

山口県の品質確保を目的としたコンクリート構造物の長期ひび割れの検討

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○石丸 航士
徳山工業高等専門学校 正会員 温品 達也

1. はじめに

コンクリート構造物はできる限り長く供用するために、山口県では発注者、設計者、施工者、材料製造者、学識関係者などが協働して独自の品質確保システムを構築し、新設のコンクリート構造物の品質全般が向上した¹⁾。この取り組みでは、建設時のひび割れ調査票を含む施工リフト毎の詳細な施工記録が作成・蓄積されている。しかし、施工時のひび割れ発生においては検証されているものの²⁾、長期的なひび割れ進展を幅や長さの観点から測定されていない。そこで本研究では、システム下で建設された構造物の長期ひび割れ幅や長さを測定し、施工時に蓄積されたデータベースと照合することでひび割れ進展を抑制する条件を検討した。また、本論文で取り上げるものは温度ひび割れ（以下ひび割れ）のみとし、その他の乾燥収縮ひび割れ、沈みひび割れは対象外として述べる。

2. 調査対象構造物とひび割れ測定方法

本研究では、山口県において比較的建設数の多い橋梁構造物群を対象とし、供用10年を超える橋台のひび割れ調査を実施した。選定理由は当時の橋台数188基、約500リフトと多くの構造物が建設されており、かつ施工して10年が経過していることから、長期のひび割れ進展を検討する上で適切な材齢に達していると考えたためである。安全に調査可能で、初期ひび割れの補修が行われていない橋台50基64リフトの構造物調査を行った。

本ひび割れ調査では、ひび割れの長さ方向における4等分点3カ所のひび割れ幅をクラックスケールで測定し、その平均値をひび割れ幅とした。また、デジタルカメラを用いてスケールとひび割れ幅を同位置で撮影し、エクセルによって比で算出し画像処理を行った。クラックスケールの目視と画像処理の測定誤差は0.03mm程度と小さく、迅速に測定可能なクラックスケールの目視によってひび割れ幅を測定した。幅の測定と同時にひび割れ長さも巻尺・脚立・図面などを用いて測定した。

3. 調査結果と考察

本調査によりひび割れが進展しているものから、していないものまで多くの構造物データが得られた。図-1は嘉川IC橋と四十八瀬川橋の橋台における単位面積当たりのひび割れ面積を施工直後から1年以内（以下施工時）と共用10年経過時で比較したものである。双方とも、システム下で同年に建設された供用10年の構造物であるものの、進展状況に大きな差が見られた。このような差が生じる要因を明確にするべく、各構造物の最大ひび割れ幅と単位面積当たりのひび割れ面積を各施工条件と比較し、長期ひび割れに影響する条件について考察を行った。

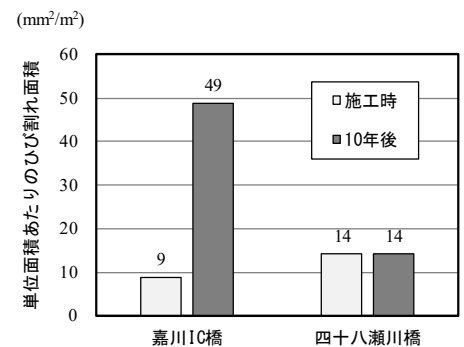


図-1 2 構造物のひび割れ進展状況

(1) 打継ぎ間隔との比較

図-2に打継ぎ間隔と最大ひび割れ幅の関係を示す。多少のばらつきがあるものの打継ぎ間隔が長くなるにつれて最大ひび割れ幅が拡大する傾向にあった。山口県の補修基準である初期ひび割れ幅0.15mmより大きいひび割れを有するものが、施工時では10リフト、施工10年後では24リフトと増加している。施工時の最大ひび割れ幅では打継ぎ間隔30日以内であればほとんどの最大ひび割れ幅は0.2mm未満となったが、施工10年後では打継ぎ間隔が15日より小さい場合にほとんどの最大ひび割れは0.2mm未満となった。

(2) 構造物幅との比較

図-3に構造物幅と最大ひび割れ幅の関係を示す。最大ひび割れ幅は構造物幅7m程度から徐々に拡大している。

キーワード 温度ひび割れ、品質確保、重回帰分析

連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校 環境建設工学専攻 TEL 0834-22-8279

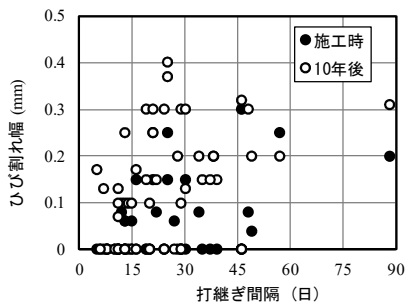


図-2 打継ぎ間隔とひび割れ幅の関係

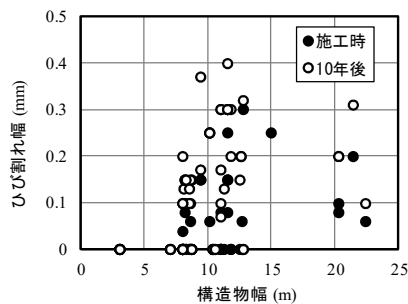


図-3 構造物幅とひび割れ幅の関係

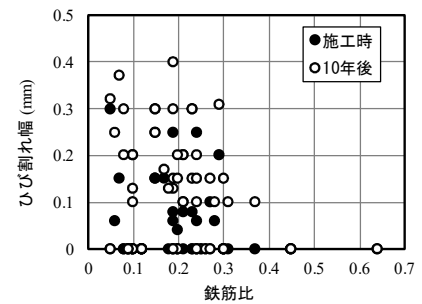


図-4 鉄筋比とひび割れ幅の関係

施工時の最大ひび割れ幅は、構造物幅 9m 以上よりひび割れ幅 0.15mm を超えるケースが多いものの、施工後 10 年後の最大ひび割れ幅は施工時と比べ 0.2mm を超える橋台が増加した。

(3)鉄筋比との比較

図-4 に鉄筋比と最大ひび割れ幅の関係を示す。多少のばらつきがあるものの、鉄筋比が大きいほどひび割れ幅が概ねの減少傾向にあった。施工時の最大ひび割れ幅では、鉄筋比 0.3 以下の構造物で補修基準である 0.15mm 以上のものもあったが、鉄筋比 0.3 以上の橋台は全て初期ひび割れが発生していないことが分かった。施工 10 年後では、鉄筋比 0.3 以上の構造物において、最大ひび割れ幅は補修基準である 0.15mm 以下に抑制される傾向にあった。

(4)重回帰分析

コンクリートのひび割れ発生に対する各施工要因の影響度は複雑に相互作用しているものと考えられ、1 条件の比較では決定的なひび割れ要因を導きだすことが困難である。そこで、重回帰分析を用いてひび割れ幅における各施工条件の標準化偏回帰係数を算出した(表-1)。これはデータに対する推定された回帰式の度合いを表し、-1 および 1 に近いほどひび割れの増大または抑制に対する影響度が大きいことを意味する。

表-1 より打継ぎ間隔においてひび割れ発生への影響度が大きいことが分かった。続いて構造物幅、リフト高、鉄筋比もひび割れ発生に影響することが分かった。部材厚、単位セメント量、スランプ、打込み温度の標準化偏回帰係数はどれも-0.20 から 0.20 にあり、ひび割れ発生への影響度が小さいと考えられる。

表-1 重回帰分析による各施工条件の標準化偏回帰係数

施工条件	標準化偏回帰係数			
	(1)	(2)	(3)	(4)
打継ぎ間隔	0.39	0.54	0.46	0.49
構造物幅	0.19	0.36	0.18	0.17
リフト高	0.20	0.21	0.27	0.16
鉄筋比	-0.33	-0.29	-0.39	-0.40
部材厚	0.19	-0.18	-0.19	-0.13
単位セメント量	0.02	0.08	-0.04	0.05
スランプ	0.14	0.15	0.09	-0.02
打込み温度	-0.07	0.05	0.14	0.03

(1)施工時の最大ひび割れ幅

(2)施工時の単位面積当たりのひび割れ面積

(3)10 年後の最大ひび割れ幅

(4)10 年後の単位面積当たりのひび割れ面積

4. まとめ

システム下で建設された構造物に対して、調査による長期的な温度ひび割れを抑制する条件の有無を検討した。調査結果から打継ぎ間隔を 15 日以内とすることで短期および長期のひび割れが抑制できることが分かった。また、打継ぎ間隔や構造物寸法の改善は困難となる場合が多いものの、鉄筋比を 0.3 以上にすることで長期的なひび割れ拡大が抑制できることも分かった。重回帰分析による標準化偏回帰係数において短期および長期についても打継ぎ間隔、構造物幅、リフト高がひび割れ発生および拡大に影響していることが確認され、様々な施工条件を考慮することにより 10 年後におけるひび割れの抑制が可能であると考えられる。

参考文献

- 1)二宮純，森岡弘道，細田暁，田村隆弘：山口県の実構造物のデータベースを活用したひび割れ抑制設計，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.1153-1158，2015
- 2)中谷俊晴，田村隆弘，二宮純，細田暁：山口県コンクリート施工記録データに基づいた壁状構造物の初期ひび割れの発生に関する解析的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.1147-1152，2015