

曲線改良における仕上がり基準値に関する一考察

JR 東日本 東京支社 正会員 高橋 正則
JR 東日本 東京支社 正会員 籠谷 陽平

1. 目的

現在、当社東京支社管内では、曲線区間における乗り心地の抜本的向上を目指し、TC型省力化軌道敷設を実施するため、曲線整正工事を頻繁に実施している。本来曲線整正とは、形の崩れた曲線を諸元通りに復元することであるが、地形や構造物等の条件より、元の諸元へ復元困難な箇所が発生している。その際、現線形を測量し、その結果から克服すべき条件より最適な諸元を求めて諸元変更の上、任意点の絶対移動量をもとに曲線整正工事を実施している。

しかし、実際の曲線整正工事では、10m弦正矢量からの通り基準値を適用して軌道の仕上がり状態を確認しており、測量により求めた絶対移動量で曲線整正を実施しながら、仕上がりは相対的な基準で確認しているのが現状である。そこで、絶対基準で曲線整正を実施した場合の仕上がりをもとに考えるべきかを考察する。

2. 局所的曲線半径差からの通り・移動量の関係の考察

曲線整正を実施するにあたり、移動量を定める方法は、以下の方法がある。

総正矢法による移動量決定

線形測量により新線形を設定し移動量決定

ここで、線形測量により移動量を決定する方法により曲線整正を実施する際、設定した移動量通りに軌道が動かなかつた場合は、設定曲線諸元に対する通り変位が発生するのは議論を待たないが、その変位量がどの程度となるかについては、前後の実移動量の差の影響や軌道中心線延長の差が発生するため、推測するのは困難と考えられている。

そこで、仕上がり検測時の正矢 V' 、設定した諸元 R からの正矢を V 、測定弦長 l とすれば、通り変位は $n = V - V'$ と表せる。その際 V' から半径 R' を推定すると式(1)となる。ここで仕上がり検測による逆算

半径と設定半径の差を D とおけば、式 $V' = \frac{l^2}{8R'} \Lambda$ (1)

(2)と表せることが示されている。また、これら2つの半径に対して $D = \frac{R^2}{R + \frac{l^2}{8n}} \Lambda$ (2)

曲線道程 L を一定とし、同じ点から出発した2つの曲線の離れ量を X とおけば、半径差と離れ量は式(3)の関係があることが示されている。¹⁾ $D = \frac{XR^2}{XR + \frac{L^2}{2}} \Lambda$ (3)

ここで、これら半径差の関係を等しいとし、曲線道程 L の区間を測定弦長 l で検測する際の公角を 2θ とおけば以下の関係があり、離れ量 X について、設定曲線半径 R 及び測定弦長 l 及び通り変位 n で表すと、式(4)と導ける。

$$X = 4n \times \left(\frac{4R^2}{l^2} \left(\sin^{-1} \frac{l}{2R} \right)^2 \right) \Lambda \quad (4)$$

式(4)の導出結果を弦長 $l=10\text{m}$ とし、半径 R 毎に通り変位 n と離れ量 X の関係を表すと図-1となる。

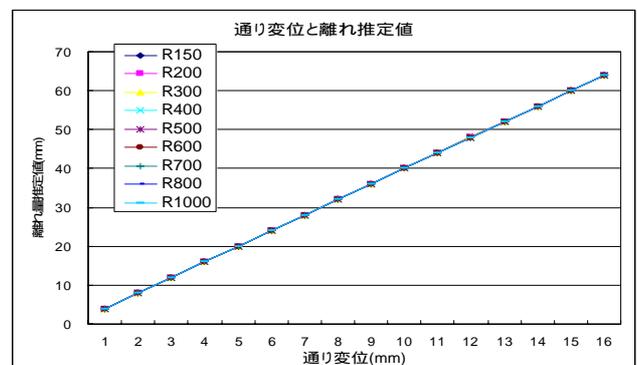


図-1 通り変位と離れ量の関係

この結果、半径に依存することなく離れ量すなわち、移動量の誤差の $1/4$ が通り変位に影響を与える結果となった。

これは仕上がり検測した一区間の曲率が一定でありかつ、道程が変わらないとの仮定の下で成り立っている。実際の軌道は逆算半径どおりに正規な円を描いているとは言い難い。また移動量を与えることによって軌道の延長が若干だが変わる事となる。さ

キーワード：曲線整正，絶対基準，仕上がり基準値

らに曲線全体を見れば、軌きょう剛性・道床状態により、移動量の差がある 1 点のみ異なり、残りの延長すべてが設定した移動量通りに移動する施工は実際は考えにくい。

これらから、計画した移動量の差と通り変位の差が仮定どおりに 4 倍の関係があることを見出すのは困難であると考えられる。

また、一般的に正矢法による移動量と通り変位の差は、ある 1 点での移動量に対して等しい通り変位が発生し、隣接する点は移動量の半分の通り変位が発生する。この関係ともよく吟味しなければならない。よって、移動量差を仕上がり基準として一義に規定するのは現状の仮定では困難であるといえる。

3. 施工データからの通り変位と移動量差の検証

測量により線形を求めて曲線整正を施工した際の設定移動量と実移動量の差の分布と、通り変位の分布を比較した。対象箇所は、上野～鶯谷間の山手線・京浜東北線とした。当該箇所は R300 前後の複心曲線が各線とも 500m 続く区間で、保守困難な曲線であった。この区間での最大移動量は約 360mm で、1 回の施工延長は各々 200～300m で施工した。

1 回の施工での関係を示す為、標本数は少ないが度数分布から正規分布化し、移動量差・通り変位の標準偏差・尖度を比較した。

移動量差の度数分布を正規分布化したグラフを図-2 に示す。度数頻度から移動量差はほとんど発生していないものの、母集団として正規化すると、標準偏差が大きい尖度は-1.64 となり、移動量が一部でも大きければ尖度の小さい分布となることが示される。

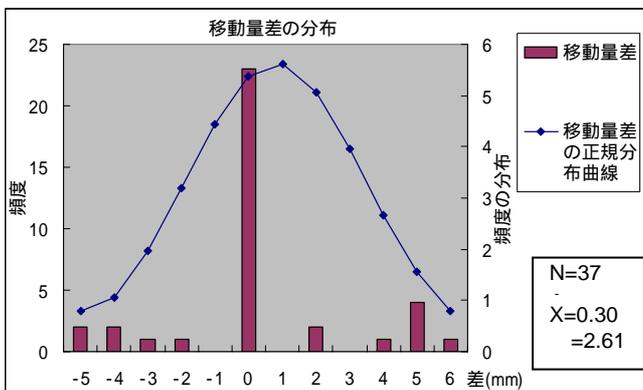


図-2 移動量差の度数分布と正規化

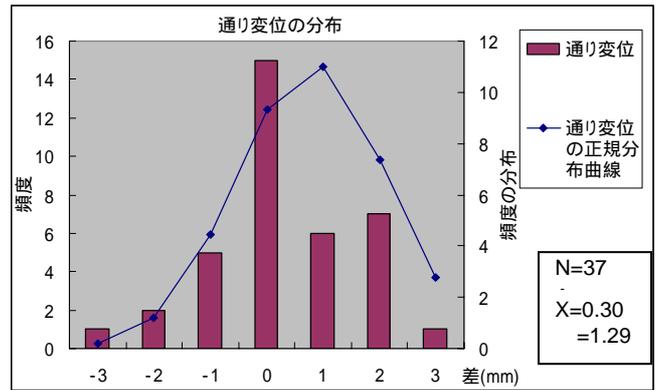


図-3 通り変位の度数分布と正規化

次に、通り変位の度数分布を正規分布化したグラフを図-3 に示す。これについても母集団として正規化すると、尖度は-1.63 となり、移動量の尖り度とほとんど差がないことがわかる。

曲線整正実施箇所の他の施工区間についても移動量差・通り変位を正規化し、尖度を比較すると表-1 にまとめられ、同じ区間での移動量差の尖度と、通り変位の尖度はほぼ同じであることがわかる。これらから、移動量差が一部でも大きく発生し、正規化した際の尖度が小さくなれば、通り変位の分布も悪くなることを示していると考えられる。

表-1 対象区間の標準偏差・尖度

	検測数	移動量差			通り変位		
		\bar{x}		尖度	\bar{x}		尖度
A 区間	62	-2.03	5.95	-1.44	0.27	2.39	-1.54
B 区間	97	0.13	3.35	-1.57	-0.10	1.48	-1.61
C 区間	60	-0.68	3.05	-1.53	0.45	2.43	-1.56

4. まとめ

局所的な曲率による半径差を定義し、様々な仮定を元に移動量差と通り変位の関係を導いたものの現実的な考察に行き届かなかったが、各施工区間での移動量差の分布の尖度と通り変位の尖度にほぼ等しい関係が得られた。よって、曲線整正施工では曲率の一定な曲線を整備するために、移動量を厳しく管理することが必要であると考えられる。更なるデータの蓄積と分析により、考察を深めてゆきたい。

参考文献

- 1) 佐伯 和浩, 曲線諸元変更における曲線半径数値設定の一考察, 平成 16 年度土木学会第 59 回年次学術講演会, 平成 16 年 9 月