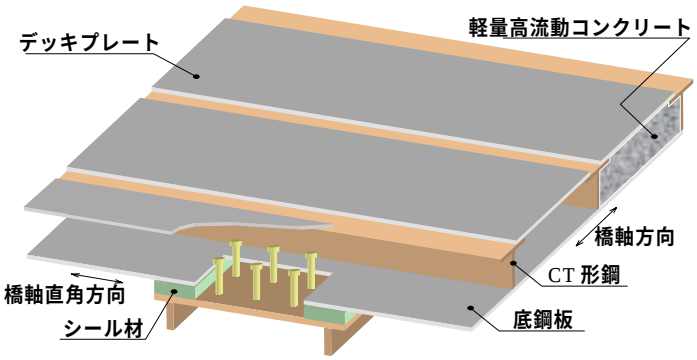
サンドイッチ床版に充填する軽量高流動コンクリートの フレッシュ性状および耐凍害性

八洋ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ　正員○遠藤裕悦※　住友金属工業　正員　上條　崇
住友金属工業　正員　土田昌美　住友金属工業　正員　井澤　衛

１．はじめに

近年，鋼橋の上部工においては，経済性・走行性・耐荷力の面で合成床版を用いた連続合成桁が注目されている。連続合成桁にサンドイッチ床版を適用する長所としては、1)床版の上下鋼板を主構造部材として積極的に活用することができるため合理的な設計が可能 [1]，2)上鋼板を有するため床版のひび割れに伴う雨水の浸入問題から開放され高耐久性を保証できることが挙げられる。唯一の短所としては，一般的な下側鋼板のみの合成床版に比べると床版自重が若干重いことが挙げられる。筆者らは，サンドイッチ床版を用いた連続合成桁の設計において，さらなる合理的な設計を実現するために軽量化を図るべく軽量骨材を用いた高流動コンクリートの調査を進めている。



図－１　サンドイッチ床版の概要

本文では，サンドイッチ床版に用いる軽量高流動コンクリートの配合等の基本性状および凍結融解に対する性状を調査したため，その結果について報告する。またクリープおよび収縮性状関しては，参考文献[2]により別途報告する。

２．サンドイッチ床版の概要

サンドイッチ床版は図１に示すように，デッキプレート，ＣＴ形鋼および底鋼板からなる鋼殻部をあらかじめ工場で作製し現地の主桁上に設置後，鋼殻部内部に高流動コンクリートをポンプ充填することにより形成される。

３．コンクリート配合選定

配合選定試験は施工実績のある普通骨材を用いた高流動コンクリート配合を基本とし，粗骨材を人工軽量骨材に置き換えた場合のフレッシュ性状および各種硬化性状の確認を行った。試験に使用した材料一覧を表１に示す。

サンドイッチ床版用の軽量高流動コンクリートとして必要とされる性能は以下のとおりである。
①スランプフローは 60～70㎝ 程度。 ②初期の沈降量が極めて少ないこと。③単位容積質量は 2.0ｔ/m^3 程度以下。④圧縮強度は材齢 28 日強度で 40N/㎟ 程度。

表－１　使用材料一覧

項 目	適　　用
セメント	高炉セメントB種　密度 3.04 g/cm^3
細骨材	陸砂　表乾密度　2.60 g/cm^3　吸水率　1.98%
粗骨材	造粒系人工軽量骨材　表乾密度 1.34 g/cm^3 絶乾密度 1.68 g/cm^3　含水率 26.5%
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤
増粘剤	水溶性セルロースエーテル

上記条件に対して具体的な項目として，①は高性能ＡＥ減水剤の使用量　②は増粘剤の使用　③は本編の主眼である軽量化に対して人工軽量骨材の使用　④は単位セメント量を変化させることにより最適なセメント量の選定等を検討要因とし予備試験を行った。

測定項目は，スランプフロー，空気量，ブリーディング，初期沈下量，圧縮強度及び凍結融解試験等であり，試験方法は JIS 規格に従い，JIS 以外については該当する学会規格などの関連規格によった。また，凍結融解は床版内部のコンクリートの条件を反映させた，気中凍結・気中融解方法とした。

Key words：床版，サンドイッチ形状，軽量コンクリート，高流動，凍結融解
※　〒253-0071　神奈川県茅ヶ崎市萩園２７２２　TEL：0467-87-3451　FAX：0467-57-0618

４．試験結果

4.1 フレッシュ性状

高流動コンクリートの流動性の指標としてｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰを65cmに設定した場合の，W/Cと増粘剤との組合せを変えたコンクリートの初期の沈下を示したのが図２である。これによると，沈下を抑制するためにはW/Cよりも増粘剤の使用が有効であることが認められる。また，増粘剤を用いた配合はコンクリート表面に上昇する水分がほとんど無く，ﾌﾞﾘｰﾃﾞｨﾝｸﾞ率も 0%であり材料の分離抵抗性にも優れていることが確認できた。また，単位容積質量もほぼ2.0ｔ/m^{3}程度を満足した。

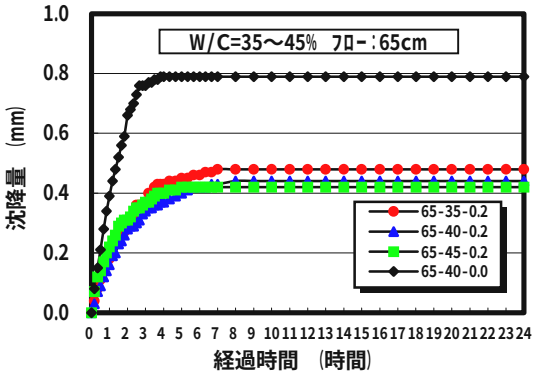


図-２　経過時間と沈降量の関係

4.2 強度発現性

図３にW/Cの逆数であるセメント水比と圧縮強度の関係を材齢毎に示した。これによると，材齢28日ではセメント水比2.22（W/C=45%）以上で45N/mm^{2}以上を発現することが認められる。普通骨材と直接対比の試験は行っていないため一概にはいえないが，軽量骨材を使用した場合でもW/C=45%以下の高強度レベルになると普通骨材との強度差は小さくなるものと考えられる。また，軽量コンクリートの場合，標準養生と水分の供給を遮断した封緘養生との強度差が小さく，軽量骨材内部の水分が水和反応に寄与していることが確認できた。密封状態でも水和反応が正常に進行することは，サンドイッチ床版コンクリートしては有効な性状といえる。本試験の目標は40N/mm^{2}以上であるが，実施工の安全率を考慮してセメント水比2.50（W/C=40%）を選定した。

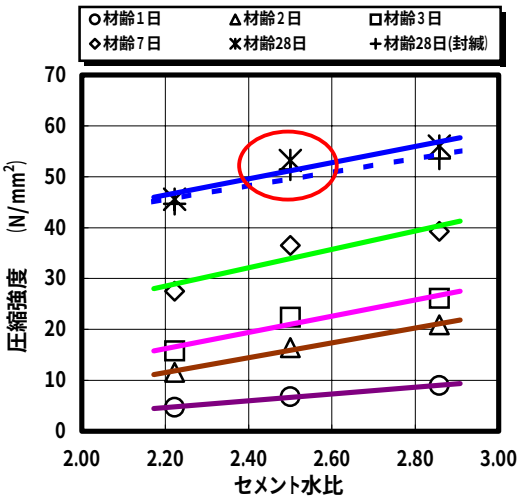


図-３　　ｾﾒﾝﾄ水比と圧縮強度の関係

4.3 凍結融解試験

圧縮強度結果より選定されたW/C=40%配合を用いて凍結融解試験を行った。試験サイクル数と相対動弾性係数を図４に示す。これによると，外気と遮断されている床版内部を模擬した封緘条件と対比に行った一般条件である封緘無しの何れの場合も相対動弾性係数は，300 サイクル終了時に耐久性の標準とされている60%を大きく上回る103%を示している。軽量コンクリートの懸案[3)]とされている凍結融解に対する抵抗性も，本試験のように気中凍結・気中融解方法であれば十分な耐凍害性を有することが確認できた。凍結融解試験結果より最終的に選定された配合を表２に示す。

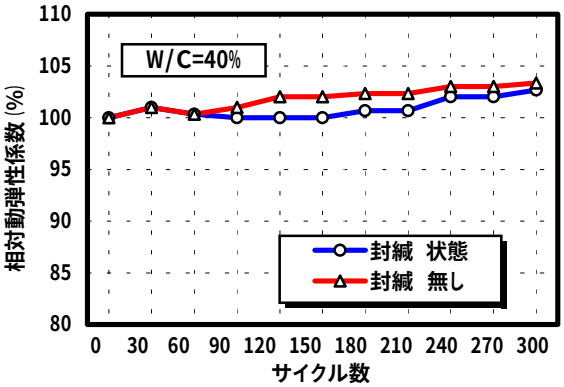


図-４　凍結融解試験結果

表-２　軽量高流動コンクリート選定配合

目標ﾌﾛｰ (cm)	W/C (%)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg/m^3)	ｾﾒﾝﾄ量 (kg/m^3)	細骨材 (kg/m^3)	粗骨材 (kg/m^3)	高性能減水剤 (CX%)	増粘剤 (kg/m^3)	ｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰ (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m^3)
65±5	40	50	175	438	827	547	1.00	0.2	68.0	5.1	1974

５．まとめ

本試験結果より流動性，強度発現性及び耐凍害性に優れた軽量高流動コンクリート配合を選定する事ができた。軽量コンクリートにおいても気中凍結・気中融解という試験条件であれば良好な耐凍害性を示すことが判明し，サンドイッチ床版内部のコンクリートとして十分な機能を有することが確認できた。

【参考文献】
1) 井澤ほか：軽量高流動ｺﾝｸﾘｰﾄを用いたｻﾝﾄﾞｲｯﾁ床版細幅２主箱桁橋の一提案,57回年講,2002
2) 土田ほか：サンドイッチ型複合床版に充填する軽量高流動ｺﾝｸﾘｰﾄのクリープおよび収縮性状,第57回年講,2002
3) 藤木ほか：軽量コンクリートの凍害劣化機構に関する研究,土木学会論文集　№627/V-44,239-250,1999.8