく、発注者、設計者、製造者も協同で行うことを最も重視している。例えば、工事発注においては、ひび割れ抑制対策として気温の高い時期を避けるように発注時期や工期を設定している。

コンクリート施工記録においては、設計段階、発注段階および施工段階において発

注者、設計者、施工者が記入するシステムである。

また、技術管理課においては、コンクリート技術講習会を開催し、技術力向上が図られている。その講習会資料はホームページで公開されている。

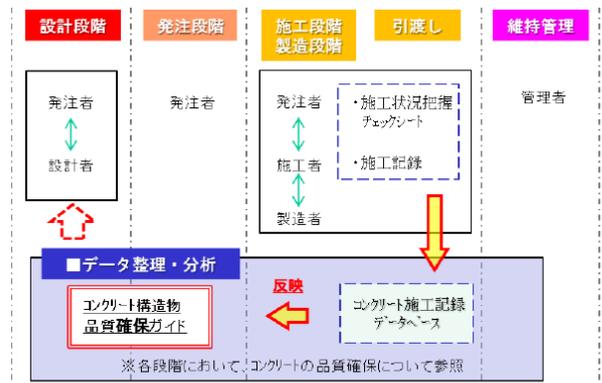


図-4 各段階の役割

■ 施工時

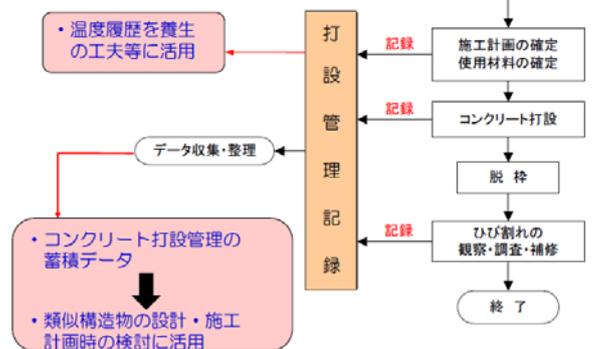


図-5 コンクリート打設管理記録の活用
(設計時・施工計画時)

■ 設計時・施工計画時

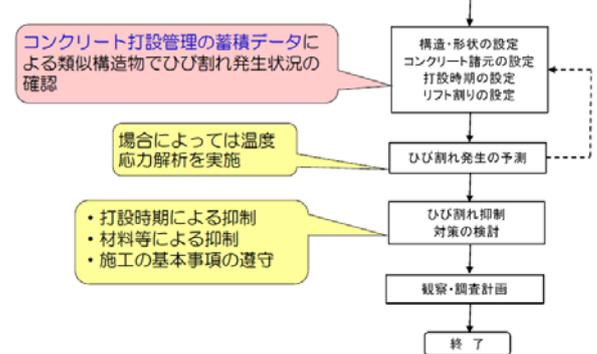


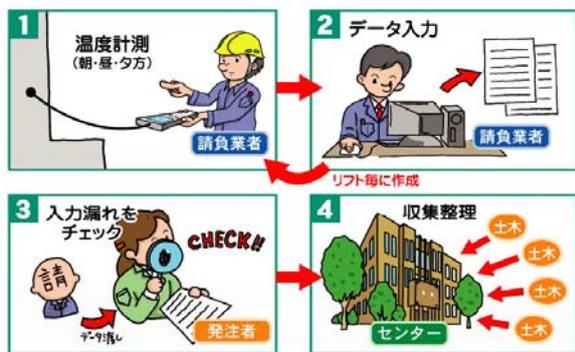
図-6 コンクリート打設管理記録の活用
(施工時)

(4) 山口県技術センターの役割

山口県技術センターでは、コンクリート構造物の品質確保に関する支援として、以下のことを実施している。

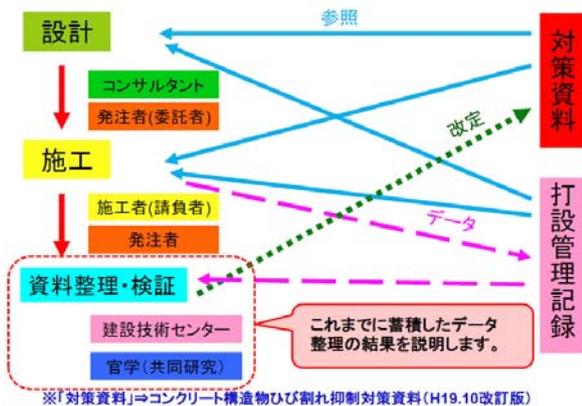
- ① ひび割れ制御対策検討に関する技術相談
- ② コンクリートの施工記録（打設管理記録）のデータ整理・登録、分析、公表
- ③ 施工管理のための e-learning システムの運用
- ④ コンクリート施工状況把握に関する現場研修支援
- ⑤ ひび割れ制御システムの普及・啓発

山口県技術センターのホームページでコンクリート施工記録が公表されている（図-7, 8 参照）。公開データは、山口県発注分（平成 27 年 3 月現在）の構造物データが 1270 件、県内（平成 27 年 6 月現在）の



※実施に当たっては、請負業者の方の協力が必要。

図-7 記録作成・収集整理の流れ



※「対策資料」⇒コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料(H19.10改訂版)

図-8 「対策資料」・「打設管理記録」の役割

構造物データが 55 件、県外（平成 24 年 11 月現在）の構造物データが 1 件である。全構造物データにおいて、記録シート①（リフト図）、記録シート②（コンクリート打込み管理表）、記録シート③④（コンクリート打込み管理表（温度計測その 1、2））、記録シート⑤⑥（ひび割れ調査票（その 1、2））が整理されている（図-9, 10 参照）。

実構造物における温度計測も行われ、ガイドへの反映、類似構造物の検索から材料等によるひび割れ抑制対策の検討に活用されている。

また、施工状況把握チェックシートによる施工上の留意点について、解説資料および動画による現場支援が行われている（表-5 参照）。



図-9 コンクリート施工記録（データベース）

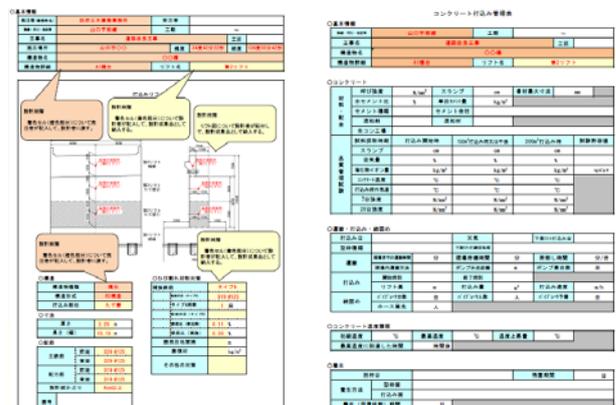


図-10 記録シート①②

表-5 施工状況把握チェックシート（打込み）

■打込み		
項目	解説資料	解説動画
ポンプや配管内面の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。		
鉄筋や型枠は乱れていないか。		
横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。		
コンクリートは、打ち込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。		
コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。		
一層の高さは、50cm以下としているか。		
二層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。		
ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。		
表面にフリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。		

(5) 施工状況把握について

「施工状況把握チェックシート」のよるチェックが行われ、ホームページに要改善件数の推移が公開されている。

図-11 に示されるように導入前に比べ改善指示の数も減少しているのが確認できる。

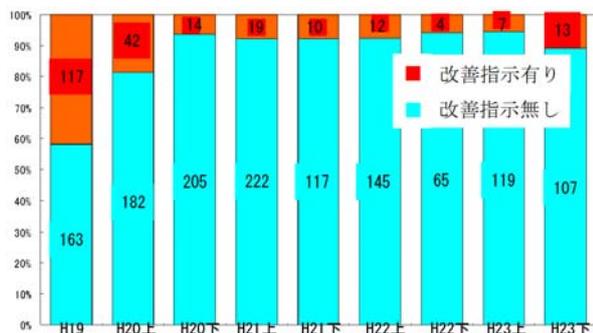


図-11 改善指示状況

(6) 群馬県の取組

群馬県における品質確保プランにおいては、積極的に山口システムを活用し、また産学官共同研究による独自のコンクリート表層品質の測定を提案している。

この事例のように、山口システムは全国的に展開されていくものと思われる。

(7) 沖縄県の取組

沖縄のコンクリート構造物における耐久性に対する取り組みとして、フライアッシュ

コンクリート（FAC）を用いた伊良部大橋での事例が報告された。

沖縄県では、今後、FAC を利用する橋梁が 20 橋梁以上予定されていることが報告された。

5. おわりに

「山口システム」の運用においては、発注者、研究者、設計者、施工者および製造者が協同して、責任感をもって各々の役割を果たしている。山口県土木建築部のホームページにおいて施工記録データが公開され、今後においても PDCA サイクルによるコンクリート構造物の品質向上が図られるシステムとなっている。

沖縄県では、今後、FAC を活用することと同時にコンクリート構造物の品質確保に向けた一層の取組が必要であると考え、今回報告した「山口県のシステム」はおおいに参考になることを期待している。

謝辞

山口県のコンクリート構造物の品質確保における視察では、山口県土木建築部の審議監二宮純氏をはじめ多くの方に現場視察の案内や山口システムのプレゼンテーション等大変お世話になりました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 山口県土木建築部：コンクリート構造物 ひび割れ抑制対策資料【対策資料】平成 19 年 4 月
- 細田暁・二宮純・田村隆弘・林和彦：ひび割れ抑制システムによるコンクリート構造物のひび割れ低減と表層品質向上，土木学会論文集，Vol. 70, No. 4, 336-355, 2014
- 山口県土木建築部：コンクリート構造物品質確保ガイド【ガイド】2014