

土構造物の沈下が路面の供用性に与える影響に関する基礎的検討

(国研) 土木研究所 正会員 ○横澤直人 綾部孝之 藪雅行

1. はじめに

わが国では軟弱地盤上に盛土構造物を設置されることが多く、北海道や東北地方を中心に、軟弱地盤上に設置された盛土が沈下し、道路の供用性が大きく損なわれる事例が確認されている¹⁾。舗装の維持管理にあたっては、ライフサイクルコスト（以下「LCC」という。）を削減することが求められる。軟弱地盤上の路線では、LCC算出にあたり、通常検討する交通荷重による舗装の疲労破壊に加えて、舗装の基盤となる土構造物の沈下に伴う路面の供用性の低下を考慮する必要があるが、土構造物の沈下が路面の供用性に与える影響は明らかにされていない。

本研究では、車両走行時の乗り心地を示す指標である IRI（国際ラフネス指数）に着目し、仮想路面を対象に土構造物の沈下が路面の供用性に与える影響に関する基礎的検討を行った結果を報告する。

2. 検討内容

本研究で想定する路線状況の概要を図-1に、検討手順を図-2に示す。本研究では、①最大沈下量、②橋梁等の沈下しない構造物（以下「非沈下構造物」という。）の数、③路面種類、④最大沈下位置をパラメタとして、表-1に示す組合せで路面の供用性との関係性を検討した。非沈下構造物の延長は一つあたり 20m とし、構造物の延長及び設置数を勘案して対象路線の全長は 300m と設定した。また、完全に平坦である路面（以下「平滑路面」という）と、凹凸のある路面（以下「凹凸路面」という。）の 2 種類の路面を設定した。平滑路面は、沈下量が 0 である基準面と最大沈下位置とを線形補完することで作成した。凹凸路面は 0 から最大沈下量までの間の乱数を生成し、基準面から最大沈下位置まで乱数を降順に並べることで作成した。沈下量の増加に対して IRI の変化が比較的小さい平滑路面では 0.1m ごとに、IRI の変化が比較的大きい凹凸路面では 0.01m 単位で沈下量を計算した。最大沈下位置は、沈下しない両端部の中心部とするケースと始点寄りに 1:2 としたケースを想定した。

IRI は 160m (0.1mile) から 320m (0.2mile) 程度で評価す

ることが一般的である²⁾ことから、本研究では路線全長と同じく 300m を評価区間長とした。IRI の計算は、平滑路面、凹凸路面それぞれについて、0.25m 間隔の高さデータを作成し、文献 3) のソースコードを使用して行った。

解析結果の評価にあたっては、舗装点検要領（国土交通省、平成 28 年度発出）に示されている診断区分 I~III の目安である IRI=3mm/m、8mm/m 及びその中間値にあたる 5mm/m に達する土構造物の沈下量を整理することとした。

表-1 パラメタ設定

パラメタ	設定
①沈下量	<ul style="list-style-type: none"> 0.0m~33.6m (平滑路面) 0.00m~1.94m (凹凸路面) ※IRI=8mm/mとなるまで計算した
②非沈下構造物数	0~4 ヶ
③路面種類	<ul style="list-style-type: none"> 平滑路面 凹凸路面
④最大沈下位置	<ul style="list-style-type: none"> 非沈下部間の中心部 (1:1) 非沈下部間を始点寄りに 1:2 とした時の地点

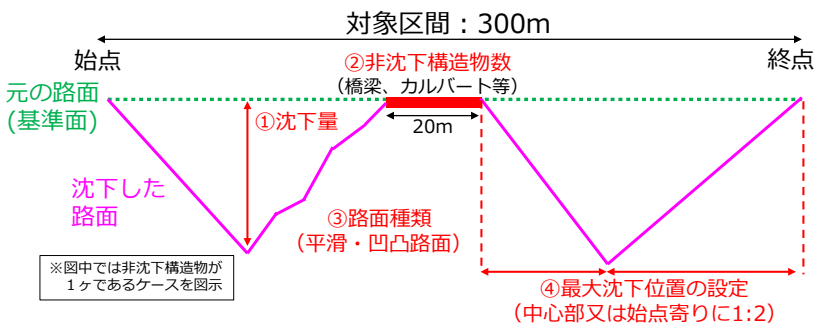


図-1 解析対象路線の概要

①	パラメタを設定し、平滑路面（凹凸路面）のプロファイルを作成する
②	平滑路面（凹凸路面）プロファイルに対して、IRIを算出する
③	パラメタを変化させて①、②を繰り返す
④	IRI=3mm/m、5mm/m、8mm/mとなる沈下量を、非沈下構造物数及び最大沈下位置ごとに整理する

図-2 検討手順

キーワード 舗装, IRI, 軟弱地盤, 供用性

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所道路技術研究グループ E-mail : yokozawa-n574cl@pwri.go.jp

3. 結果

平滑路面の計算結果を表-2に示す。表-2では、非沈下構造物数ごとに、IRIが3mm/m、5mm/m、8mm/mとなる土構造物の最大沈下量を示している。表-2からは、非沈下構造物数が多いケースの方が同じIRIに対して最大沈下量が小さくなっており、同じ沈下量に対して供用性が低下する程度が大きいと言える。また、非沈下構造物数が多いケースでは、IRIの計算結果に対して、土構造物の沈下量の影響が相対的に小さくなる傾向が確認される。これは、非沈下構造物数が多いほど、車両が大きく振動する最大沈下位置における谷状の箇所や非沈下構造物数と土構造物との境界となる箇所の数が増加することで、乗り心地が悪化するためであると考えられる。

一方、非沈下構造物数が0のケースでIRI=8mm/mとなる土構造物の最大沈下量は33.6mと推定されているように、全体的に沈下量が過大であり、現実的ではない結果となっている。このことから、土構造物の沈下が路面の供用性に与える影響を検討する際には、何らかの手法で路面の凹凸を考慮する必要があると言える。

次に、凹凸路面の計算結果を表-3に示す。凹凸路面では、平滑路面と同様に非沈下構造物数が多いほど、同じ最大沈下量に対してIRIが大きくなる傾向や非沈下構造物数が多いケースでは土構造物の沈下量の影響が相対的に小さくなる傾向が確認される。また、平滑路面と比べて所定のIRIに達する沈下量が全体的に小さくなっている。

最後に、最大沈下位置を変化させた場合のIRI計算結果を表-4に示す。表-4では、非沈下構造物数が0ヶのケースと1ヶのケースの結果を示した。平滑路面では、最大沈下位置を始点寄りに設定したケース(1:2)の方が、同じ最大沈下量に対してIRIが大きくなる傾向が確認された。一方、凹凸路面では、最大沈下位置とIRIの間に明確な関係性は確認されなかった。これは、凹凸路面の作成にあたって、毎回乱数を生成して路面プロファイルを作成しているため、最大沈下位置の相違よりもプロファイル間のばらつきの影響の方が大きかったためと考えられる。

4. おわりに

本研究では、IRIに着目し、土構造物の沈下が路面の供用性に与える影響に関する基礎的検討を行った。検討の結果、路面の凹凸を考慮する必要があること、同じ沈下量に対して非沈下構造物数が多いほど供用性が低下することが確認された。

一方、IRIの評価区間長を短く設定することで、非沈下構造物と沈下した土構造物の境界部分に生じる段差などの局所的な路面変状の影響を評価することが可能になると予想される。本研究では、区間全体の供用性を対象としたが、土構造物の沈下と路面の供用性の関係性を把握するためには、局所的な路面変状の影響を加味した検討を行うことが今後必要となる。また、路面の凹凸については、本研究では乱数を用いた仮想路面を対象としたが、実道で取得した路面プロファイルデータを使用するなどして、今後さらなる検討を行う必要がある。

表-2 平滑路面における計算結果

		IRIごとの最大沈下量[m]		
		3mm/m	5mm/m	8mm/m
非沈下 構造物数	0	12.6m	21.0m	33.6m
	1	1.2m	3.2m	5.2m
	2	0.7m	1.2m	1.9m
	3	0.3m	0.6m	0.9m
	4	0.2m	0.4m	0.5m

表-3 凹凸路面における計算結果

		IRIごとの最大沈下量[cm]		
		3mm/m	5mm/m	8mm/m
非沈下 構造物数	0	70cm	125cm	194cm
	1	36cm	57cm	90cm
	2	22cm	35cm	58cm
	3	15cm	23cm	38cm
	4	11cm	19cm	30cm

表-4 最大沈下位置を変化させたケースでの計算結果

非沈下 構造物 数	路面 種類	最大 沈下 位置	IRIごとの最大沈下量		
			3mm/m	5mm/m	8mm/m
0	平滑 路面	中心部	12.6m	21.0m	33.6m
		1:2	11.2m	18.6m	29.9m
	凹凸 路面	中心部	70cm	125cm	194cm
		1:2	71cm	119cm	189cm
1	平滑 路面	中心部	1.2m	3.2m	5.2m
		1:2	1.7m	2.9m	4.6m
	凹凸 路面	中心部	36cm	57cm	90cm
		1:2	34cm	55cm	91cm

注) 最大沈下位置「中心部」の計算結果は表-2及び表-3を再掲

参考文献 1) 林宏親, 山梨高裕: 泥炭地盤における道路盛土

の残留沈下に関する実態調査, 第30回日本道路会議, 論文番号4022, 2013. 2) (公社)日本道路協会: 舗装性能評価法—必須および主要な性能指標編—, 2013. 3) Filip Šroubek, Michal Šorel, Josef Žák: Precise International Roughness Index Calculation, *International Journal of Pavement Research and Technology*, Vol.15, pp.1413–1419, 2022.