

次世代の道路構想の実現に向けたダイバーストリートの実物大モックアップ構築事例 (その3：車両の载荷による3次元変形計測)

(株)豊田中央研究所 正会員 ○牧野 浩明 非会員 市毛 敬介 非会員 大森 俊英
(株)大林組 正会員 粕谷 悠紀 正会員 藤井 達
トヨタ自動車(株) 非会員 伊東 裕司

1. はじめに

前稿(その1)では、道路の施工と同時にその直下に、様々な用途に活用できる地下空間を、低コストかつ短工期で構築できる新しい道路構造、“ダイバーストリート®”を提案し(Fig. 1)、実物大モックアップの設計・施工の概要について報告した。本稿(その3)では、PC床版等の剛性を検証するために、車両を载荷させた場合の3次元変形を計測したので報告する。

2. 画像相関法による3次元変形計測および载荷方法

本研究では、変形の計測に画像相関法を適用した。画像相関法は、対象物にマーカを付与する必要はあるが、3次元の変形を簡便に精度よく計測できるのが特徴である。本実験での分解能は約0.01mmであった。本計測においては天井高さの制限により1式のステレオカメラでは約1m²の領域しか計測できない。そこで合計6式のカメラセットを用い、画像をつなぎ合わせて、1枚のPC床版全体の変形を計測した(Photo 1)。

前稿(その2)に示すとおり、PC床版上に载荷する車体重量は、1.2t, 4.3t, 7.3t, 11.3t, 15.7t, 19.4t, 22.4tの7水準とした。モックアップの中央近傍に、車両の後軸が載るように停止させた(Fig. 2)。その状態で中央のPC床版裏面を撮影し、変形を解析した。Fig. 2とは直交方向に車両を停止させた場合についても、変形を計測した。

3. 結果

画像データを解析し3次元形状を求めたところ、揺らぎのような変位(振幅約0.1mm)が認められた(Fig. 3)。この原因は撮影に使用した照明が空気を温め、空気の屈折率を微妙に変化させ、結果として見かけ上の変形が発生したためと推定された。画像相関法による高精度な計測の場合には、しばしば発生するノイズである。

本計測では、同じ载荷で30枚の画像を撮影して平均値を求めること、またFig. 3に白破線で示した広いエリア(P1~P6, □10~15cm)で平均値を求めることで、ノイズを低減してデータ解析を進めた。

キーワード：実物大モックアップ、载荷、変形計測、画像相関法、道路、地下空間

連絡先 〒480-1192 愛知県長久手市横道41-1 (株)豊田中央研究所 TEL0561-71-7981

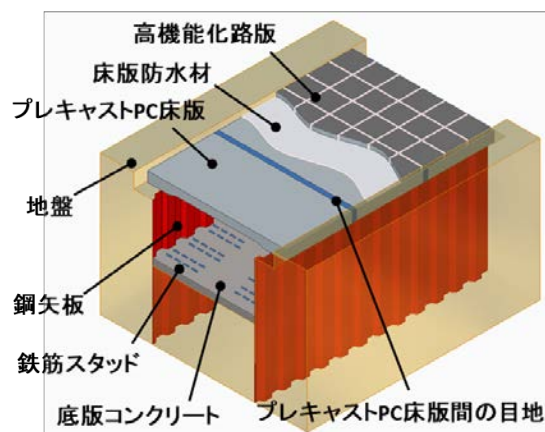


Fig. 1 ダイバーストリートの構造図



Photo 1 地下空間での画像相関法計測
カメラのセットアップ

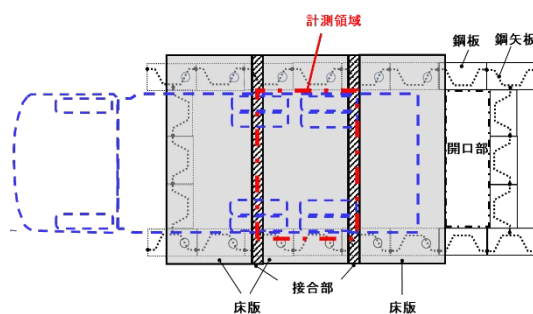


Fig. 2 10t ダンプトラックの载荷方向

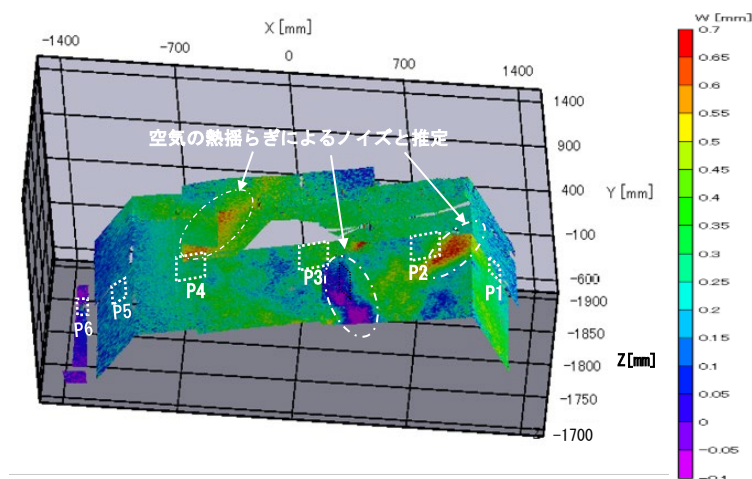


Fig. 3 22.3t 載荷時の PC 床版の z 方向の変位 w を
下方から斜視したコンター図

Fig. 2 の載荷方向の場合の, P1 から P6 における x 方向の変位 u , y 方向の変位 v , および z 方向変位 w を, 7 水準の載荷に対してプロットした結果を, Fig. 4 にまとめて示す. z 方向変位 w については, 沈下方向を正とした. Fig. 4 中の P3 には, 触針式変位計(その 2 に示す D1)での結果(▲印)も併せて示したが, 本計測結果とよく一致し, 双方の計測が妥当であることを裏付けた. 鋼矢板の上端部に接合された鋼板の裏面の P6 以外は, z 方向変位 w が計測された. 計測誤差によるばらつきはあるものの, いずれも載荷に対して線形な変形と判断された.

載荷 22.3t の場合の z 方向変位 w を模式的に Fig. 5 に示すが, PC 床版中央部 P3 が最も大きく, PC 床版の端部に近づくほど小さくなった. これらの変形は載荷による PC 床版の曲げ変形によるものと判断された. 鋼板の裏面 P6 の z 方向変位 w はほぼゼロであり, 沈下しないことがわかった. PC 床版の左右の端部の P1, P5 および鋼板の裏面 P6 には, 0.05mm 程と微小ではあるが, x 方向変位 u が計測された. PC 床版の曲げに伴い PC 床版の端部はわずかに広がる変形をしたことがわかった. なお, 載荷方向の違いによる変形の違いは, 認められなかった.

4. まとめ

ダイバーストリートの実物大モックアップ上に車両を載荷した際の, PC 床版の 3 次元変形を画像相関法により計測した. その結果, 変位 w の値は前稿(その 2)で計測した触針式変位計の結果とほぼ一致して妥当であること, PC 床版が載荷により曲げモードの変形をしていること, その変形は載荷に対して線形的であること, 鋼矢板はほぼ沈下しないが, 幅方向にわずかに広がることなどが明らかとなった. なお, これらの変形は設計の範疇であることを記しておく.

<謝辞> 画像相関法による変形の計測については, (株)レーザー計測の協力を得たので, ここに謝意を表する.

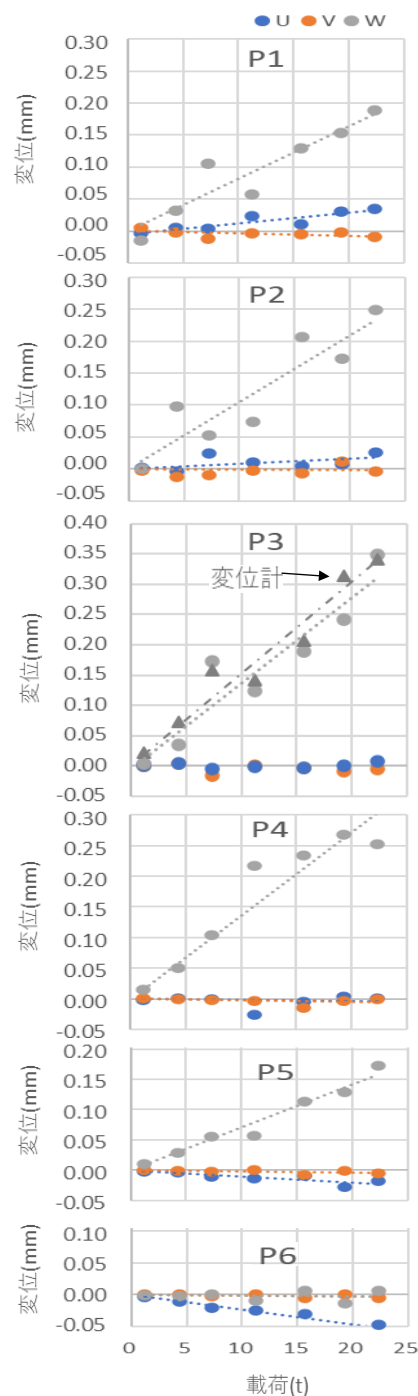


Fig. 4 P1～P6 の変位 u, v, w

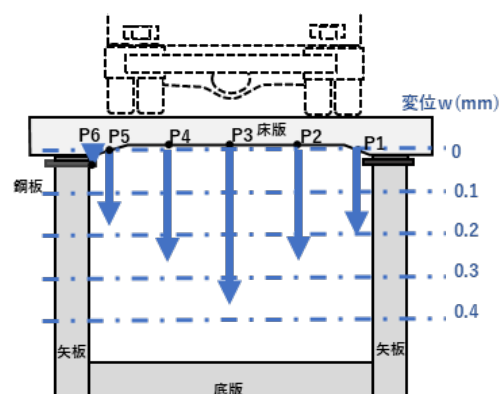


Fig. 5 22.3t 載荷時の変位 w