

# 長期材齢を経たボックスラーメン構造物のひび割れ制御状況

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 藤本 晃輔

## 1. はじめに

RC ボックスラーメン構造物は、線路下横断構造物等の地中構造物として多く活用される。RC ボックスラーメン構造物には、硬化する過程で、温度変化による体積変化が拘束されると、温度応力が発生し温度ひび割れが生じることがある。温度応力には、内部拘束によるものと外部拘束によるものがあるが、外部拘束により発生するひび割れは、コンクリート断面を貫通するひび割れとなる。

温度ひび割れを制御する方法としてひび割れ誘発目地（以下、誘発目地）の設置が実施されてきた。しかし、これまで誘発目地を設置した構造物について、長期的なひび割れ制御状況を検証した事例はない。本稿では、長期材齢を経た RC ボックスラーメン構造物のひび割れ制御状況について検証した結果を報告する。

## 2. 構造物調査

### 2.1 構造物の概要

表 - 1 に調査構造物の概要と調査結果を示す。本研究で調査した構造物は、平成 11 年に施工した、人道用、車道用を含めた 18 の RC ボックスラーメン構造物である。構造物の延長は 10.4m ~ 23.1m、構造物高さは 3.0m ~ 9.8m の範囲である。単位セメント量は 277 ~ 322 kg/m<sup>3</sup>、水セメント比(W/C)は 49.3 ~ 54.9%、側壁部材の

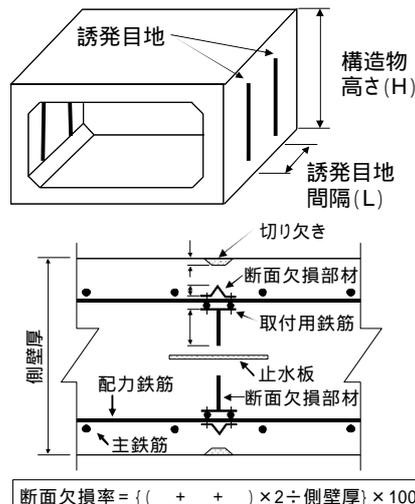


図 - 1 L/H・断面欠損率

厚さは 0.6 ~ 1.0m である。

これら 18 の構造物にはひび割れを制御できるように、施工当初誘発目地を設置している。図 - 1 に RC ボックスラーメン構造物の L/H、断面欠損率の略図を示す。L/H は構造物に設置する誘発目地間隔(L)と構造物高さ(H)との比である。断面欠損率は、断面欠損部材の断面方向の長さや切り欠き等の合計と側壁部材厚さとの比である。L/H は 0.61 ~ 1.73、断面欠損率は 40%程度以上としている。

### 2.2 これまでの研究結果

田附ら<sup>1)</sup>は、本研究で対象とした構造物について、

表 - 1 調査構造物の概要と調査結果

構造物番号	延長(m)	高さH(m)	全幅(m)	側壁厚(m)	構造形式	誘発目地間隔L(m)	L/H	断面欠損率(%)	単位セメント量(kg/m <sup>3</sup> )	W/C(%)	N値	温度降下量(°C)	ひび割れ発生状況		
													短期材齢		最大ひび割れ幅(mm)
													発生箇所	発生箇所	
1	16.0	4.7	3.7	0.4	1層1径間	5.0	1.1	40.0	277	54.9	50.0	17.6	誘発目地部	中間部	0.30
2	10.5	7.0	18.6	0.8	1層3径間	5.3	0.8	42.5	283	53.4	50.0	24.4	誘発目地部	中間部	0.45
3	23.1	7.6	18.3	0.8	1層3径間	4.6	0.6	42.5	308	49.3	50.0	30.3	誘発目地部	中間部	0.25
4	18.8	9.8	18.3	0.8	1層3径間	6.9	0.7	42.5	308	49.3	50.0	30.9	誘発目地部	新たなひび割れなし	—
5	10.4	5.3	5.9	0.5	1層1径間	5.2	1.0	75.6	285	53.7	10.0	25.7	誘発目地部	中間部	0.20
6	11.6	3.9	8.2	0.6	1層1径間	5.8	1.5	56.7	300	52.7	15.0	19.7	誘発目地部	中間部	0.40
7	10.4	3.0	3.1	0.3	1層1径間	5.2	1.7	46.6	299	54.1	25.0	18.4	誘発目地部	新たなひび割れなし	—
8	10.4	3.0	3.1	0.3	1層1径間	5.2	1.7	46.6	300	52.7	15.0	18.2	誘発目地部	新たなひび割れなし	—
9	10.4	5.4	18.2	0.6	1層3径間	5.2	1.0	56.7	310	52.6	50.0	18.2	誘発目地部	中間部	0.20
10	12.2	5.2	17.0	0.8	1層3径間	6.1	1.2	45.3	316	51.2	20.0	27.8	誘発目地部	新たなひび割れなし	—
11	11.2	4.4	5.9	0.5	1層1径間	5.6	1.3	75.5	300	50.7	5.0	18.7	誘発目地部	中間部	0.25
12	10.4	6.8	18.4	0.7	1層3径間	5.2	0.8	48.6	304	49.7	5.0	22.8	誘発目地部	新たなひび割れなし	—
13	10.7	5.0	8.4	0.7	1層1径間	5.4	1.1	48.6	308	53.0	5.0	28.6	誘発目地部	中間部	0.35
14	12.5	6.4	9.4	0.7	1層1径間	6.2	1.0	45.7	300	52.7	5.0	20.1	誘発目地部	中間部	0.20
15	11.0	6.4	9.4	0.7	1層1径間	5.5	0.9	45.7	300	52.7	5.0	20.1	誘発目地部	中間部	0.20
16	10.5	6.4	9.4	0.7	1層1径間	5.2	0.8	45.7	300	52.7	5.0	23.0	誘発目地部	中間部	0.20
17	13.0	6.5	10.6	0.8	1層1径間	6.5	1.0	37.5	322	51.9	10.0	27.2	誘発目地部	中間部	0.50
18	11.9	6.5	10.6	0.8	1層1径間	5.9	0.9	37.5	322	51.9	10.0	21.5	誘発目地部	中間部	0.30

コンクリート設計基準強度27N/mm<sup>2</sup>、その他は24N/mm<sup>2</sup>

キーワード ひび割れ制御、誘発目地、温度ひび割れ、マスコンクリート

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 TEL022-266-3713 FAX022-268-6489

短期材齢（コンクリート打設後 4 週間まで）における温度ひび割れの制御状況の調査と報告を行っている。また、水和反応によるコンクリートの温度上昇のピーク値と、コンクリート温度が降下後外気温と同程度になった時の解析結果から温度降下量を推定している。なお、表 - 1 に示す温度降下量の値は、解析結果より推定した値である。これらの研究より短期材齢で得られた知見を以下に示す。

- (1)断面欠損率を 37.5% 以上確保することで、誘発目地部にひび割れの発生を制御できる。
- (2)L/H を 0.9 以下とすることに加えて、温度降下量が 35 を下回るように施工管理を行うことで、より確実な温度ひび割れ制御ができる。

本研究で対象とした全構造物は、短期材齢においては、確実に誘発目地部へひび割れを制御することができた。

### 2.3 長期材齢後の構造物調査結果

コンクリート打設から 12 年経過した RC ボックスラーメン構造物のひび割れ発生状況を表 - 1 に示す。全 18 構造物のうち 13 構造物において、誘発目地間に新たなひび割れの発生が確認された。ひび割れ発生状況の例として、図 - 2 に構造物 17 のひび割れ図を示す。新たなひび割れは、誘発目地間の中央部付近に鉛直方向に発生している。ひび割れ幅は最大で 0.5mm であったが、これらのひび割れ発生箇所からの漏水は見られなかった。なお、他のひび割れの発生が認められた構造物についても同様の傾向が見られた。

誘発目地は温度ひび割れを誘発目地部に集中させ、実質的な拘束長さを低減して温度応力を緩和させるものである(図 - 3)。このとき、全ての温度応力が解放されるものではなく、一部は応力として残っている。その後、残留応力に乾燥収縮による拘束応力が付加され、長期材齢において、新たなひび割れが発生したと考えられる。

次に、新たなひび割れの発生がなかった構造物について述べる。構造物 7、8 は、温度降下量が 18 程度で、また、構造物 4、12 は、L/H が 0.8 程度と小さい。図 - 4 に L/H と温度降下量の関係を示す。図 - 4 から、長期材齢におけるひび割れ発生に関して、L/H および温度降下量との関係性は、特に認められなかった。これより、長期材齢におけるひび割れの発生は、残留応力の大きさだけでなく、乾燥収縮の影響が大きいと考

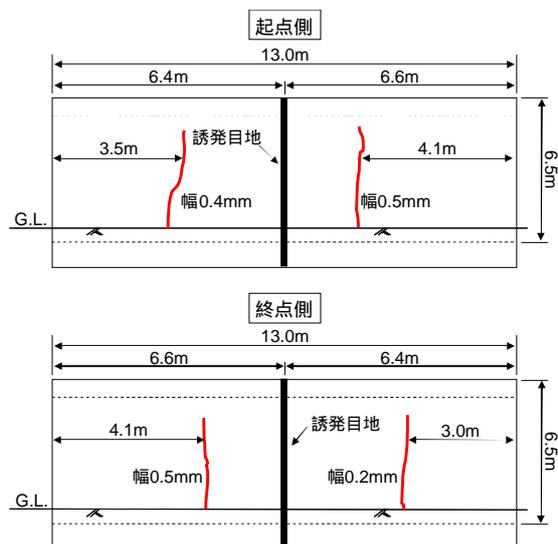


図 - 2 長期材齢のひび割れ発生状況（側面図）

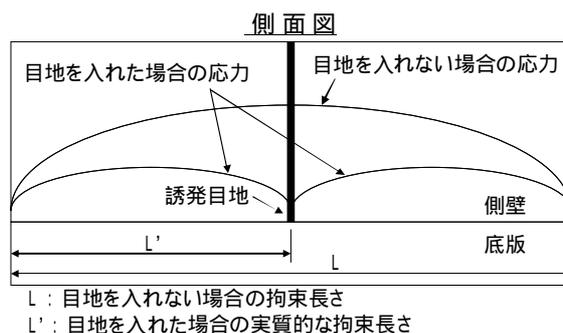


図 - 3 誘発目地による応力の緩和

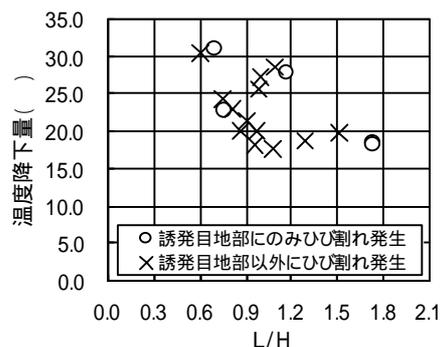


図 - 4 L/H と温度降下量

えられる。

### 3. まとめ

本研究を通して、温度ひび割れ対策を実施し、短期材齢において誘発目地部へ確実にひび割れを制御できた構造物であっても、長期材齢においては、誘発目地部以外にひび割れが発生することが分かった。今後は、温度による残留応力に加えて、長期的には乾燥収縮の影響を考慮する必要があると考えられる。

### 参考文献

- 1) 田附伸一，石橋忠良，古山章一，大庭光商：ボックスラーメン構造物における温度ひび割れの制御方法に関する調査，研究，土木学会論文集 No. 739，