

CS-49 サンドイッチ型複合床版に充填する高流動コンクリートのクリープおよび収縮性状

住友金属工業 正員 阿部幸夫* 住友金属工業 正員 柳本泰伴
住友金属工業 正員 〇井澤 衛 住友金属工業 正員 斉藤 浩

1. はじめに

近年、鋼橋の上部工においては工費削減等の観点から、主桁を大型化して桁本数を減らす少数主桁形式が注目され、これに対応して床版には長支間に適用でき、かつ施工の省力化が可能なものが望まれている。

また一方では、経済性・走行性・耐荷力の面で連続合成桁が注目されている。本形式の場合、床版を主構造部材として積極的に活用するため合理化設計が可能となるが、床版打ち替え時の困難さ等の問題がある。よって、床版には、打ち替えをできるだけ少なくする長寿命化が必要であり、また、中間支点上の負曲げ力により床版コンクリートにひび割れが発生しても床版劣化を助長する雨水の浸入がないものが望ましい。

本研究では、これらの要求を満足する床版として、鋼とコンクリートからなるサンドイッチ型複合床版を提案し、十分な疲労耐久性能を有していることをすでに確認している^{1),2)}。本論文では、鋼殻内に充填しているコンクリートのクリープおよび収縮性状を調査し、合成桁に本床版を適用する際の基礎資料を得ることを目的として実施したクリープ試験結果について報告する。

2. サンドイッチ型複合床版の概要

サンドイッチ型複合床版は、図1に示すように、デッキプレート、C T形鋼および底鋼板からなる鋼殻部を工場にて製作し、現地主桁上に敷設後、鋼殻内部に高流動コンクリートを充填することにより形成される。なお、本床版は、主桁位置の底鋼板に切欠き部を設け、高流動コンクリート充填の際、ずれ止めを設置した主桁と床版との連結も同時に実施できる利点も有する。

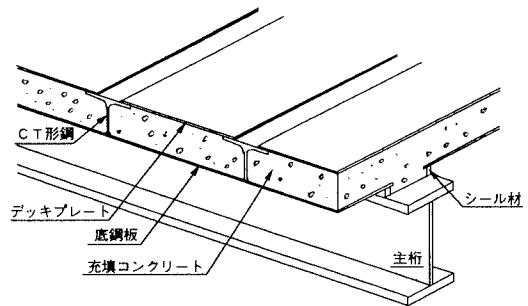


図1 サンドイッチ型複合床版

3. 高流動コンクリートの配合

供試体に用いた高流動コンクリートの配合を表1に示す。配合は、材料分離抵抗性を高めるためセメント量を増加させる粉体系とし、また、現地での施工がポンプ圧入であることを考慮して目標スランプフロー値が55cmとなるように設計した。なお、実際に製造されたコンクリートのスランプフロー値は58cmであり、所定のものが得られた。

表1 高流動コンクリートの配合

施工条件	目標スランプフロー (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	単 位 量 (kg/m ³)				混和剤使用量 (C×%)	
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	高性能 AE 減水剤	空気調整剤
ポンプによる圧入	55±5	4.5±1.5	34.0	172	500	845	816	1.8	0.0009

4. クリープ試験方法

製造されたコンクリートは、所定の型枠に詰め硬化脱型後、アルミ箔を用いて密封状態とし、標準温度状況下（温度20±2℃）に材齢28日まで養生した。また、クリープ試験用供試体と同一養生を実施した強度試験用供試体を用いてクリープ試験載荷開始直前に圧縮試験を実施した。得られた結果を表2に示す。

表2 材料試験結果（n=3）

圧縮強度 (kgf/cm ²)	静弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比
69.6	3.60×10^5	0.206

クリープ試験に用いる供試体は、図2に示すように10×10×40cmの2つの角柱体を鋼製プレートを挟んで配置し、内部にφ30mmのスパイラルシース管を埋設したものとした。なお、試験中も養生時に設置したアルミ箔を常に付け、密封状態とした。軸力導入は、供試体両端に鋼製プレートを設

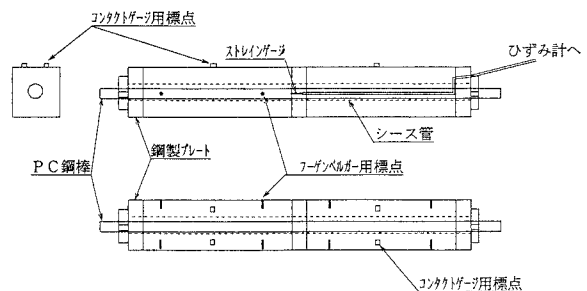


図2 クリープ試験供試体

key words : 床版, サンドイッチ形状, 高流動コンクリート, クリープ, 硬化収縮

* 〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山16 TEL 0479-46-5128 FAX 0479-46-5147

置し、シース管にφ23mmのP C鋼棒を挿入後、センターホールジャッキにてコンクリートに100kgf/cm²の応力が生じるまでP C鋼棒を緊張し、両端のナットで固定した。以後、供試体は温度20±1℃に静置し、必要に応じて応力緩和をP C鋼棒に貼付したひずみゲージで検知して、再導入による応力補正を実施した。

測定は、所定の材齢に達した時点で、供試体両側面に設置したフーゲンベルガー用標点間を計測することにより実施した。また、今回、供試体上面にコンタクトゲージ用標点も設置し、導入軸力方向に対し直角方向となる横ひずみも計測した。なお、硬化収縮によるひずみの補正は、クリープ試験用と同一形状の供試体を無載荷で同一条件下に置き、クリープ測定時に併せて測定した。

5. 試験結果

試験により得られた載荷開始後6ヶ月までの載荷材齢とクリープひずみおよび硬化収縮ひずみとの関係を図3に、載荷材齢とクリープ係数（クリープひずみを載荷開始直後に測定した弾性ひずみ287μで除した値）との関係を図4に示す。

本床版を合成桁として適用する場合、鋼殻内に充填したコンクリートのクリープや硬化収縮が大きいと、床版を構成する鋼殻部に新たな応力が生じる。また、床版全体のひずみも大きくなり、桁端部のずれ止めに影響を及ぼす。

しかし、図3より、載荷開始6ヶ月後のクリープひずみは200μ以下と小さく、また図4より、今後載荷を継続してもクリープ係数は指数関数的に0.7程度に収束する結果であった。このクリープ係数値は、道路橋示方書鋼橋編に記載されているクリープ係数標準値2.0の1/3程度と小さく、土木学会コンクリート標準示方書記載の普通コンクリートのクリープ係数1.5の半分程度であった。これは、用いたコンクリートの水セメント比が普通コンクリートに比べて小さく、組織が密実であったこと、また、密閉状態によりコンクリートの乾燥が進行しないことなどが考えられる。

一方、硬化収縮ひずみに関しても図3より載荷後6ヶ月時点での値が75μ程度と極めて小さい。硬化収縮は乾燥収縮と自己収縮に大きく分けられる。乾燥収縮が小さいのは、密閉状態によりコンクリートの乾燥が進まないことに起因していると考えられる。すなわち、本床版のようにコンクリートが鋼殻に密閉されている構造は、乾燥収縮の影響が小さいといえる。また、自己収縮は、セメントの水和反応により水分が消費されるために生じる現象であり、水セメント比が小さくなるほど大きな傾向を示す。よって、水セメント比が普通コンクリートに比べて小さい粉体系高流動コンクリートの場合、自己収縮の影響が問題となることも考えられる。しかし、今回の試験結果からは、自己収縮ひずみと乾燥収縮ひずみを合わせた硬化収縮ひずみが75μ（載荷6ヶ月後）と小さく、自己収縮の影響も小さい結果であった。これは、自己収縮が水セメント比のみではなく、粉体の種類等の影響も受けるものと考えられることによる。なお、自己収縮の影響が大きい傾向を示したとしても、乾燥収縮が普通コンクリートに比べて極めて小さいため、硬化収縮（乾燥収縮+自己収縮）ひずみとしては、道路橋示方書鋼橋編記載の最終収縮度200μより小さい値を推移するものと思われる。

横ひずみに関しては、載荷材齢6ヶ月時点でクリープひずみが膨張方向80μ、硬化収縮ひずみが30μであり、両者とも小さい値であった。

6. まとめ

本試験の結果から判断すると、サンドイッチ型複合床版に用いる高流動コンクリートのクリープおよび硬化収縮の影響は小さいことが判明した。これは、粉体系高流動コンクリート自体が水セメント比の小さい密実な組織を形成していることと、コンクリートの外面が鋼殻で覆われているため乾燥が進まないことが要因と考えられる。

【参考文献】 1) 阿部ほか：サンドイッチ型複合床版の力学的挙動，鋼構造年次論文報告集第4巻，No.63，H8.11

2) 松井ほか：サンドイッチ型複合床版の移動輪荷重に対する疲労強度特性，土木学会第52回年次講演，I-A 171，H9.9

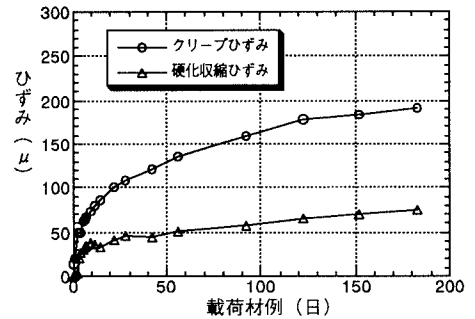


図3 クリープおよび硬化収縮ひずみの経時変化

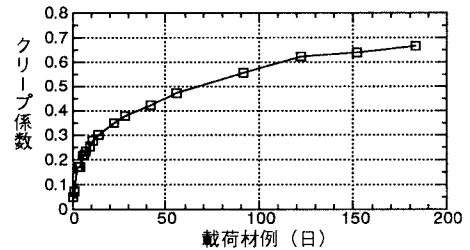


図4 クリープ係数の経時変化