

超軟弱埋立地盤上のジオグリッド計測張力の変動特性

九州大学工学部 学生会員 ○ 藤浪 武志 九州大学大学院 フェロー会員 善 功企
九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 平松 浩三

1. 背景および目的

新北九州空港建設¹⁾における超軟弱地盤の表層処理を行うにあたって、作業員および重機のトラフィカビリティ確保を目的としたジオグリッドによる表層処理が採用された。これは、超軟弱地盤表面にジオグリッドを敷設し、その引張り抵抗によりトラフィカビリティを確保するものである。この表層処理では、その地表面の不同沈下による不陸の発生や、それに起因した施工中のジオグリッドの破断などの事故を防止する目的で、ジオグリッドの継続的な張力計測を行い、表層処理工事の安全管理が行なわれた。

本文では、施工中に得られた張力計測データを活用して、超軟弱埋立地盤上に敷設されたジオグリッドの計測張力の変動特性について調べた。

2. 内容

2.1. 現場概要

新北九州空港二工区の表層処理は、一枚物のジオグリッドを敷地面積約 63 万 m^2 (450m × 1400m) の超軟弱埋立地盤上に敷設し、その上に 1.8m の敷砂を 7 段階に分けて行ったものであり、一枚物ジオグリッドの敷設面積としては類を見ないものである。そのためジオグリッドの発生張力の管理が非常に重要視された。ジオグリッドの公称破断強度は 100kN/m であり、ジオグリッドの発生張力計測方法としてはひずみゲージが採用され、X 方向張力、Y 方向張力それぞれを計測した。実際に使用されたひずみゲージを図-1 に示す。また、計測は 65 点で行なわれており、張力計は 100m ピッチでほぼ均等に配置されていた。敷砂一層目完了時(平成 14 年 11 月 13 日)の Y 方向張力の分布図、および張力計の配置位置を図-2 に示す。図-2 中の黒点が張力計の配置位置を示し、張力分布図は各張力計測地点におけるデータを GIS に内挿することにより表記したものである。また、発生張力の管理値としては、ジオグリッドの引張試験より、一次管理値(本工事をこの値以下で施工するための目標値であるとともに、警戒すべき値)を 40kN/m、二次管理値(工事を一旦中止する値)を 60kN/m、三次管理値(工事を直ちに中止する値、限界値)を 70kN/m と設定した。これに対し、本工事における計測張力は全計測地点において 25kN/m 以内で推移した。図-2 中の張力計測地点 ① における張力の経時変化を図-3 に示す。また、全計測地点における Y 方向張力経時変化を図-4 に示す。図-4 に示すように、計測張力はばらつきが大きく、マイナスの数値を記録するなど、計測張力は信頼性の高いデータと低いデータがある。

そこで、本文では、最小二乗法により図-3 のように張力の計時変化を近似し、計測データと近似曲線とのばらつきを仮定し、計測データの変動特性について検討した。なお数値誤差の定義としては、近似式と計測データとの差分の絶対値とする。

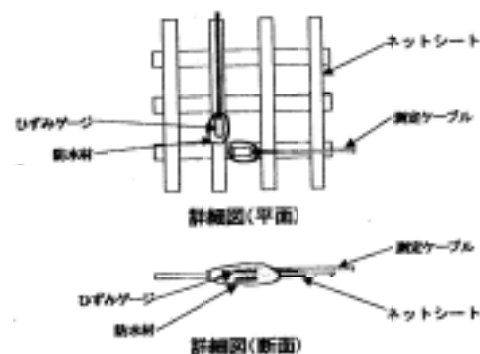


図-1 ひずみゲージ概念図

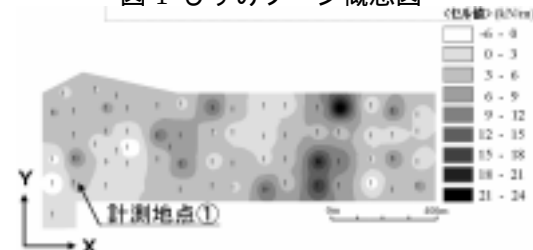


図-2 敷砂一層目完了時 Y 張力分布
および張力計配置図

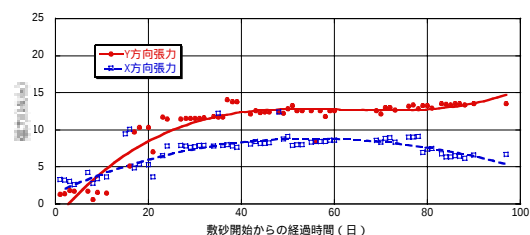


図-3 張力経時変化および近似曲線

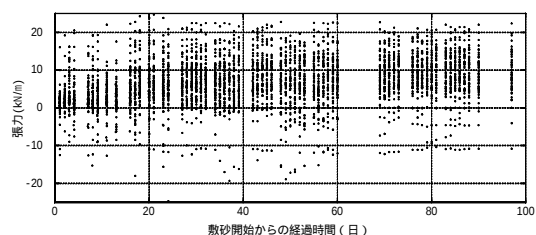


図-4 全 Y 方向張力の経時変化

2.2. 研究概要

本文では全張力計測地点において張力の経時変化近似式を作成し、それらを4パターンに分類した。分類内容、分類結果を表-1に示す。今回はこの中で最も信頼性の高いと考えられる（以下上昇ケースとする）と、比較的信頼性の高いと考えられる（以下変動ケースとする）と、を統合したもの（以下統合ケースとする）の3パターンの変動特性について調べた。

2.3. 結果および考察

図-5に誤差の累計確率を、図-6にY方向における誤差の累計確率を、図-7にX方向における誤差の累計確率を示す。なお、図-5, 6, 7中の表は一次管理値40kN/mに対し、各確率でどれだけの誤差が生じたかを示したものである。図-5より、誤差は88%の割合で一次管理値の10%にあたる4kN/m以下で推移している。よって、張力近似式が正の領域で推移する場合は、高い確率で誤差が小量であると考えられる。また、図-5, 6, 7より、上昇ケースの方が変動ケースよりも一次管理値の10%の累積確率が2~5%大きいことが分かる。さらに上昇ケースでは一次管理値の50%を超える誤差は発生していないが、変動ケースでは数点発生している。よって、上昇ケースの方が、変動ケースよりも誤差が小量である確率が高く、過大な誤差も発生しにくいと言える。

表-2に誤差の平均、標準偏差、変動係数を示す。ここで、誤差の平均値は計測張力のばらつきを示すものであり、これが少ないほど計測張力の精度が高いと考えられる。また、標準偏差、変動係数は誤差自体のばらつきを示すものと考えられる。表-2より、統合ケースの平均は、一次管理値の4.6%(1.84kN/m)で推移していることから、高い精度を示していると考えられる。また、表-2より、平均値においても、上昇ケースの方が変動ケースよりも小さくなっていることが分かる。この結果から、上昇張力の方が変動張力よりも近似曲線に対するばらつきが小さく、精度が高いと言える。

なお、図-6, 7、表-2より、Y方向の方がX方向よりも誤差が大きくなっているが、これはY方向に比べX方向の方がジオグリッドの全長が長く、スケール効果の影響が出ているためと考えられる。

3. まとめ

- ・ 近似曲線が正の領域で変動する計測データの誤差は、約90%の確率で一次管理値の10%(4kN/m)以内で推移している。
- ・ 張力が上昇傾向のみを示すものと、減少傾向の見受けられるものの証査を行なった結果、減少傾向を示すものの方が、ばらつきが大きいことが分かった。

4. 謝辞

終わりに、データの提供をいただいた国土交通省九州地方整備局北九州港湾空港工事事務所に深甚の謝意を表します。

<参考文献> 1) 江頭和彦: 超軟弱浚渫粘土を用いた空港建設における沈下・安定に関する研究, 九大大学学位論文, 2003

表-1 張力近似曲線傾向分類表

近似式の分類	Y方向	X方向	合計
正の領域内で上昇傾向のみを示すもの	11	5	16
正の領域内で上昇、減少の両傾向を示すもの	22	29	51
負の値を示したもの	24	23	47
ひずみゲージが欠測し、データが途切れている	8	8	16
合計	65	65	130

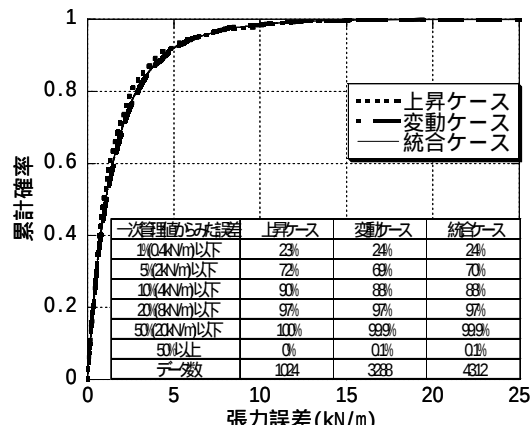


図-5 全張力誤差累計グラフ

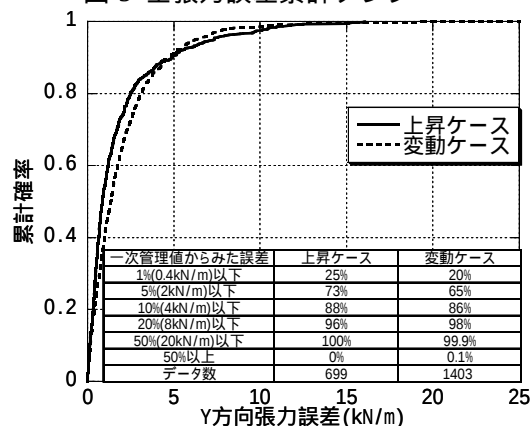


図-6 Y方向張力誤差累計確率グラフ

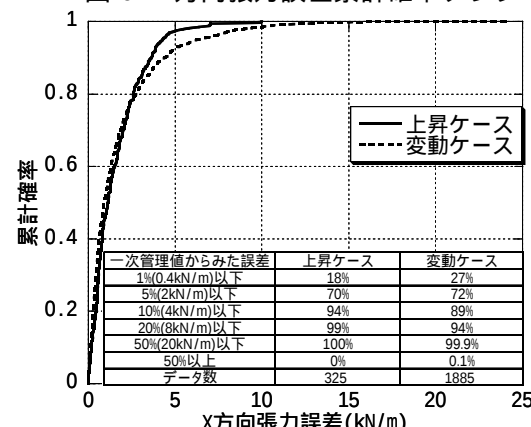


図-7 X方向張力誤差累計確率グラフ

表-2 張力誤差の分布

誤差の分類	平均	標準偏差	変動係数
Y方向上昇ケース	1.81	2.51	1.04
Y方向変動ケース	2.02	2.32	0.92
X方向上昇ケース	1.60	1.52	0.80
X方向変動ケース	1.75	2.30	0.99
上昇ケース	1.75	2.25	0.99
変動ケース	1.86	2.29	0.96
統合ケース	1.84	2.28	0.97