

OCM による路面のたわみ計測精度に関する研究

(一財) 建設工学研究所	正会員	中西	典明
東亜道路工業(株)	正会員	○梅田	隼
地球観測(株)	非会員	福田	芳雄
大阪大学	正会員	小泉	圭吾
神戸大学	正会員	澁谷	啓

1. はじめに

近年、各所において路面陥没事故が発生しており、これらを防止するため道路管理者はレーダー探査による空洞調査を実施している。調査で空洞が確認された箇所については、スコープによる詳細調査および補修作業が実施されているが、レーダー探査によって発見される空洞箇所は膨大であることから、より簡易に補修作業の必要性を評価する手法が求められている。現状の空洞の陥没危険度は、形状と空洞の土被りでランク付けされているが、空洞上部路面の輪荷重に対する耐力を力学的に評価したものではない。これに対し、FWD を用いて空洞上部に重錘を落下させた際の路面の変位量と空洞部の路面耐力の関係性から、路面の健全度を評価する手法が提案されている¹⁾。この手法を用いれば対象路面の健全度を精緻に評価することが可能である一方、計測時に道路を占有する必要があるため、全ての路面下空洞の健全度を当手法のみで評価するには限界がある。また、FWD 調査用車両は、海外からの輸入が必要であり、より安価な路面変位計測技術を国産技術として確立する意義は大きいと考えた。

そこで本研究では安価な CCD カメラを用いて変位を高精度に検出可能な OCM(Orientation Code Matching)に着目し、OCM による路面のたわみ計測手法について検討を行った²⁾。筆者らは道路端部、或いは歩道にカメラを設置し、走行中のトラック等の輪荷重から路面変位を検出することを最終目的とし、本研究では OCM での計測結果から推定したたわみ曲線を FWD による結果と比較することでその有用性を検証した。

2. 実験概要

FWD で発生させた舗装のたわみに対し、FWD の計測結果を基に OCM の計測精度を評価する。

図-1 は FWD を用いたたわみ曲線の計測概要を示している。この装置は重錘を落下させることで発生する舗装表面のたわみ量を複数点で同時に計測することでたわみ曲線を求めることができる。図-2 に計測概要、表-1 に評価項目を示す。カメラは 3m、4m の位置に設置し、載荷板から 300、450、600mm 地点を計測対象とした。衝撃荷重は FWD で一般的に用いられている 5tf、7.5tf、10tf とし、各条件で 3 回計測を行った。OCM の解析から得られる 3 点のたわみ量を基にたわみ曲線を推定し、FWD で計測された載荷板直下のたわみ量と比較することで精度評価を行った。

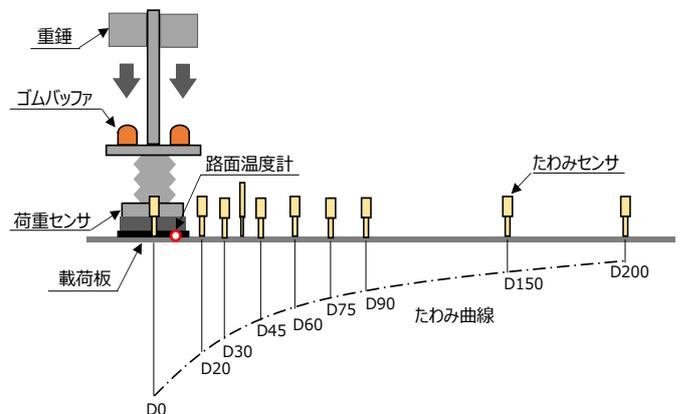


図-1 FWD によるたわみ計測

表-1 評価項目

評価項目	
1. 距離 (m)	3, 4
2. 衝撃荷重 (tf)	5, 7.5, 10
3. 測定回数 (回)	3



図-2 計測概要

キーワード 画像センシング、空洞調査、カメラ、たわみ曲線

連絡先 〒657-0011 神戸市灘区鶴甲1丁目3番10号 (一財) 建設工学研究所 TEL:078-851-1850

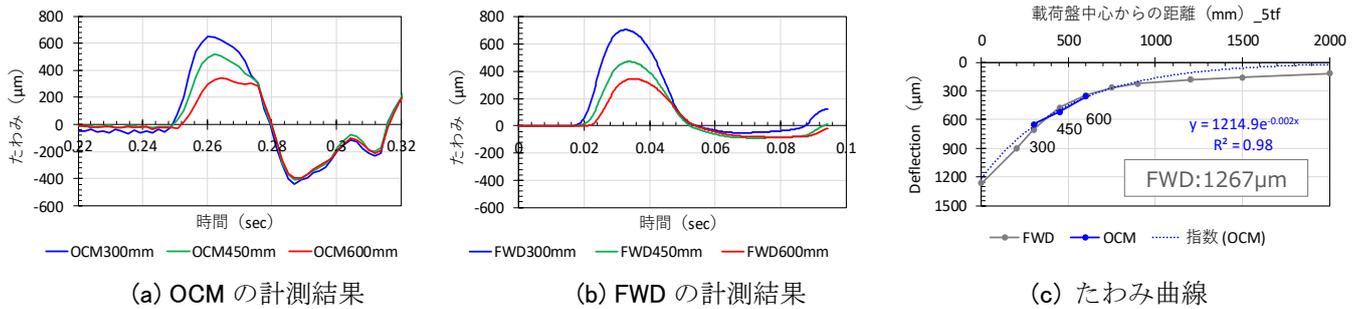


図-3 3m 地点における OCM, FWD から得られたたわみ量およびたわみ曲線

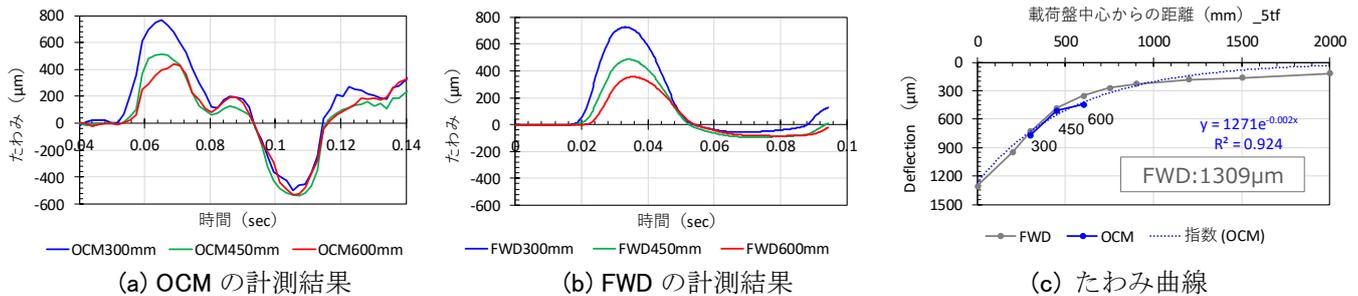


図-4 4m 地点における OCM, FWD から得られたたわみ量およびたわみ曲線

3. 結果

図-3, 図-4 はカメラ位置を変化させた際の衝撃荷重 5tf で得られた OCM と FWD のたわみ量およびたわみ曲線の一例を示している。図-3 より、カメラ位置が 3m のケースでは 300, 450, 600mm 地点の解析結果はいずれも FWD とよく一致している。荷重版直下のたわみ量についても OCM が $1214 \mu\text{m}$, FWD が $1267 \mu\text{m}$ と精度よく推定できている。衝撃荷重 7.5tf, 10tf についても同様の結果が得られた。次に図-4 より、カメラ位置が 4m のケースでは 300, 450, 600mm 地点の解析結果はいずれも FWD と概ね一致している。荷重版直下のたわみ量についても OCM が $1271 \mu\text{m}$, FWD が $1309 \mu\text{m}$ と精度よく推定できていることがわかる。衝撃荷重 7.5tf, 10tf についても同様の結果が得られた。図-5 はカメラ位置が 3m および 4m にて計測した FWD に対する OCM の解析結果を示したグラフである。FWD の計測結果を真値とすると、カメラ位置 4m に比べて 3m の方が正確度および精度とも高い結果となった。ただし FWD のたわみ量に対してカメラ位置 3m で最大 12%, 4m で最大 27%程度の誤差を含むことが確認された。

4. まとめ

OCM の計測精度を評価した結果、カメラ位置 3m および 4m のケースにおいて FWD で得られるたわみ曲線およびたわみ量を概ね推定出来ており、特に 3m の条件下における推定精度が高いことが確認された。この要因として、カメラ解像度やカメラと対象との角度の影響などが考えられるが、詳細については今後の課題である。また、今回の推定には指数近似を用いたが、必ずしも最適でないケースもみられたため、今後どの程度の誤差を許容するかという議論も併せて検討する必要がある。

参考文献: 1)塚本 真也, 澁谷 啓, 梅田 隼, 白 濟民: 道路表面のたわみ測定による陥没危険度評価方法の開発. 基礎工, pp.40-42, 2019.12.

2)小泉圭吾, 中西典明, 福田芳雄, 塚本 真也, 澁谷啓: OCM による路面のたわみ計測手法に関する検討, 土木学会第 76 回年次学術講演会, 2021. (予定)

謝辞: 本研究の一部は (公財) 昭瀝記念財団の研究助成によって行われた。ここに記して深甚の謝意を表す。

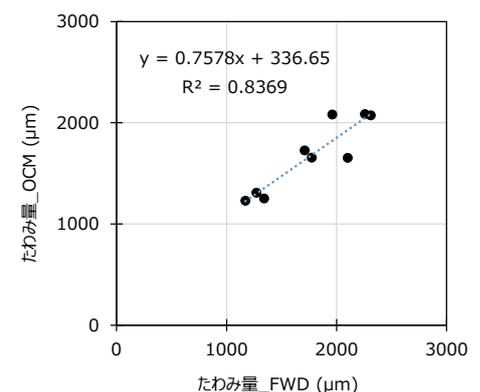
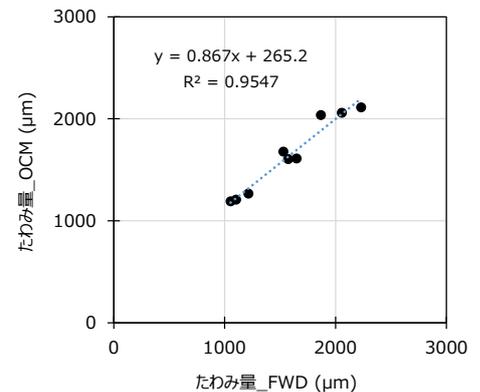


図-5 FWD に対する OCM のたわみ量推定結果