

ケミカルプレストレスを活用した 鋼コンクリート合成床版の耐久性向上に関する取り組み

日本車輛製造株式会社 正会員 ○神頭峰磯
日本車輛製造株式会社 松永誠

1. はじめに

鋼橋で採用されることが多い、鋼コンクリート合成床版（以下、合成床版）は、床版下面を鋼板で覆い、コンクリートと一体化させていることから耐久性に優れた床版である。一方、コンクリートが鋼板で覆われることから拘束が強く、コンクリートの体積変化に伴うひび割れ抑制対策として膨張コンクリートが採用されている。道路橋示方書（平成29年11月）においても、合成床版の記述が追加され、膨張材の使用量を 20kg/m^3 から 30kg/m^3 程度としているが、現場においては 20kg/m^3 の使用量が一般的である。本稿では、膨張材を積極的に使用し、床版コンクリートの膨張率を高めて、ひび割れ抵抗性を向上した取り組みについて報告する。

2. 膨張コンクリートによるケミカルプレストレス

図-1 に示すように、膨張コンクリートは、その特性からコンクリート中にケミカルプレストレスと呼ばれる付加圧縮力が得られ、管理供試体を用いることにより、仕事量一定則から構造物内に発生するケミカルプレストレスを定量評価することができる¹⁾。合成床版の場合、ケミカルプレストレスの分布は、図-2 のように床版下面から上面に向かって減少していく。ひび割れは、床版上面で発生するため、床版上面のケミカルプレストレス量が把握できれば、ひび割れ抵抗性の評価に繋がる。この手法を用いて、合成床版の品質管理に、ひび割れ抵抗性を考慮して適用した事例もこれまでに報告されている²⁾。膨張率は高いほど、得られるケミカルプレストレスも大きくなり、床版コンクリート中に発生する引張応力度を相殺することにより、ひび割れ抵抗性が向上する。しかし、膨張材は過大に使用すると圧縮強度が低下する傾向にあることから、使用量の決定には試験練りによる圧縮強度の確認など、十分な配慮が必要である。今回は、JIS A 6202 による膨張率を 300×10^{-6} 程度まで高めて、合成床版のひび割れ抵抗性を向上するための最適な膨張材使用量を検討して施工した。

3. 実施計画

3.1 ひび割れ抵抗性のシミュレーション

実施対象の橋梁は、岐阜県内の連続非合成少数鉸桁の合成床版とした。床版厚は 270mm であり、設計図面や施工条件から、膨張材の標準使用量 20kg/m^3 （膨張率 200×10^{-6} と仮定）に対するコンクリート打込み後の合成床版に発生する引張応力度を算出し、コンクリート標準示方書を参考に、ひび割れ指数を求めた。また、膨張材を増量した場合の効果として、膨張率を 300×10^{-6} とした場合のひび割れ指数の改善量をシミュレーションした。本橋の膨張率と床版上面のケミカルプレストレス量の関係を図-3 に示す。図-3 の膨張率から膨張材の標準量使用

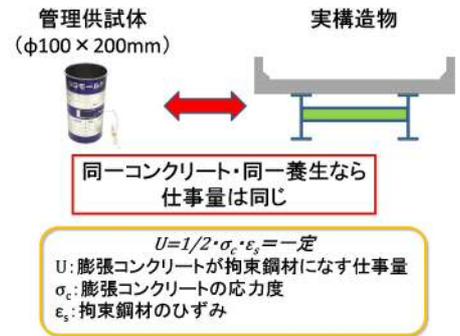


図-1 仕事量一定則の概念

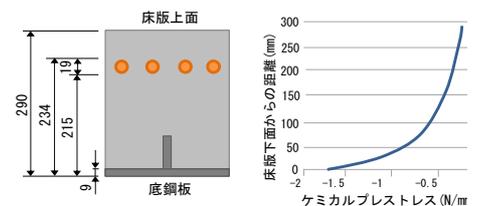


図-2 合成床版のケミカルプレストレスの分布

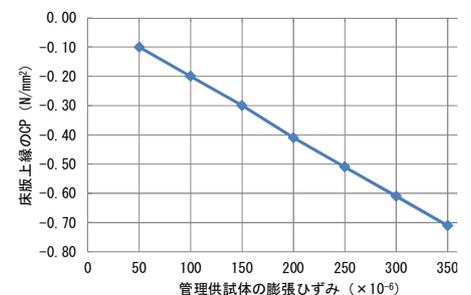


図-3 ケミカルプレストレスと膨張率の関係

キーワード 合成床版, 膨張率, 耐久性, ひび割れ抵抗性, ケミカルプレストレス

連絡先 〒456-8691 名古屋市熱田区三本松町1番1号 日本車輛製造株式会社 輪機・インフラ本部
技術計画室 TEL.052-882-3314

時および増量時のひび割れ指数の検討を行った。その結果、表-1 に示すように、膨張率を上げることで、コンクリート標準示方書で示される、ひび割れ対策レベルが 1 ランク向上することが判った。

3.2 試験練り

合成床版のコンクリートは、呼び名が 30-12-25N であった。膨張材の使用量を決定するため、膨張材 20kg/m³ 使用の基準配合、1.5kg/m³ および 3.0kg/m³ を基準配合から増量した 3 配合で試験練りを行い、膨張率と使用量の関係から採用する膨張材の使用量を決定した。試験練りに使用したコンクリートの配合を表-2 に示す。また、試験練りの結果を表-3 に示す。フレッシュ性状は大きな変化はないが、膨張率は 194×10⁻⁶ から 288×10⁻⁶ まで増加している。膨張材を 3.0kg/m³ 増量した場合の圧縮強度は、若干低下しているが、設計基準強度の 30N/mm² を上回っていることが確認された。試験練りから得られた膨張材の使用量と膨張率の関係を図-4 に示す。このグラフの近似直線式から、膨張率が 300×10⁻⁶ となる膨張材は 23.49kg/m³ であることが判る。しかし、23.49kg/m³ を採用した場合は、さらに圧縮強度の低下が予想される。約 0.5kg/m³ のさらなる膨張材の増量で設計基準強度を下回ることはないと予想されたが、今回は圧縮強度が既知となった 23kg/m³ を採用することとした。

4. 効果検証

試験練り結果から、標準使用量 (20kg/m³) と決定量 (23kg/m³) について、ケミカルプレストレスを算出し、本橋での効果について検証を行った。表-4 に示すとおり、膨張材を増量し、300×10⁻⁶ 程度で施工したことによって、ひび割れ対策のランクが 1 相当向上して、標準施工よりも、ひび割れ抵抗性が向上した合成床版が施工できた。なお、現場で採取したテストピースの圧縮強度は、全て試験練り時の圧縮強度を上回っていた。

5. まとめ

合成床版に 250×10⁻⁶ を超える膨張率の膨張コンクリートを適用して床版コンクリートの施工を行った。本件で得られた知見を以下に示す。

- (1) ケミカルプレストレスを定量化することで、合成床版のひび割れ抵抗性が施工前に確認できる。
- (2) 施工する合成床版の品質向上に最適な膨張材の使用量を検討できる。
- (3) 圧縮強度の管理を行うことで、300×10⁻⁶ 程度の膨張率のコンクリートで合成床版の施工が可能である。

参考文献

- 1) 栖原健太郎, 神頭峰磯, 平井吉彦, 吳承寧: 膨張コンクリートを用いた合成床版のケミカルプレストレスの評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.223-228, 2015
- 2) 神頭峰磯, 木村潤一: ケミカルプレストレスの定量化による合成床版のひび割れ抵抗性の管理, 第 9 回道路橋床版シンポジウム論文報告集, 土木学会, pp.47-52, 2016

表-1 シミュレーション結果

膨張率 (×10 ⁻⁶)	発生応力度 (N/mm ²)	ひび割れ指数	ひび割れ発生確率 (%)	対策レベル
200	1.73	1.28	21.4	3
300	1.56	1.43	14.2	2

表-2 試験練りに使用したコンクリートの配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	Ex	S	G	Ad
1	48.5	45.9	158	306	20	570	634	1.561
2	48.2	45.9	158	306	21.5	570	634	1.561
3	48.0	45.8	158	306	23	568	634	1.561

表-3 試験練りの結果

No.	スランプ (cm)	空気量 (%)	膨張率 (×10 ⁻⁶)	圧縮強度 (N/mm ²)		
				σ7	σ28	比率
1	12.0	5.1	194	27.5	37.0	-
2	13.0	5.2	231	27.7	36.7	0.99
3	12.5	5.1	288	28.2	34.9	0.94

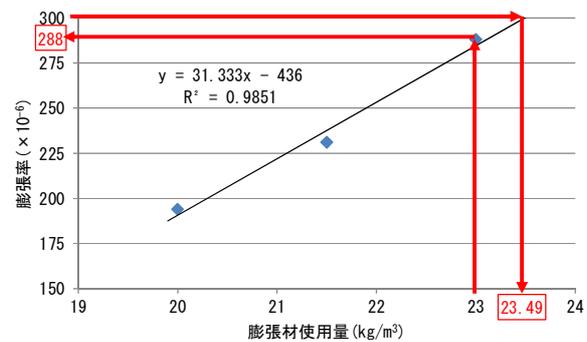


図-4 膨張材の使用量と膨張率の関係

表-4 ひび割れ抵抗性の結果

膨張材使用量 (膨張率)	発生応力度 (N/mm ²)	ひび割れ指数	ひび割れ発生確率 (%)	対策レベル
標準量: 20kg/m ³ (194 μ)	1.75	1.27	22.2	3
決定量: 23kg/m ³ (288 μ)	1.58	1.40	15.1	2 相当