

建設現場の更なる生産性向上を目指したR I 計測データの統計整理による密度計測頻度の低減検討

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○高木 進之介
(株)高速道路総合技術研究所 正会員 倭 大史
(株)高速道路総合技術研究所 正会員 田久 勉
八千代エンジニアリング(株) 正会員 吉川 修一

1. はじめに

近年、労働人口の減少や高齢化が進む中、生産性向上を目的とした省力化や業務効率化が土工構造物の施工に対しても進められている。生産性向上においては、現場業務の効率化の観点から土工構造物の施工管理に関する、試験頻度や立会頻度、提出書類の見直しなどが求められている。土工工事では、品質管理において RI 計器による土の密度試験 (JGS1614) や砂置換法による土の密度試験 (JIS A 1214) を用いて密度比や空気間隙率の計測が必要となるが、特に、新設工事のような大規模な土量を扱う土工工事に比べて、下部工工事や4車線化工事、付加車線工事などの少ない土量を扱う工事においては、毎層の計測作業が占めるウエイトが大きい。そこで、本研究では、RI 計器による計測の作業負担を軽減し、省力化に繋げることを目的として、裏込め部などの土工工事の密度比の計測データを分析し、計測回数削減の可能性について検討する。

2. 検討概要

東・中・西日本高速道路株式会社では、土工工事における品質管理のための RI 計測の頻度は毎層であり、施工部位ごとに計測点数は6点または15点を規定している。毎層の密度比は各計測点における値の平均値を求め品質管理している。本研究では、高速道路事業における土工工事のデータを抽出し、裏込め A・B、上下部路床の4つの施工部位を対象に、RI 計測の頻度を削減した場合について検討する。

なお、新設工事などの大規模工事と下部工工事や4車線化工事などの中小規模工事について、工事の規模に違いはあるが各施工部位に求められる密度比や施工層厚などの管理基準は変わらないため、同様の密度比計測データが得られている。そのため、工事規模に関係なく材料データ数の多い工事をデータ分析の対象とした。

3. データ分析内容

データ分析方針、対象データおよび分析方法について、以下に示す。

- (1) データ分析方針
密度比の平均値 (6点または15点の平均値) を用いて、RI 計測の頻度を毎日 (現行基準通り) と2日に1回 (毎日計測したデータの隔日分を無視) に削減した場合の密度比の傾向を調べる。
- (2) 対象データ
表1に分析に用いた対象データを示す。RI 計測回数が多い工事の RI 計測の平均値 (平均点の数) 2,918 データのうち、裏込め A 1,172 データ、裏込め B 1,103 データ、下部路床 317 データ、上部路床 326 データを用いた。

- (3) データ分析方法
計測頻度の削減については、バラツキを加味して検討する必要があるため、密度比データや標準偏差を用いた統計的分析を実施する。具体的には、毎日計測する場合と2日に1回に計測する場合の密度比の最大値、最小値、平均値および標準偏差を整理する。また、RI 測定回数の省略方法については、表2に示す。

表一 各施工部位における対象データ数

施工部位	工事名	RI 計測回数 (平均点の数)
裏込め A	A 工事	703
	B 工事	205
	C 工事	112
	D 工事	76
	E 工事	37
	F 工事	39
裏込め B	G 工事	196
	H 工事	286
	I 工事	284
	J 工事	160
	K 工事	32
	M 工事	38
	L 工事	81
	N 工事	26
下部路床	O 工事	35
	P 工事	57
	Q 工事	66
	R 工事	136
	V 工事	23
上部路床	W 工事	96
	X 工事	61
	Y 工事	111
	Z 工事	10
	AA 工事	48
合計		2,918

表二 RI 計測頻度の省略例

測定日	測定値 (締固め度 (%))				
	1	2	3	4	5
R2.3.9	99.2	99.3			
R2.3.10	98.3	99.6			
R2.3.12	98.0				
R2.3.13	97.9	97.0			
R2.3.17	98.8	98.9	97.9		
R2.3.18	98.8	98.0	98.8	98.9	98.5
R2.3.19	99.1	97.7	99.5	100.8	99.0
R2.3.20	99.6	99.0	99.7	99.9	99.6
R2.3.21	99.3	98.6	99.7	99.2	98.9
R2.3.23	98.6	99.4	98.6	99.1	98.6
R2.3.23	97.5	99.3	99.8	98.7	

測定頻度を2日に1回とした場合の分析対象日

キーワード RI、品質管理、密度比、生産性向上、省力化、
連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1丁目4番地1
株式会社高速道路総合技術研究所 道路研究部 土工研究室 TEL042-791-1694

4. データ分析結果

4つの施工部位に対してデータ分析を実施したが、本稿では特にデータ数の多い裏込めAの結果を示す。

図-1にA工事の各施工日あたりの測定層数における締固め度を示す。毎日計測する場合は64日施工で703点計測し、2日に1回の場合は32日施工で343点計測となった。また、毎日計測する場合は管理基準値を下回る平均点が2点あったのに対し、2日に1回の場合は全ての平均点が管理基準値以上となった。また、両者を比較するとバラツキの傾向はそれほど変わらないように見える。

図-2にA工事のRI計測頻度を2日に1回に省略した場合の密度比の最大値、最小値、平均値、標準偏差の関係を示す。毎日計測する場合と2日に1回の場合を比較すると、全体の平均値と標準偏差が同様の値であり、両者とも全体の平均値から標準偏差を差し引いても管理基準値を満足する結果となった。

表-3に裏込めAの全6工事におけるRI計測頻度を2日に1回に省略した場合の密度比の最大値、最小値、平均値、標準偏差の値を示す。E工事については、毎回計測する場合と2日に1回の場合の両者とも、管理基準値を下回る平均点の数が多く、全体の平均値から標準偏差を差し引くと管理基準値を下回る結果となったが、その他の工事においては管理基準値を上回ることが確認された。また、全体の標準偏差については、各工事とも毎回計測する場合と2日に1回に省略した場合を比較するとその差は0.2以内であり、バラツキの差はほとんど無いことが示された。今回掲載できなかったその他の3つの施工部位に対しても同様のデータ分析を実施しており、裏込めAの結果と同じような傾向が得られている。なお、管理基準値を下回る平均点については、再転圧などにより管理基準値を満足していることを確認している。

5. まとめ

本研究では、RI計測の頻度を2日に1回に削減した場合のRI計測回数と密度比の関係を示し、以下の結果が得られた。

- ・密度比(2,918データ)の最大値、最小値、平均値、標準偏差を比較した結果、2日に1回に削減した場合も4つの施工部位とも密度比は管理基準値をほとんど満足している。
- ・毎回計測する場合と2日に1回に削減した場合のバラツキの傾向は変わらず、標準偏差もほとんど同様である。

以上より、RI計測の頻度を2日に1回に削減できる可能性を示すことができた。

今後の課題として、2日に1回に削減した場合、密度計測しない層が発生してしまうため、RI計測の代わりとなる品質の担保が必要であると考えられる。ICT土工を活用した方法も含め現場省力化につながるような代替案を引き続き検討していく。

参考文献

1) 東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株):土工施工管理要領 II.盛土工, 令和2年7月

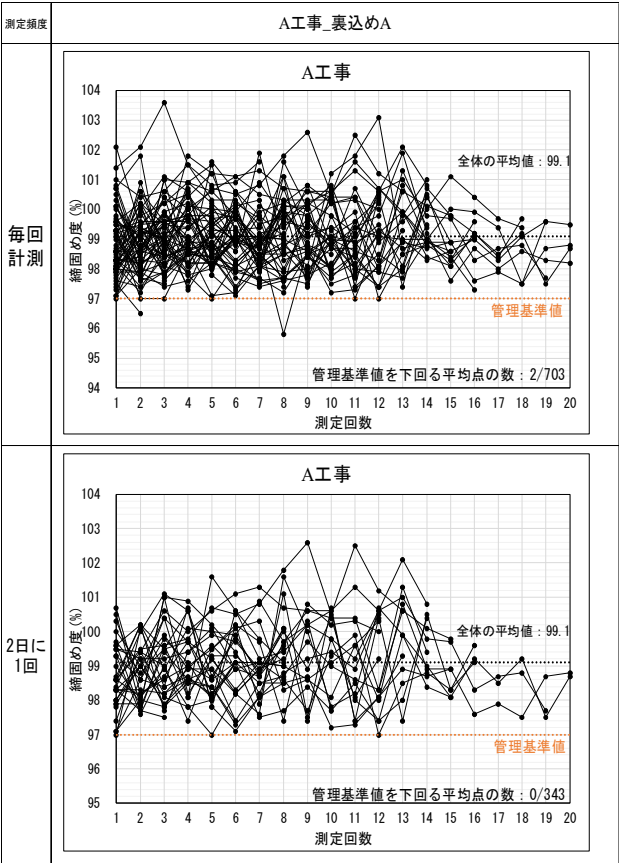


図-1 RI計測頻度の省略例

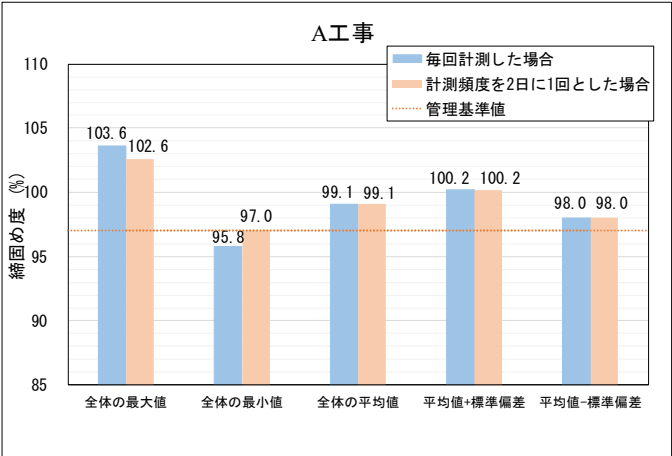


図-2 A工事の密度比の各値

表-3 裏込めAの6工事における密度比の各値

工事名	ケース	最大値	最小値	平均値	標準偏差	平均値-標準偏差	管理基準値を下回る平均点の数
A 工事	毎回計測	103.6	95.8	99.1	1.1	98.0	2/703 (0.3%)
	2日に1回	102.6	97.0	99.1	1.1	98.0	0/343 (0%)
B 工事	毎回計測	106.4	92.6	98.7	1.4	97.3	4/205 (2.0%)
	2日に1回	102.6	92.6	98.5	1.4	97.1	4/105 (3.8%)
C 工事	毎回計測	111.3	97.0	101.7	4.3	97.4	0/112 (0%)
	2日に1回	109.7	97.1	102.1	4.4	97.8	0/63 (0%)
D 工事	毎回計測	105.1	97.6	100.4	1.6	98.8	0/76 (0%)
	2日に1回	105.1	97.6	100.6	1.7	98.9	0/41 (0%)
E 工事	毎回計測	106.3	90.2	97.9	3.1	94.8	12/37 (32.4%)
	2日に1回	102.0	90.2	97.9	2.9	95.0	6/21 (28.6%)
F 工事	毎回計測	100.8	97.0	98.9	0.7	98.2	0/39 (0%)
	2日に1回	100.8	97.5	99.0	0.8	98.2	0/20 (0%)