センサデータを活用した舗装補修優先区間表示手法の提案

三井共同建設コンサルタント株式会社　正会員　○吉武　俊章　　石橋　直樹
福島工業高等専門学校　　准教授　正会員　　江本　久雄
スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL)客員教授（山口大学名誉教授）　フェロー会員　宮本　文穂

１．はじめに

地方公共団体の道路管理者にとって，近年の公共事業費や職員数の削減，組織統合による現場までの距離の遠隔化および管理すべき施設の増加という社会環境の中で，効率的な道路施設の維持管理が求められている．筆者らはこれまで，車載可能な汎用性のあるビデオカメラ，マイクおよびGPS付3次元モーションセンサ（以下，センサ）により取得できるデータを活用して，舗装路面の客観的評価，要対策箇所の抽出を安価で簡易に実施できる手法を提案している[1)]．本稿では，舗装補修優先区間を実際の道路の測定（センサ）データに基づいて，道路管理者にわかりやすく表示する手法を提案・考察する．

２．舗装補修優先区間提示手法の概要

今回使用したセンサを**図-1**に示す．センサスペックを**表-1**に，測定車両とセンサ設置状況を**図-2**に示す．このセンサで取得される情報は，3軸加速度及び角速度（100Hz）とGPSによる緯度経度情報（4Hz）である．これまで舗装路面の評価はZ軸加速度標準偏差を評価指標とし，1秒毎の評価結果を**表-2**中央列の判定欄に示すように，赤（要補修），黄（要注意），緑（良好）の3色の色分けで表示していた．また，全体的な路線の状況を**図-3**のように表示していた．しかし，道路管理者の観点から舗装補修優先区間の順位をつけるためには，このような出力形式では利用しにくいことがわかった．そこで，要舗装補修区間を集約し，かつ優先順位を付す手法として，既存データの移動平均を活用したnデータ単位距離平均を提案し，その考え方を**図-4**に示す．

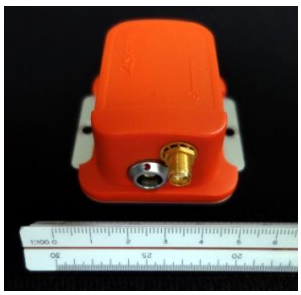

図-1　センサ(MTi-G)

表-1　センサスペック

項　　目	表示単位	加速度
単位;unit		m/sec^2
最大尺度;FS	units	+/- 50
直線性	% of FS	0.2
ノイズ密度	units/√Hz	0.002
帯域幅	Hz	30
A/D解像度	bits	16
項　　目	性　　能	
GPS信号	4Hz,2.5mCEP	
信号取得周波数	120Hz(max)	
最大入力加速度	4g	

図-2　測定車輌とセンサ（赤丸）設置状況

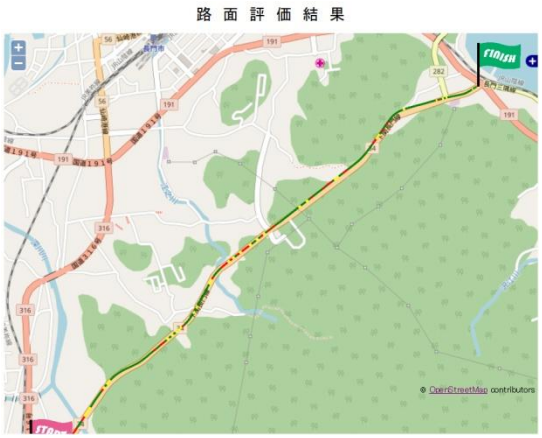

図-3　路面評価結果の地図上表示例

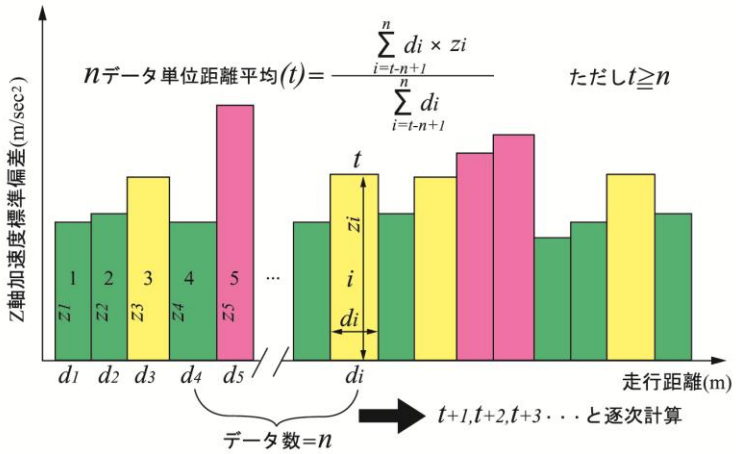

図-4　nデータ単位距離平均の考え方

キーワード　単位距離平均，舗装補修，優先順位，移動平均，GPS，モーションセンサ
連絡先　山口県山口市大内小京都4番3号　(083)934-3822　yossy21@c-able.ne.jp

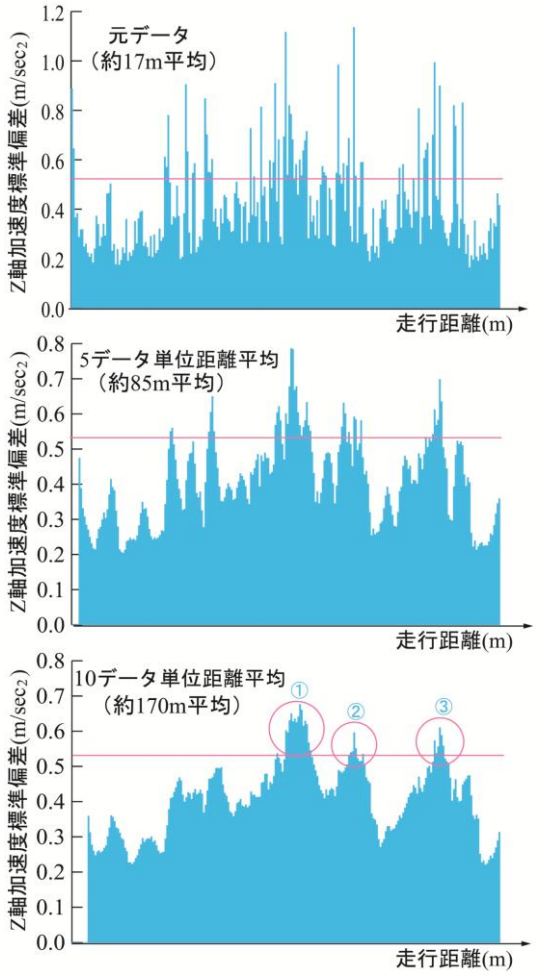

図-5　単位距離平均のデータ数による比較

表-2　単位距離平均計算表（下り車線抜粋）

時刻	点間距離	累加距離	道路台帳	台帳延長	判定	元データ Z	点間距離×Z	10データ累積距離	10データ単位距離平均
2015/9/29 16:31:47	17.8	1515.8	29	25	○	0.276	4.910	180.3	0.335
2015/9/29 16:31:48	17.2	1533.0	29	42	○	0.329	5.640	179.7	0.315
2015/9/29 16:31:49	17.4	1550.4	29	59	△	0.524	9.125	179.0	0.327
2015/9/29 16:31:50	17.4	1567.8	29	77	△	0.439	7.650	178.6	0.321
2015/9/29 16:31:51	17.0	1584.8	29	94	×	0.554	9.441	177.5	0.349
2015/9/29 16:31:52	16.7	1601.5	29	110	○	0.312	5.194	176.0	0.353
2015/9/29 16:31:53	16.7	1618.2	29	127	○	0.380	6.360	174.6	0.366
2015/9/29 16:31:54	17.3	1635.5	29	144	○	0.319	5.512	174.1	0.364
2015/9/29 16:31:55	16.9	1652.4	29	161	○	0.395	6.689	172.6	0.374
2015/9/29 16:31:56	17.3	1669.7	29	179	×	0.735	12.732	171.7	0.427
2015/9/29 16:31:57	17.0	1686.8	29	196	×	0.617	10.517	171.0	0.461
2015/9/29 16:31:58	18.1	1704.9	29	214	×	0.558	10.095	171.9	0.485
2015/9/29 16:31:59	16.5	1721.4	29	230	△	0.422	6.947	171.0	0.475
2015/9/29 16:32:00	17.8	1739.2	29	248	×	0.705	12.575	171.4	0.502
2015/9/29 16:32:01	17.6	1756.8	29	266	△	0.499	8.770	172.0	0.497
2015/9/29 16:32:02	17.6	1774.3	29	283	○	0.229	4.025	172.9	0.487
2015/9/29 16:32:03	17.6	1791.9	29	301	×	0.731	12.856	173.7	0.522
2015/9/29 16:32:04	17.8	1809.8	29	319	△	0.451	8.047	174.3	0.535
2015/9/29 16:32:05	17.6	1827.3	29	336	×	0.783	13.767	174.9	0.574
2015/9/29 16:32:06	17.8	1845.2	29	354	×	0.735	13.100	175.4	0.574
2015/9/29 16:32:07	17.8	1863.0	29	372	×	0.590	10.515	176.2	0.571
2015/9/29 16:32:08	19.0	1882.0	29	391	△	0.430	8.151	177.1	0.558
2015/9/29 16:32:09	17.8	1899.8	29	409	○	0.211	3.764	178.4	0.536
2015/9/29 16:32:10	17.8	1917.6	29	427	○	0.405	7.219	178.4	0.506
2015/9/29 16:32:11	16.5	1934.1	29	443	△	0.495	8.151	177.3	0.505
2015/9/29 16:32:12	17.8	1951.9	29	461	○	0.387	6.894	177.6	0.521

表-3　評価結果確認表

路線A							
上り車線				下り車線			
番号	道路台帳番号	評価値	現地状況	番号	道路台帳番号	評価値	現地状況
①	No.26～No.27	0.57	一部対応済み	①	No.26～No.27	0.603	一部対応済み
②	No.28	0.538		②	No.28	0.535	
③	No.29	0.594	一部対応済み	③	No.29	0.558	一部対応済み
④	–	–	–	④	No.31～No.32	0.576	

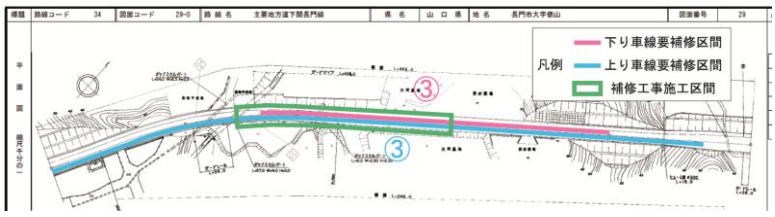

図-6　道路台帳付図へ舗装補修候補区間の表示例

図中の式に時刻 t における n 個のデータの単位距離平均の定義を示す．この手法は，一般的に舗装工事の最低施工延長が 100～150m 程度であるため，複数データの単位距離平均をとって要補修区間を集約するものである． n は施工延長を考慮すれば 5 から 10 データの平均値が想定される．そこで，**図-5** に路線 A（上り車線）の元データ，5 データ，10 データの単位距離平均の比較を示す．縦軸は Z 軸加速度標準偏差で横軸は距離である．図中赤線は補修の閾値を示し既往の研究から MCI が概ね 5 相当の 0.53 とした．最下段の 10 データ単位距離平均では閾値を超える山が3つに集約され，走行速度 60km の場合 10 データ約 170m 区間の評価となる．

3．考察

路線 A（下り車線）の 10 データ単位距離平均計算結果を**表-2** に併記する．表中の最右列が 10 データ単位距離平均で，閾値が 0.53 より大きい値を着色している．右から 2 列目が 10 データ累積距離を示し，赤枠で囲んだ数字の根拠が，左から 2 列目の赤枠で囲んだ点間距離 10 データの和であり，青枠で囲んだものも同様に対応していることを示す．つまり最右列の着色データを含め 10 データ前までの平均値が閾値を超えることから，表中桃色に着色している区間を要補修区間とした．**表-3** に路線 A（上下線）補修優先順位指標として評価値（計算例；**表-2** 最右列着色行平均値）を示し，**図-6** に道路台帳付図の要補修区間表示例を示す．ここに**表-2**, **図-6** 中緑枠で囲んだ区間がデータ測定後の補修工事施工区間であり，表示結果との適合性が確認できる．

4．おわりに

本稿では，センサデータを活用した舗装補修優先区間の表示手法を提案し，その結果を考察したものである．今後は検証対象を増やし，道路管理者の意見を反映して精度の向上を目ざしていく予定である．

参考文献

1）吉武俊章，溝部和広，安村成史，宮本文穂：走行映像と車内走行音および車両振動を用いた舗装路面簡易評価システムの開発，土木学会論文集 F4,Vol. 69, No. 1, pp. 12 – 31,2013. 2.