

誘発目地によるひび割れ対策（案）の手引きについて

四国技術事務所 品質調査課専門官 山崎 隆幸
四国技術事務所 品質調査課長 米田 和外
香川河川国道事務所 建設監督官 岡村 政彦

鉄筋コンクリート構造物(函渠、樋門、逆T擁壁、橋台、橋脚など)において、コンクリート骨材の品質低下や建設技術者・建設技能労働者の経験不足、設計時の検討不足、工期によっては配慮を要する時期での打設となる施工が多くなるなどの複合要因により、工事完成までに初期ひび割れが発生するケースが散見されている。

このような事案に対して、四国地方整備局河川部、道路部において誘発目地設置対策に取り組んできたところである。

このような経過のもと、過去10年程度の間に施工されたRC構造物を対象にひび割れ発生状況の調査・分析を行い、「誘発目地によるひび割れ対策の手引き（案）」を作成するとともに、特異なひび割れ発生事例や誘発目地以外の初期ひび割れ抑制対策についても事例収集を行い、「コンクリート構造物初期ひび割れ対策事例集（案）」をとりまとめたので、これらについて本発表会において報告するものである。

キーワード 誘発目地，コンクリートひび割れ対策，手引き，温度応力対策

1. はじめに

近年、コンクリートに発生するひび割れを抑制し、かつ発生したひび割れを計画的に補修する対策がとられているが、誘発目地については標準的な対策工法等を示した手引き等が未整備のため、工事毎に使用承諾等により施工されているのが実状であった。

このような背景のもと、各事務所から当該手引き等作成の要望を受けたことから、四国地方整備局における過去10年間のひび割れ誘発目地の施工実績と初期ひび割れ発生状況を調査・分析し「誘発目地によるひび割れ対策の手引き（案）（以下：「手引き」と呼ぶ）」を作成した。また、併せて特異なひび割れ発生事例や誘発目地以外の初期ひび割れ抑制対策についても事例を収集し、「コンクリート構造物初期ひび割れ対策事例集（案）（以下：「事例集」と呼ぶ）」をとりまとめたものである。

2. 調査の概要

本手引きの作成にあたっては、平成27年から平成29年の3ヶ年を要した。各年の調査概要を以下に示す。

平成27年度は概略検討として、橋台・橋脚・擁壁・函渠・樋門工事の施工データを収集し、ひび割れ発生状況、対策状況、要因分析を行った。

平成28年度はデータが少なかった橋脚・擁壁・樋門工事について追加収集し、再分析をおこない「手引き」及び「事例集」の素案を作成した。

平成29年度には「手引き」及び「事例集」の素案について発注者、設計者、施工者、開発メーカーを対象としてアンケート調査を行い、更に学識経験者からも助言を受け、より分かり易くするため、内容を見直した。

3. 検討内容

(1) ひび割れデータの収集

平成17～28年度の間で完成した新設構造物(橋脚・擁壁・樋門・橋台・函渠)について工事関係資料(129工事)を収集し、工事単位及び堅壁単位(1799堅壁)毎に整理した結果を表-1に示す。

外部拘束による温度ひび割れと考えられるひび割れが発生していたのは樋門、橋台および函渠であり、橋脚および擁壁には発生しなかった。ひび割れが発生した工事数はデータ分析を行った全工事数の約10%、堅壁数の約5%であった。ひび割れの発生頻度が高いのは樋門工事である。なお、誘発目地を設置した工事において、ひび割れ調査結果がないものについては、全てひび割れ発生のない工事とみなした。

調査年度	対象構造物					
	橋脚	擁壁	樋門	橋台	函渠	合計
平成27年度	4	6	6	17	27	60
平成28年度	6	10	8	16	17	57
平成29年度	2	0	0	7	3	12
合計	12	16	14	40	47	129
ひび割れ発生	0	0	5	3	4	12
平成27年度	52	62	70	158	408	750
平成28年度	28	263	101	113	394	899
平成29年度	17	0	0	90	43	150
合計	97	325	171	361	845	1,799
ひび割れ発生	0	0	25	23	34	82
誘発目地設置	61	325	124	352	845	1,707

表-1 データを収集した工事及び堅壁の数量とひび割れ発生数
(データ収集工事数・堅壁数)

- <誘発目地を設置している場合(図-1)>
 ①誘発目地と誘発目地で区切られた部分をひとつの堅壁とする。
 ②収縮目地と誘発目地で区切られた部分をひとつの堅壁とする。
 ③構造物端部から誘発目地までをひとつの堅壁とする。
- <誘発目地を設置していない場合(図-2)>
 ①収縮目地と収縮目地で区切られた部分をひとつの堅壁とする。
 ②構造物端部から収縮目地までをひとつの堅壁とする。
 ③収縮目地のないものは、その構造物をひとつの堅壁とする。
- <高さ方向に分割してコンクリートを打設している場合(図-3)>
 ①回のコンクリート打込みリフト分をひとつの堅壁とする。

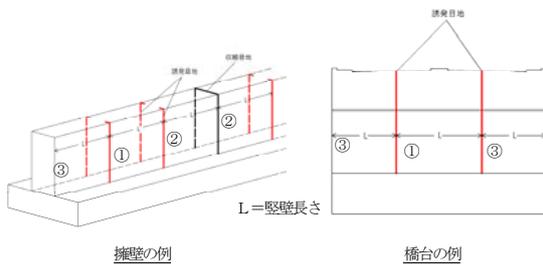


図-1 堅壁の定義(誘発目地を設置している場合)

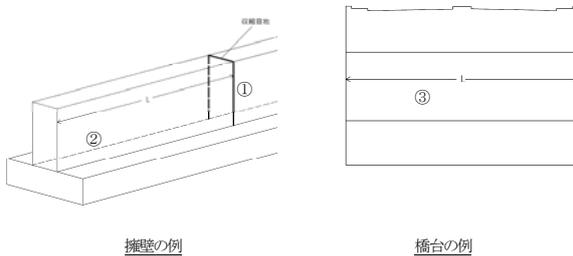


図-2 堅壁の定義(誘発目地を設置していない場合)

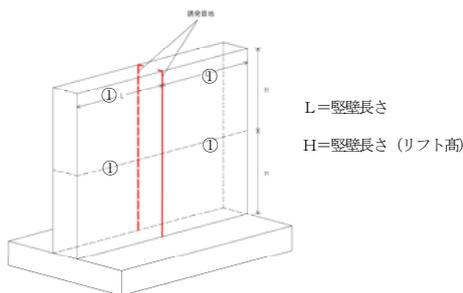


図-3 堅壁の定義(高さ方向に分割してコンクリートを打設している場合)

(2) 誘発目地の種類と設置数

各構造物毎に誘発目地が施工された堅壁の割合と誘発目地種類の施工実績を図-4で整理した。ひび割れ誘発目地の施工実績が不明なものも多数

あるが、スパンシール、IDジョイント、KB目地およびトリガージョイントの施工が多数を占めている。

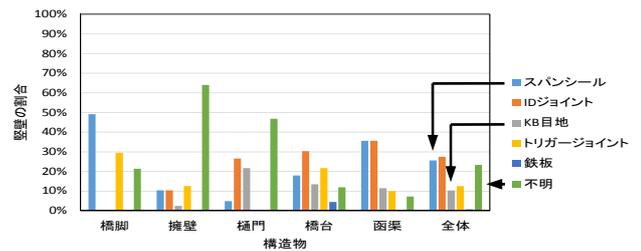


図-4 誘発目地の種類(工事での使用実績)

(3) 誘発目地以外のひび割れ対策

各構造物毎に誘発目地以外の対策がとられた堅壁の割合と当該対策毎の施工実績を図-5で整理した。「ネット」はひび割れ低減用ネット、「鉄筋」は配力筋の増加、「養生」はマット養生、「混和材」は膨張材やフライアッシュの使用であり、「その他」は収縮低減剤の使用、ポストクーリングの実施、表面含浸剤の使用である。

ひび割れ低減用ネットは、擁壁を除き25%~40%程度の割合で施工されている。配力筋の増加は、函渠での実施割合が多く、橋脚や樋門での実施例はない。マット養生は橋脚や橋台での実施例が多く、橋脚では半数以上で施工されている。混和材の使用は擁壁および樋門で施工されている。

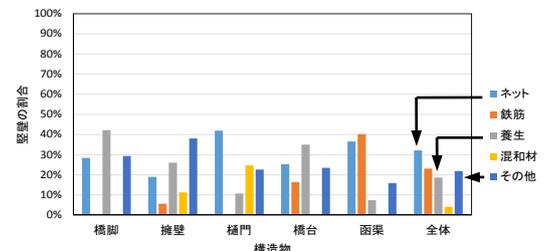


図-5 誘発目地以外のひび割れ対策

4. 検討結果

(1) 断面欠損率についての分析と手引き記載方針

【方針】断面欠損率については、コンクリート標準示方書(平成25年版)では、ひび割れを誘発できない場合があることから、従来基準の30%程度から50%程度に変更されている。今回の手引きに記載する値としては、50%程度の記述では現場で混乱する可能性があり、施設管理者としては構造物内に人為的な弱点を出来るだけ少なくするために、50%程度(45%~50%程度)と記載

することとした。

【検討結果】 ひび割れデータ調査に基づく断面欠損率と
 堅壁数、工事件数の関係をそれぞれ図-6
 および図-7に示す。堅壁数は、断面欠損
 率30%~35%以下の範囲が最も多い。工事
 件数は30%~50%の範囲に全体件数の
 77%が集中している。なかでも40%~50%
 の間ではひび割れが発生しておらず、かつ
 工事件数が多い45~50%の範囲での断面欠
 損率を採用すれば、30%~40%の間のひび割
 れの発生を抑制する効果が見込まれる。

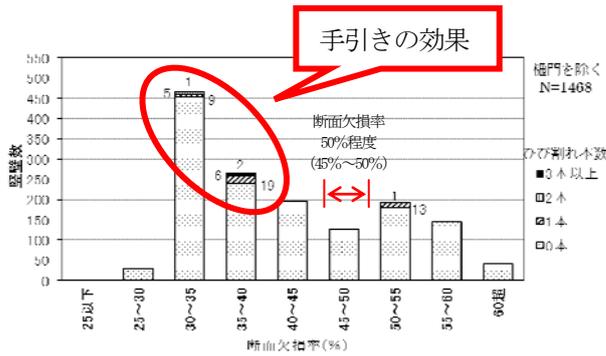


図-6 断面欠損率と堅壁数

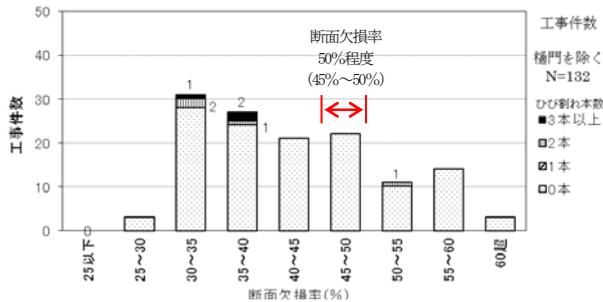


図-7 断面欠損率と工事件数

(2) 誘発目地の設置間隔についての分析と手引き記載方針

【方針】 誘発目地間隔について、過去10年程度の
 工事実績を、構造物(橋台・橋脚・擁壁・
 函渠・樋門)毎、目地間隔0.5m毎に分析し
 た結果、全構造物について現状よりひび割
 れ発生が抑制されると見込まれる誘発目地
 間隔(構造物施工延長)を5.5m以下とした。

【検討結果】 構造物種別毎の特性が見い出せなかつたこ
 とから、ひび割れ幅の管理値(0.2mmと0.05
 mm)が違う通常構造物(橋台・橋脚・擁壁・
 函渠)と水密構造物(樋門)毎にまとめて整理
 した。その目地間隔とひび割れ発生率(対
 堅壁数)の関係について、整理した結果を
 それぞれ図-8および図-9に示す。

このグラフから、誘発目地間隔を5.5m以下
 にすると、樋門においてはひび割れの発生

は無く、その他の通常構造物については、
 3m以下にすると発生しないと見込まれる。
 ただし、現行基準6m以下と比べて、グラフ
 から変化点を見ると5.5mにて変化が見られ
 ることから、今回は5.5mを採用した。
 堅壁長さを5.5m以下にすることで、一般構
 造物においては、堅壁数および工事件数に
 対して、それぞれ約20%のひび割れが発生
 する構造物及び工事件数が抑制されると見
 込まれる。

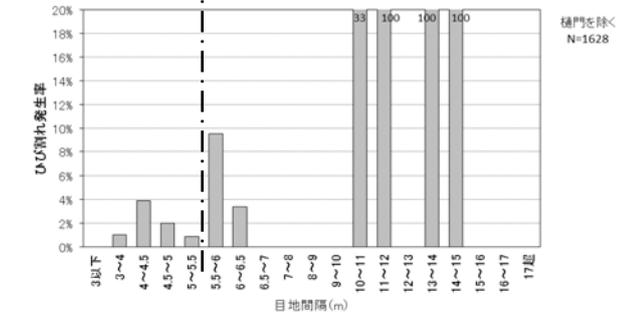
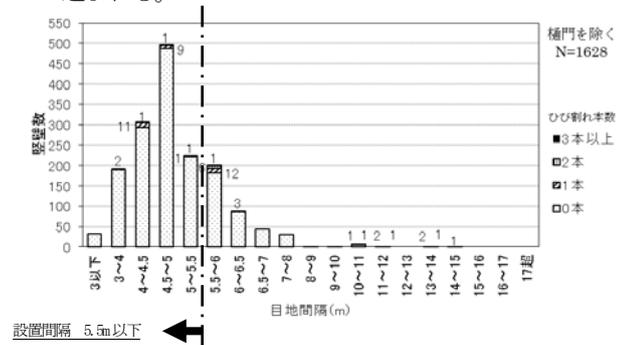


図-8 目地間隔とひび割れ発生率(対堅壁数)
 (橋台・橋脚・擁壁・函渠 N=1628)

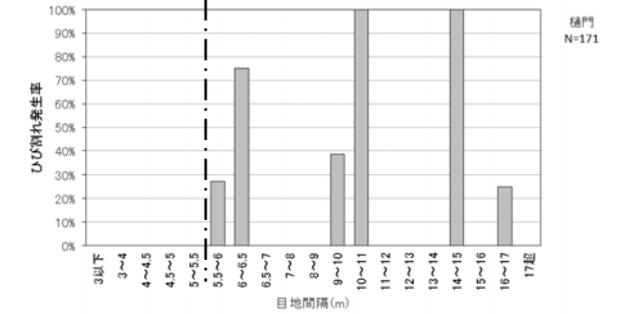
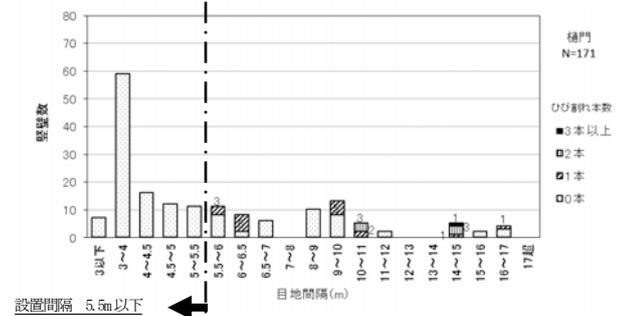


図-9 目地間隔とひび割れ発生率(対堅壁数)
 (樋門 N=171)

【その他】L(設置間隔)/H(部材高→高い構造物では打設高)については、コンクリート標準示方書を参考に1～2の範囲が望ましいとした。また、留意点として、夏期打設の場合はより短い設置間隔でも可能な様に温度応力解析により求める事が可能な記載とした。

(3) 誘発目地設置における留意点について

誘発目地設置における留意点として、杭基礎構造物において、杭頭部分に誘発目地を入れて目地外でひび割れが発生した事例を図-10に示す。このような設置位置に対する配慮すべき項目を記入した。

5. 「誘発目地によるひび割れ対策の手引き(案)」の作成

調査分析結果を踏まえ、コンクリート温度ひび割れ防止対策のため「誘発目地によるひび割れ対策の手引き(案)」を下記の点に留意して作成した。

- 留意点1) 誘発目地設置間隔の妥当な間隔をだす。
- 留意点2) 誘発目地設置位置を決定する際の留意点を整理する。
- 留意点3) 誘発目地の種類と特徴を整理する。
- 留意点4) 一般的な温度ひび割れ対策についての簡易な解説を参考資料として整備する。
- 留意点5) 既往の指針・手引き等との整合をとる。
- 留意点6) 十分な分析が出来ない場合は、手引きの記載等にて、手引き利用者にとって分かりやすい記載に努めた。

6. 「コンクリート構造物初期ひび割れ対策事例集(案)」の作成

下記の内容の「コンクリート構造物初期ひび割れ対策事例集(案)」をとりまとめた。

- 1) コンクリートのひび割れ抑制対策の種類と解説、地域ごとの留意点をとりまとめた。
- 2) よく使用される、ひび割れ抑制対策の事例をとりまとめた。
- 3) 詳細事例(誘発目地、膨張材、湛水養生、断熱養生、鉄筋増量、ネット補強等)の対策結果(対策工法、打設時期、工事完成時の結果、概算費用、現在の結果等)についてとりまとめた。
- 4) 参考資料 収集構造物資料、収集工事統計処理などについてとりまとめた。

7. 関係団体・学識経験者への意見聴取

「本手引き」と「事例集」について関係団体(整備局関係課・各事務所17件、建設コンサルタント協会11件と4県の建設業協会に加盟している会社34件、四国でよく使われている誘発目地のメーカ4件)にWebアンケート方式による意見聴取を行い内容について、共有・確認を行った。いただいた意見に基づき修正し、また学識経験者から助言を受け作業を完成させた。

8. 結びにあたり

「本手引き」と「事例集」を有効に活用することにより、コンクリート構造物の初期ひび割れ発生が抑制され、構造物の品質や耐用年数の向上が図れることを期待している。

また今後、施工にあたり、お気づきの点、ご意見等がありましたら、四国技術事務所・品質調査課までご連絡をいただければ幸いです。

(謝辞) 今回の作業にあたりご協力いただきました関係機関の皆さまには、この場をお借りして心からお礼を申し上げます。

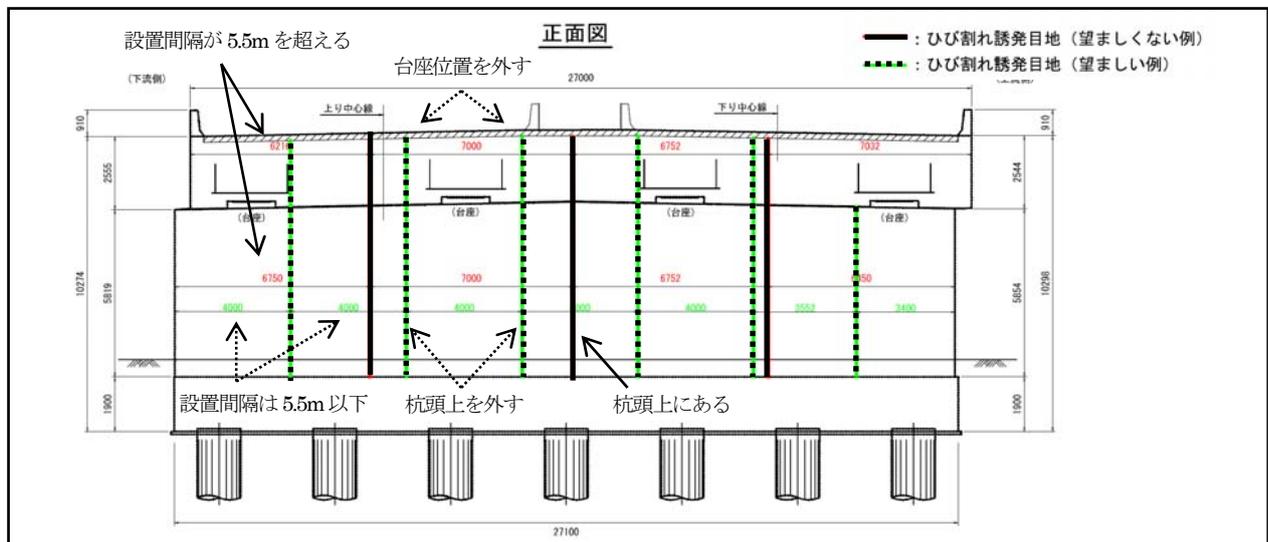


図-10 杭頭位置にひび割れ誘発目地を設置した望ましくない事例(橋台)