静的圧入締固め工法におけるマグネシウム系固化材の適用性

みらい建設工業株式会社　正会員　○足立雅樹
九州大学大学院工学研究院　フェロー会員　善　功企
(独)港湾空港技術研究所　正会員　山崎浩之
三信建設工業株式会社　正会員　新坂孝志
みらいジオテック株式会社　森河由紀弘
復建調査設計株式会社　正会員　藤井照久

１．はじめに

著者ら [1)、2)] は、これまでに静的圧入締固め工法（以下、ＣＰＧ工法）を用いて既設構造物の液状化対策として供用中滑走路直下の施工を実施してきた。

本報告は、マグネシウム系固化材を用いた既設護岸構造物の液状化対策としてのＣＰＧ工法の適用性について、従来のセメント系固化材との比較も含めて示す。

２．工法概要

ＣＰＧ工法は、流動性の極めて低い注入材を地盤中に静的に圧入して、固結体を連続的に造成することによる締固め効果で周辺地盤を圧縮強化する工法である。その特長は、以下の通りである。①スランプの極めて小さい低流動性材料を使用するため地盤に浸透することなく、ほぼ計画通りの場所に固結体を形成できる。②計画位置に注入された注入材は、周辺地盤を静的に圧縮し、密度を高めて地盤を強化する。③小型機械のため、既設構造物周辺や構築物内部等の狭い作業場所でも施工が可能である。④無振動、低騒音のため市街地、住宅地でも作業が可能である。

３．施工概要

既設護岸構造物について、海産生物等への影響を配慮してマグネシウム系固化材(マグホワイト)を用いてＣＰＧ工法により液状化対策を実施した。マグホワイトの詳細は、文献３）参照。配合は、**表-1** に示す通りである。従来のセメント系固化材の一軸圧縮強さは、3000kN/m² 程度であるが、今回使用したマグネシウム系固化材を使用した固結体の一軸圧縮強さは、材令 3 日で 400kN/m² 程度 [3)] であった。

施工 [2)] は、護岸直下については護岸背面から傾斜施工(削孔・注入) 、護岸背面については鉛直施工(削孔・注入)を実施した。打設方法は、所定深度まで削孔終了後に下から上へ施工するボトムアップ方式で行った。改良率 as は 10、20%である。マグネシウム系固化材を用いた場合の改良効果の確認として、改良前・後の標準貫入試験および孔内水平載荷試験を実施した。

表-1　使用した配合

配合量（1m³当り）		
マグネシウム系固化材(kg)	CPG骨材 (kg)	水 (kg)
160	1,550	330

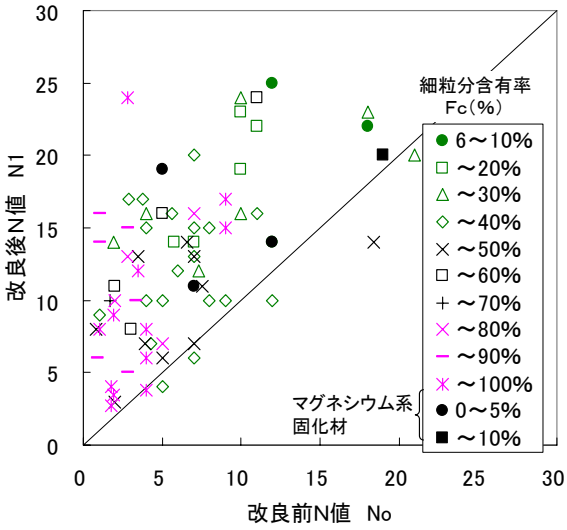

図-1　改良前と改良後のＮ値

４．調査結果

(1) 標準貫入試験

改良前・後の標準貫入試験結果を、**図-1** に示す。この図は、細粒分含有率 Fc ごとに整理しており、従来のセメント系固化材を用いた場合の結果もプロットしている。細粒分含有率は改良後の値を用いた。改良前

キーワード：液状化対策、静的圧入締固め、マグネシウム系固化材
連絡先：〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町 6-1 山万ビル みらい建設工業株式会社 TEL03-5623-8567

・後で細粒分含有率はばらついており、結果的に細粒分の多い箇所を改良している場合も見られた。この図より、マグネシウム系固化材を用いた地盤は、細粒分含有率が 10%以下の地盤であるが、細粒分含有率に関係なく従来のセメント系固化材と同様に全体的に改良前より改良後でN値は増加しており、改良効果が認められた。

(2) 孔内水平載荷試験

マグネシウム系固化材を用いた場合の改良前・後の換算N値と孔内水平載荷試験(セルフボーリングタイプ)により得られたK値(=σ_h'/σ_v'、σ_h':有効水平応力,σ_v':有効鉛直応力)の関係を**図-2** に示す。N値は、拘束圧の影響を除くため換算したN値を用いている。換算には、以下の式を用いた。

$$N_{98} = \frac{167}{\sigma_v' + 69} N$$

ここで、N_{98} は換算N値、σ_v'は有効上載圧力 (kN/m²)、Nは計測 N 値である。この図には、従来のセメント系固化材を用いた場合の改良前、改良直後、改良後数年経過後の一連の計測結果 (CASE-2) もプロットしている。

マグネシウム系固化材の改良前のK値は、従来のセメント系固化材と同様に 0.6 程度であったが、改良することによりN値の増加とともにK値は 1.4 程度に増加していることが確認できた。また、

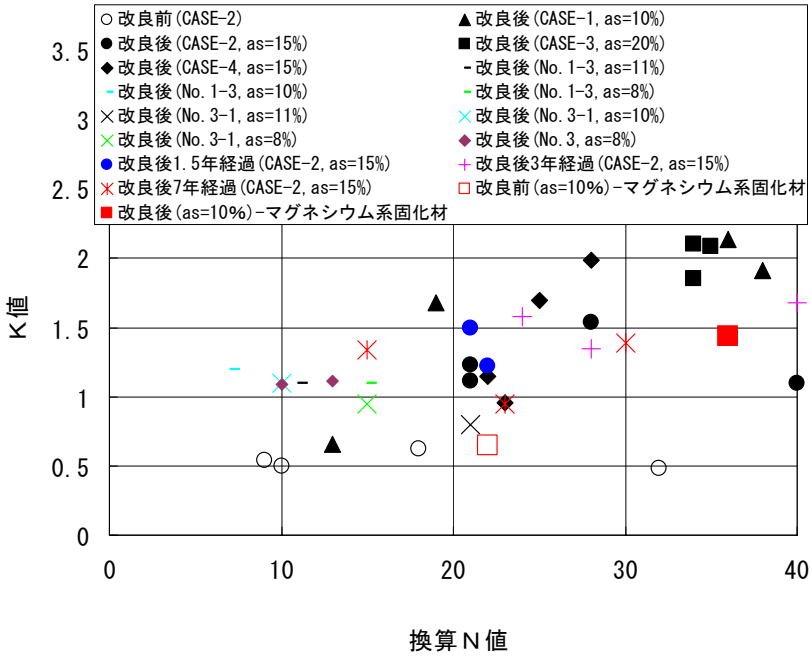

図-2　換算N値とKo値の関係

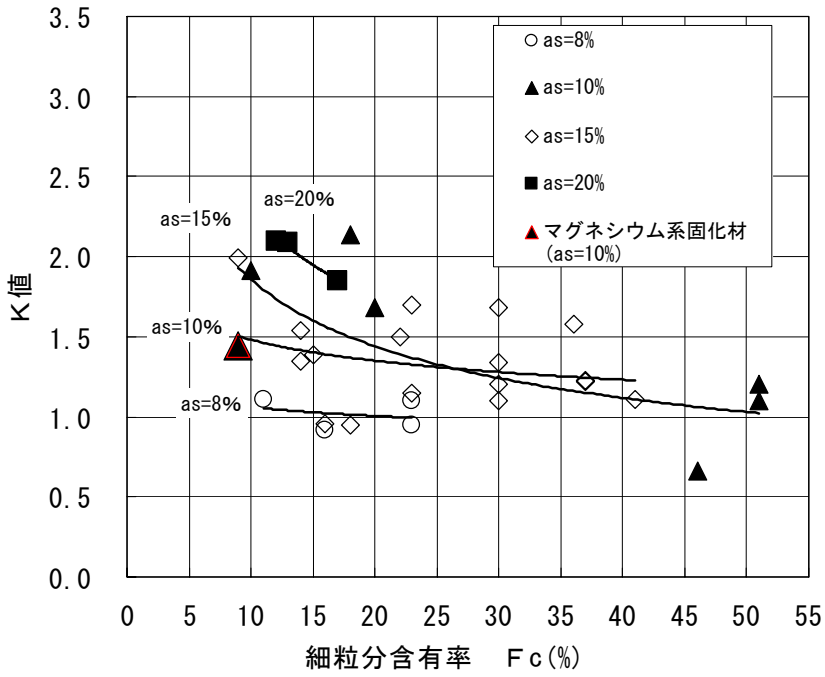

図-3　細粒分含有率とKo値の関係

従来のセメント系固化材についてもN値が大きくなるにしたがってK値は大きくなっており、改良後 1.5 年、3 年、7 年経過後も、ほぼ 1.0 以上を保持していることが確認できた。

細粒分含有率 Fc と K 値の関係を**図-3** に整理した。K 値は細粒分含有率が大きくなるにしたがって小さくなる傾向にある。さらに、K 値は改良率ごとに整理でき、マグネシウム系固化材も含めて、改良率が大きくなるにしたがって K 値は大きくなる傾向にある。

＜参考文献＞

1)八木橋貢・松下信夫・山本良・菅野雄一・井上哲夫・小西武・足立雅樹・大沢一実：液状化対策としてのコンパクショングラウチングの施工事例、第 4 回地盤改良シンポジウム、pp.149-154、2000. 2)松本憲正・花田哲・小西武・山本隆信：津松阪護岸工事におけるＣＰＧ工法の既設構造物への変位、第 41 回地盤工学研究発表会、pp.991～992、2006. 3)藤平雅巳・小西武・大沢一実・熊田弘：環境対応型固化材が海産生物に及ぼす影響についての検討、第 5 回地盤改良シンポジウム、pp.249～254、2002.