

大阪セメント(株)研究所 正会員 ○中野錦一
立命館大学 理工学部 正会員 児島孝之
阪神高速道路公団 工務部 正会員 水元義久

1. はじめに

本報告は、鋼筋により拘束されるRC床版のひびわれ発生防止対策として、高度減水剤使用コンクリート(HWRC)、鋼繊維補強コンクリート(SFRC)、膨張コンクリート(EXC)および実橋でのひびわれ発生が少ない人工軽量骨材コンクリート(LC)を普通コンクリート(CC)と対比させ、小型合成折模型を製作し、乾燥収縮に伴う析の変形、ひずみ性状を測定した結果と、先に発表者の一人が報告した段階的積層法による合成橋の収縮変形・応力解析法により解析し、各種コンクリートのひびわれ発生防止策としての有効性、および解析法の適合性の拡張を検討したものである。

2. 実験方法

実験に用いた合成折床版用コンクリートの配合と硬化コンクリートの性質を表-1に示す。これらのコンクリートを用

いて、全長300cm、支間270cmのジベル付き鋼筋に床版内の橋軸方向鉄筋比の影響を考慮するために橋1にはD13、橋2にはD16を各々4本づつ配置した床版を打設し合成折を製作した。詳細を図-1に示す。また床版側面にはコンクリートの乾燥防止のため防水シートを貼付した。

乾燥収縮に伴う析のため、鋼筋のひずみは中央および中央より50cmづつ離れた断面で床版下面のひずみは中央断面で図-1に示す方法で測定した。析のため、ひずみの測定は、20℃、湿度60%の室内で行ない、針測の基準値は床版を脱型した後1日とし以後所定日数での測定を開始した。

床版コンクリートの養生および乾燥は、脱型7日まで床版をビニールシートで密閉養生し、それ以降はビニールシートを除去し室内雰囲気中に暴露した。収束の状態で床版コンクリートの乾燥収縮の測定は、体積と乾燥表面積比を床版と同一にした12×30×40cm(30×40cm2面の乾燥)の試体と同一室内、同条件下で実施した。

3. 実験結果および考察

収束後試体による乾燥収縮ひずみ、合成折スパン中央のため、析2のCCおよびLC配合の床版および鋼筋のひずみの実験結果を、図-2、図-3および図-4に示す。また、図中に実測の乾燥収縮ひずみを用い析にひびに最も適合する

コン クリ ート 種 別	材 料 配 合 (kg /m ³)	ス ラ グ 量 (kg /m ³)	空 気 含 率 (%)	ホ ン ト ポ リ マ ー 量 (kg /m ³)	縮 小 係 数 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				原 材 水	原 材 砂	原 材 骨 材	CSA 試験 機	原 材 水	28日圧縮強度		28日引張強度		28日弾性係数		備 考	
						水	セ メ ン ト	砂 材	骨 材						水	水	水	水	水	水		水
CC	20	9.5	8.7	50	42.0	180	880	210	500	1047	—	—	PZNo. 70	414	—	84.8	—	81.8	—	—	—	—
HWRC	20	9.5	9.8	50	44.0	157	814	241	555	1981	—	—	PZNL 4000	416	—	81.0	—	84.5	—	—	—	
SFRC	20	10.0	4.0	50	55.0	203	406	270	617	746	—	—	PZNo. 70	489	398	40.8	86.1	80.7	27.9	※伸縮ひび割	—	
LC	15	12.0	4.8	50	88.4	151	802	—	528	—	578	—	PZNo. 70	296	272	19.3	16.1	17.0	16.1	※縮ひび割	—	
EXC	20	9.5	9.8	50	42.0	175	828	221	525	1559	80	—	PZNo. 70	418	351	34.8	27.4	81.9	28.8	—	—	



図-1 モデル析の寸法と測定装置配置図

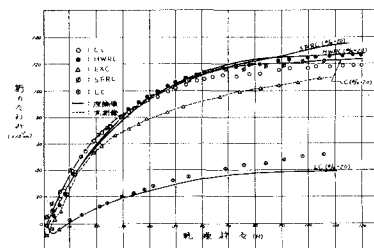


図-2 各種コンクリートの乾燥収縮

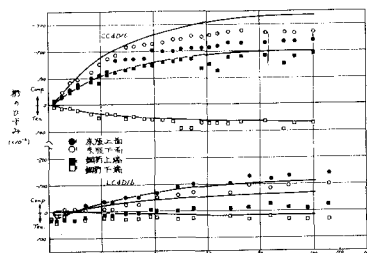


図-3 鋼筋の乾燥収縮

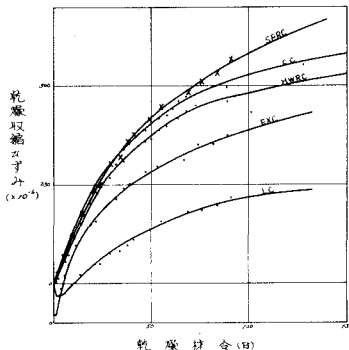


図-4 析の乾燥収縮

基本流動係数(ϕ_0)によって上記解析法により求めた理論値も示した。

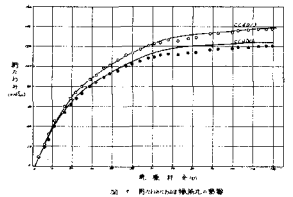
1) 乾燥収縮ひずみ 概令1日を基準とした無拘束収縮ひずみの結果からは、コンクリートの種類別にその値にかなり差があることがわかる。即ち、概令90日で比較するとCCの 500×10^{-6} に対し単位水量が約20%増減したSFRCとHWRCとでは収縮ひずみも約 50×10^{-6} 増減している。一方、EXCやLCは概令初期に膨張を起し、その後、収縮に転じるがその値はCCにくらべ、それぞれ 350×10^{-6} 、 200×10^{-6} と著しく小さくなっている。

2) 析のたわみ コンクリートの種類別の影響を析2で代表して比較すると、CCと同程度の圧縮強度、静弾性係数であるが収縮ひずみの大きいSFRC、また収縮ひずみは小さいが静弾性係数が高くセメントペースト量が少ない(クリープひずみが小さいと推定される)HWRCにおいては析たわみが大きく、収縮ひずみの小さいEXCや、収縮ひずみ、静弾性係数ともに小さいLCではそれは小さくなる。特にLCではCCの $\frac{1}{2}$ 程度と顕著である。

解析法の各種コンクリートへの適合性は、基本流動係数をCC、SFRC、LCで $\phi_0=20$ 、クリープの小さいと推定されるHWRCで $\phi_0=10$ を採用し、十分な適合性が得られた。しかし、EXCの場合は初期膨張量と静弾性係数との関係、無拘束収縮と拘束収縮との関係などに未だ不明な点があり適合性は十分でなかった。このことは、EXCの場合には解析法に新たなパラメータの導入の必要性を示唆していると考えられる。

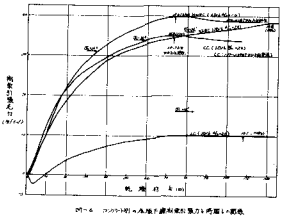
鉄筋比の影響をCCについてみると図-5のようで、鉄筋比 $\rho=1.7$ と 2.6% の差でも明らかに析の収縮変形を拘束していることがわかる。

拘束されたことによるたわみの減少は、昨年度の実験値と同程度であり再現性が確認できた。



3) 析のひずみ CCとこれに比較して特に析ひずみの小さいLCの結果(図-4)を見ると低収縮、低弾性係数のLCでは拘束収縮ひずみがCCの約 $\frac{1}{2}$ と著しく小さくなっていることがわかる。

4) 拘束引張応力とひびわれ コンクリートの種類別に解析した床版下縁に生ずる引張応力と析間との関係を析2について示すと、図-6のようである。なおEXCについては解析法に検討の余地があるため除いた。この結果から拘束引張応力の最大値に達する時間は、CC、HWRC、SFRC、LCでそれぞれ73、73、122および108日、その時の拘束引張応力はLCを除き全てコンクリートの引張強度を超えており、ひびわれの発生確率が著しく高いことを示唆している。



一方、析のひびわれの観察結果では、図中に示したように可視ひびわれがCC、HWRC、SFRCについて観察され、ヤマ発生発見日数が最大応力に達する時期より遅れているといえ、工学的には十分な精度で予測されている。

4 まとめ

5種類のコンクリートを用いた合成析模型によりRC床版のひびわれ防止効果を実験的に調べることと段階的積分法による応力解析法の適合性の検討とを行なった。その結果、単位水量を減じたHWRC、引張強度を改善したSFRCでもCCと同程度のひびわれが発生するが、LC、EXCでは著しく改善できること、また解析法はEXCを除き合成析の収縮変形、拘束応力、およびひびわれ発生時期の推定に有効で適合性が高いことが明らかとなった。

参考文献 1) 児島孝之, 他, 合成析における鉄筋コンクリート床版の乾燥収縮による初期欠陥発生機構に関する研究, X36回 土木学会年次学術講演会概要集 V-165, pp.328.