

## アルカリシリカ反応が発生したプレキャスト PC 床版の膨張とひび割れ性状

金沢大学大学院 学生会員 ○菊地 弘紀, 金沢大学 学生会員 林 健司  
(株)ピーエス三菱 正会員 小林 和弘, 金沢大学 正会員 鳥居 和之

## 1. まえがき

北陸地方の道路橋 RC 床版は、アルカリシリカ反応 (ASR) や塩害による早期劣化の問題を抱えており、複合的な劣化に対する ASR 抑制対策が求められている。このような状況下において、北陸地方では、ASR や塩害による早期劣化に対してのフライアッシュを用いたコンクリートの有効性が実証され、そのプレキャスト PC 桁や PC 床版への利用が進められている<sup>1)</sup>。一方、RC 床版や PC 床版に ASR が発生すると、拘束鉄筋を持たない、上・下筋間に水平方向のひび割れが発生し、凍結防止剤 (NaCl) の浸透により、床版の耐荷力や使用性が急速に失われることが知られている。しかし、ASR が発生したプレキャスト PC 床版の膨張性状とひび割れとの関係はほとんど検討されていないのが実状である。そこで本研究では、富山県常願寺川産骨材を使用した実物大プレキャスト PC 床版の ASR による膨張量とひび割れとの関係について実験的に検討した。

## 2. 実験概要

## 2.1 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは早強ポルトランドセメント (密度:  $3.14\text{g/cm}^3$ ) を使用した。反応性骨材は富山県常願寺川産の川砂 (密度:  $2.62\text{g/cm}^3$ , 吸水率:  $1.85\%$ ) および

川砂利 (密度:  $2.60\text{g/cm}^3$ , 吸水率:  $1.45\%$ ,  $G_{\text{max}}: 25\text{mm}$ ) を使用した。常願寺川産骨材には安山岩が 30% 程度 (ペシマム混合率) 含まれている。この安山岩の主要な反応性鉱物はオパールとクリストバライトである。さらに、常願寺川産の川砂および川砂利の岩石構成率 (安山岩) はほぼ同じであり、いずれも顕著なアルカリシリカ反応性を示すことが知られている。また、常願寺川産川砂および川砂利は化学法 (JIS A1145) で「無害でない」、モルタルバー法 (JIS A1146) および促進モルタルバー法 (ASTM C1260) で「有害」と判定された。

プレキャスト PC 床版の配合を表-1 に示す。ASR を促進するために、等価アルカリ量で  $10\text{kg/m}^3$  の NaCl を添加し、金沢大学内で屋外暴露した。本試験体は実物大プレキャスト PC 床版 (橋軸方向  $3500\text{mm}$ , 橋軸直角方向  $1750\text{mm}$ , 厚さ  $240\text{mm}$  の寸法) である。また、PC 床版のコンクリートの設計基準強度は  $50\text{N/mm}^2$  (28 日材齢) である。

## 2.2 測定項目

PC 床版の測定項目は、膨張率 (コンタクトゲージ法 (基長:  $100\text{mm}$ )) および超音波パルス伝播速度である。膨張率の測定位置は、上下面の橋軸方向中心における端部および中央部、側面および端面の中心部である。超音波パルス伝播速度は厚さ方向において測定し

表-1 プレキャスト PC 床版の配合

空気量 (%)	W/C (%)	単位量 ( $\text{kg/m}^3$ )				
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	NaCl*
4.5	38.7	150	388	822	955	18.87

NaCl\*: 等価アルカリ量  $10\text{kg/m}^3$

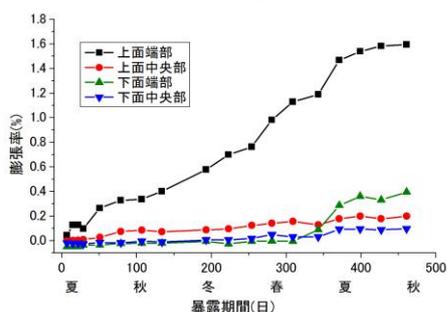


図-1 上面、下面の膨張率 (橋軸直角方向)

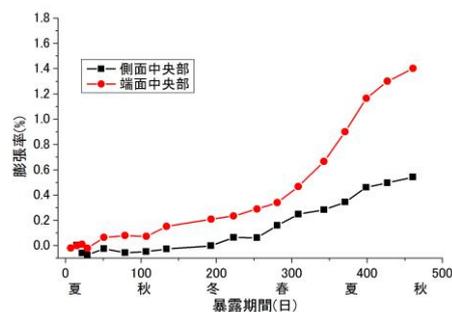


図-2 側面、端面の膨張率 (厚さ方向)

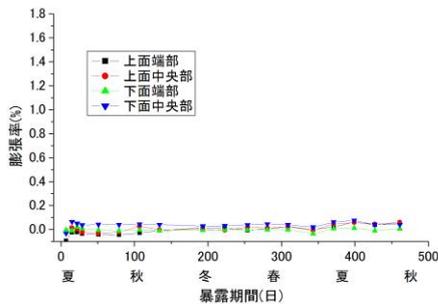


図-3 上面, 下面の膨張率 (橋軸方向)



写真-1 上面, 側面のひび割れ発生状況

ており, その測定位置は, 膨張率の上下面における測定位置を挟むように橋軸方向に2点ずつ測定し, 平均値とした。

### 3. 試験結果および考察

PC床版の橋軸直角方向に関する上面, 下面の膨張率を図-1に, 厚さ方向に関する側面, 端面の膨張率を図-2に示す。本試験体は屋外で暴露しているために, 降雨や日射などの局所的な環境条件と季節的な温度変化が測定値に明確に現れている。また, コンクリートの膨張(ひび割れ(上面))が目視で観察される段階が一旦始まると, ひび割れから水分が内部に供給され, 膨張が加速する。上面端部は降雨や日射の影響をより受けやすいので, もっとも早く膨張が発生し, 膨張が継続している。一方, 降雨や日射の影響を受けにくい側面および端面は暴露約8ヶ月経過後に, 下面端部は暴露約1年経過後に膨張が発生している。これらの膨張挙動は, 気温が高く, かつ日射量が多い夏に進行し, 気温が低く, 日射量も少ない冬に停滞する, という階段状の膨張挙動となっている。また, 降雨や日射の影響が同一である, 側面と端面を比較すると, 端面の膨張率が大きくなっている。これは, 橋軸方向端部では, 橋軸方向に作用するプレストレス力が中央よりも小さいためであると考えられる。同時に, 図-3に示すように, いずれの測定点でも, PC床版の橋軸方向(プレストレス方向)の膨張はほとんど認められなかった。PC床版の上面, 側面のひび割れ発生状況を写真-1に

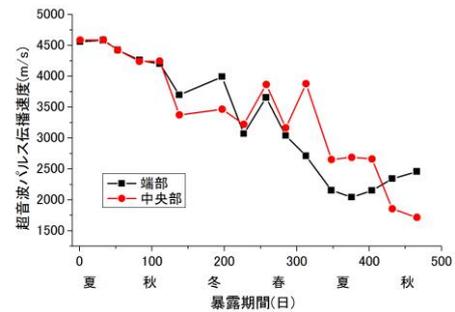


図-4 超音波パルス伝播速度 (厚さ方向)



写真-2 端面のひび割れ発生状況

示す。プレキャストPC床版では, PC鋼材に沿ったひび割れが卓越し, 上面と下面での膨張とひび割れ性状の相違によりそり(中央点で6mm)がすでに発生している。

PC床版の厚さ方向に関する超音波パルス伝播速度の結果を図-4に, PC床版端面のひび割れ発生状況を写真-2に示す。PC床版は上下のPC鋼材間にASRによる水平ひび割れが多数発生しており, この影響でASRの進行とともに超音波パルス伝播速度が大きく低下しているのが確認できた。このような水平ひび割れの発生は実際のPC床版でも顕著に確認され, これが床版の耐力低下の一因となっていることが推測できた。

### 4. 結論

プレキャストPC床版において, 上面ではPC鋼材に沿ったひび割れが卓越し, 上面と下面での膨張とひび割れ性状の相違により, そりが発生した。また, 端面では, 上下のPC鋼材間にASRによる水平ひび割れが多数発生し, これが床版の耐力低下の一因となっていることが推測できた。

#### 参考文献

- 1) 山村智, 桜田道博, 小林和弘, 鳥居和之: フライアッシュコンクリートのPC橋梁への適用に関する実用化研究, プレストレストコンクリート, Vol.57, No.5, pp.46-53, 2015.