

現場打 RC 開水路に生じるひび割れの形態分析

Morphology analysis of crack in cast-in-place RC open channels

緒方 英彦*, 野中 資博**, 石井 将幸**, 佐藤 周之***

OGATA Hidehiko*, NONAKA Tsuguhiko**, ISHII Masayuki**, SATO Shushi***

1. はじめに

長期供用されたコンクリート構造物に見られる変状の一つにひび割れがある。ひび割れには、地盤状態に起因する不等沈下によるひび割れ、目地部の直接的拘束によるひび割れ、材齢初期の水和発熱に起因する温度ひび割れ、供用中の環境温度・湿度の変化に起因する環境作用によるひび割れ、供用場所の環境条件（塩害、凍害など）に起因する鉄筋腐食先行型のひび割れなど様々なものがある。ひび割れの発生形態は、構造形式および供用環境に応じた特徴があり、農業水利施設の中で特に多く存在する RC 開水路においても、その特徴を把握しておくことが、機能診断における目視観察、概査、精査を適切に行う上で重要になる。

本報では、農林水産省農村振興局整備部設計課、性能規定化技術検討委員会ならびに同構造分科会により立案・企画され、中国四国農政局土地改良技術事務所により取り纏めが行われた、平成 16・17 年度「現場打鉄筋コンクリート水路ひび割れ現状調査」で収集されたデータを利用して、現場打 RC 開水路（以下、開水路）に生じるひび割れの形態分析を行った結果について示す。

2. ひび割れの形態分析の概要

ひび割れの現状調査は、平成 16 年度に 8 地区、平成 17 年度に 6 地区行われたが、開水路であること、構造形式が概ね同じであることを条件とした結果、本分析では表 - 1 に示す 6 地区の開水路を対象とすることにした。分析対象となる開水路のパレル総数は 14 である。

分析対象とした開水路の側壁に生じているひび割れは、鉛直ひび割れ、水平ひび割れ、斜めひび割れとその発生方向がさまざまであったが、水平ひび割れおよび斜めひび割れは、地盤状態や施工不良などの施工条件に関わるものである可能性が高いことから、今回の分析では鉛直ひび割れだけを対象にする

表 - 1 分析対象とする開水路の概要

| 所在地 | 調査年度 | 竣工年 | 形状寸法 |
|--------|------|-----|--------------------|
| 北海道砂川市 | H17 | S40 | H=1.0m, W=12.24m |
| 岐阜県岐南町 | H17 | S41 | H=1.5m, W=2.75m |
| 北海道砂川市 | H16 | S40 | H=1.0m, W=12.24m |
| 静岡県菊川町 | H16 | S38 | H=1.35m, W=1.5m |
| 奈良県御所市 | H16 | S47 | H=2.27m, W=1.93m |
| 岡山県総社市 | H16 | S41 | H=1.4m, W=4.1~7.2m |

表 - 2 鉛直ひび割れの上端位置と側壁貫通の割合

| 上端位置 | 天端 | 気中部 | 水中部 |
|---------|------|------|------|
| 割合(%) | 64.2 | 28.4 | 7.4 |
| 貫通割合(%) | 81.8 | 66.7 | 75.0 |

表 - 3 天端から生じる鉛直ひび割れの下端位置

| 下端位置 | 気中部 | 水中部 |
|-------|------|------|
| 割合(%) | 47.4 | 52.6 |

ことにした。その結果、分析対象となるひび割れ総数は 148 本である。

3. 分析結果と考察

3.1 開水路側壁に生じる鉛直ひび割れ

開水路側壁に生じる鉛直ひび割れの上端位置を天端、気中部、水中部の 3 位置に分けて集計した結果を表 - 2 に示す。あわせて、各上端位置のひび割れの中で側壁を貫通している割合も示す。気中部と水中部の分別は、最多頻度流量水位より上側を気中部、下側を水中部としている。この集計結果からは、開水路側壁に生じる鉛直ひび割れの内、上端位置が天端であるのが 64.2% と特に多いことがわかる。また、鉛直ひび割れは上端位置に関わらず 60% 以上が側壁を貫通しているが、上端位置が天端である鉛直ひび割れの貫通割合が 81.8% と特に多いことがわかる。

上端位置が天端である鉛直ひび割れの下端位置を気中部と水中部に分けて集計した結果を表 - 3 に示す。この集計結果からは、上端位置が天端である鉛直ひび割れの下端位置は、気中部と水中部で概ね半数ずつであることがわかる。ここで、下端位置が水

*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, **島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, ***高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, コンクリート開水路, ひび割れ, 形態分析

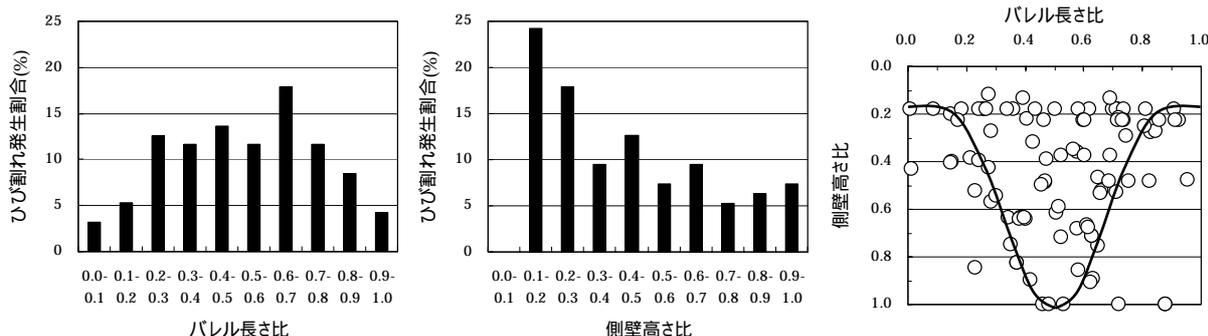


図 - 1 環境作用によるひび割れの位置および長さ

中部である鉛直ひび割れの内、ひび割れの下端位置が側壁下端であるものは6.3%と僅かであった。

開水路側壁に生じる鉛直ひび割れは、上端位置が天端であるものが多く、下端位置が側壁下端であるものが少なく、その80%以上が側壁を貫通しているという発生特徴から、環境温度・湿度の変化に起因する環境作用によるひび割れであると判断できる。コンクリートは、温度上昇・湿潤時に膨張し、温度下降・乾燥時に収縮する性質を持つ。この環境温度・湿度に起因する体積変化が、特に側壁の気中部において起こり、体積変化が内的・外的に拘束されることで生じる引張応力がこのようなひび割れの発生原因になっていることが示唆される。一方、材齢初期の水和発熱に起因する温度ひび割れである可能性も考えられるが、材齢初期におけるひび割れの現状調査が行われていないことからその確認はできない。

3.2 環境作用によるひび割れの発生形態

以下では、上端位置が天端である鉛直ひび割れを環境作用によるひび割れとして、その発生位置と長さの形態分析を行った結果について示す。

分析対象とした6地区の開水路のバレル長さおよび側壁高さはそれぞれ異なることから、ひび割れの位置と長さを同一指標で評価するために、位置をバレル長さ比、長さを側壁高さ比として表すことにした。バレル長さ比は目地からひび割れ位置までの距離をバレル長さで除したものである。側壁高さ比はひび割れ長さを側壁高さで除したものであり、側壁高さ比0.0が天端、1.0が側壁下端になる。バレル長さ比を用いたひび割れ位置と発生割合との関係、側壁高さ比を用いたひび割れ長さとの関係、バレル長さ比と側壁高さ比を用いたひび割れ位置と長さとの関係をそれぞれ図-1に示す。

バレル長さ比を用いたひび割れ位置と発生割合との関係からは、バレル長さ比0.4~0.7でひび割れの発生割合が高いことがわかる。これは、環境作用

によるひび割れの発生原因からも明らかなように、バレルの中央付近で発生する引張応力が卓越するためである。バレル中央付近にひび割れが生じた場合、側壁が物理的に2分割されることから、次のひび割れはバレル長さ比の0.25、0.75付近に発生すると考えられる。今回の分析結果からは、バレル長さ比の0.25、0.50、0.75付近に3つの凸が若干見られるような感じはするが、明確に表すまでは至っていない。

側壁高さ比を用いたひび割れ長さとの発生割合との関係からは、側壁高さ比0.1~0.3のひび割れが特に多いことがわかる。最多頻度流量水位は各開水路で異なるものの、側壁高さ比で0.27~0.38であったことから、環境作用によるひび割れの全体的な傾向としては、ひび割れは短く、下端も気中部で止まっているものが多いと言える。ただし、表-3の結果より、環境作用によるひび割れの半数近くある水中部まで達するひび割れについては、その長さが一様でなく、様々な長さであると言える。

バレル長さ比と側壁高さ比を用いたひび割れ位置と長さとの関係からは、気中部で止まる側壁高さ比0.3付近までのひび割れはバレル全体に発生していることがわかる。また、バレル長さ比0.5付近のひび割れは、その長さが長く、側壁下端付近まで達することがわかる。このことから、漏水が懸念される水中部まで達するひび割れは、特にバレルの中央付近で発生しやすいと言える。

4. おわりに

現場打RC開水路に生じるひび割れの発生形態は、理論上の解釈は容易に付くが、調査データに基づいた裏付けはこれまでされていなかった。本分析における母数も十分とは言えないが、概ね開水路におけるひび割れの発生形態の特徴は捉えることができたと思われる。本分析結果が、開水路の機能診断を実施する技術者の参考になれば幸甚である。