

PC連続合成桁橋の一次床版に発生するひび割れについて

極東工業㈱ 正会員 ○山本修照
正会員 天野敏彦
渡辺博康

1. まえがき

PC連続合成桁橋は、走行性が良い、施工が比較容易である、という利点からスパン30m程度の中規模橋梁に適用される。構造形式は、架橋地点近くでPC単続合成桁を製作・架設し、中間支点上でPC鋼材を連結することにより連続形式とする。床版は、中間支点上の一次床版(PC構造)と、その他の部分の二次床版(RC構造)に分けられる。この形式の橋梁において、一次床版にひび割れが発生するという現場からの報告を受けて、調査及び、発生の原因推定に基づき実橋での試験を行ったので報告する。

2. 現況調査

広島市近辺の6橋については目視によるひび割れ調査を行い、施工完了した橋梁については18橋のアンケート調査を行い、以下の結果を得た。

- ① ひび割れの方法は、張出し部においては橋軸直軸方向、桁間部では橋軸直角方向が多く、一部両桁間部では斜め方向のものもある。(図2)
- ② ひび割れはコンクリート打設後2～3日の若材令で発見されている。
- ③ 特にひび割れ幅の大きい所では、養生水が床版下面に浸透しており、ひび割れは床版を貫通しているものと考えられる。
- ④ ひび割れ幅は大部分0.05mm～0.15mmの範囲にあるが、夏期に施工した場合には0.3mm程度の大きいものもある。
- ⑤ プレストレスト導入後も下面のひび割れは開口したままである。

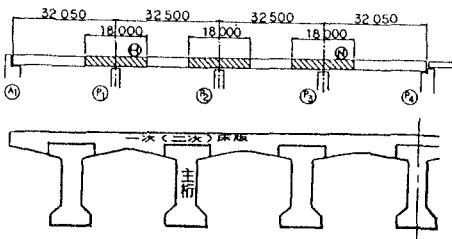


図1 一般図

3. ひび割れ発生原因の推定

ひび割れの発生原因は、前記調査分析を基に「日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針」に従い

- ①セメントの水和熱、②コンクリートの乾燥収縮、③鉄筋量の不足、④床版断面におけるPC鋼材の偏心の影響、と推定した。

4. 予備試験及び本試験

(1)予備試験(2月実施)

前記ひび割れ発生原因の推定を確認するために、①一次床版及び、二次床版コンクリートの温度履歴、②鉄筋による補強効果、③床版ケーブルの偏心量の影響、を調査した。その結果、一次床版は版厚20cm～40cmの薄板ではあるが、既設の主桁が拘束体となって水和熱の上昇による温度応力でひび割れが発生する疑いが強くなり、本試験はこの仮定のもとに計画した。

(2)本試験(4月実施)

(a)目的

早強セメントの一部を普通セメントに変え、両者の温度履歴、コンクリートと鉄筋の歪及び応力を、計測し、ひび割れの相違を調査する。

(b)配合

配合条件は、2種類のセメント使用量を同じとし、その他の材料も同等配合とした。右上に配合表を示す。(表1) 単位は(kg/m³)である。

(c)計測器

計測器の配置図を右に示す。

セメント種別	水	セメント	粗骨材	細骨材	混和剤
早強セメント	169	410	653	1096	1.025
普通セメント	170	410	650	1099	1.025

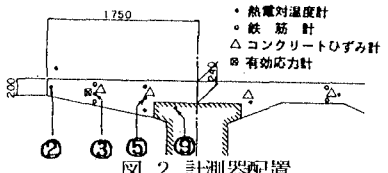


図2 計測器配置

5. 試験結果

(1) ひび割れ発生状況(目視調査)

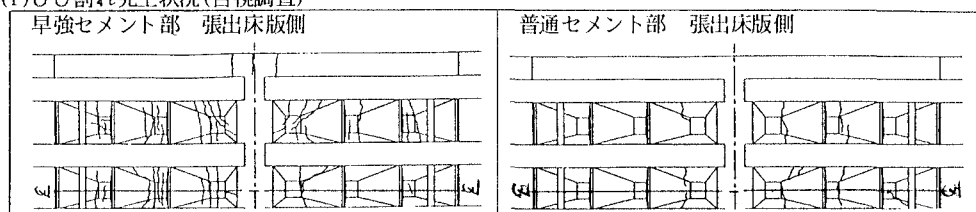


図3 ひび割れ図

上記調査は、材令6日目の目視調査である。普通セメントを使用した場合は、早強セメント使用に比べ、明らかにひび割れ本数が少なくなっている。又ひび割れ幅は早強、普通セメントとも0.05mm程度の微細なものであった。その後材令14日、28日の2回ひび割れ幅を観察し、平均ひび割れ幅が0.08mmから0.12mmへと活性化していることを得た。

(2) 床版の温度履歴

表 2

種別	温度℃			ピーク時の材令
	打設時	量上昇時	差	
早強	16	43	27	13~16H
普通	22	31	9	12~18H

早強部は水和熱による温度上昇で27℃も上昇する。ピーク時は材令15時間頃であり、その後材令48~60時間でほぼ外気と同じになる。普通部では水和熱による温度上昇は9℃と早強部の3分の1にすぎないことが注目される。尚、早強部と普通部の打設時温度が違うのは、打設時刻がずれたためである。

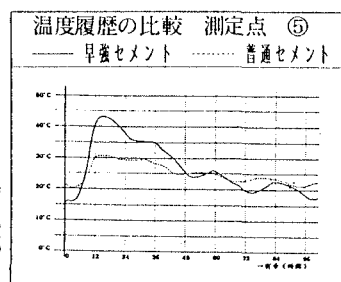


図4 温度履歴の比較

(4) コンクリート歪履歴

早強セメントを使用したコンクリートは、硬化とともに温度が上昇し始めコンクリート内部に圧縮応力が発生する。応力のピークは打設後約14時間で上昇した温度のピークと一致し、約170μであった。その後、引張力が働き約38時間で応力が0、38時間~46時間の8時間の間で、0~400μの急激な引張がおり、この間にゲージ位置にひび割れが発生したと思われる。この推定は本試験と平行して行った試験からもあきらかである。材令40時間における引張強度は15 kg/cm² 静弾性係数は2.0×10⁵ kg/cm² となっており、ゲージには $\sigma = 400 \times 10^{-6} \times 2.0 \times 10^5 = 80 \text{ kg/cm}^2$ の応力がかかっていることになる。目視調査からもゲージ位置にひび割れが発生しており、そのひび割れ幅は、計算上 $250 \times 400 \times 10^{-6} = 0.1 \text{ mm}$ となり、実測値とはほぼ一致した。尚この時のコンクリート温度は打設時のコンクリート温度より10℃高い。材令96時間以降の急激な圧縮歪の発生は床版にプレストレストを導入したためである。一方、普通セメントを使用したコンクリートの歪は、全般に上昇し、打設後42時間で100μとなった。実測ではひび割れが発生していないがひび割れ発生の可能性はある。

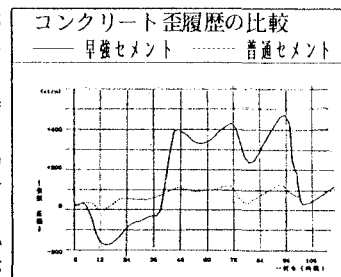


図5 コンクリート歪履歴の比較

6. 結論

連続合成桁一次床版に発生するひび割れは調査の結果から推察し、コンクリートの水和熱による温度応力が主原因である。この温度応力は旧コンクリートである主桁と新コンクリートの床版が打ち継ぎ面で拘束するためによる。このような外部拘束ひび割れは、今まではマスコンクリート特有のものと考えられてきたが一次床版のように富配合の早強セメントを使用する部材は、小さい断面でも十分マスコンクリートの挙動を行うことがわかった。対策案としては試験施工の結果、早強セメント使用を普通セメントに変更することが効果があることが確認された。