

コンパクショングラウチングの液状化対策効果（第3報）

九州大学大学院工学研究院	正会員	善	功企
(独)港湾空港技術研究所	正会員	山崎	浩之
国土交通省関東地方整備局	正会員	八木橋	貢
(財)沿岸開発技術研究センター	正会員	○佐藤	茂樹
みらい建設工業(株)(旧 三井不動産建設(株))	正会員	小西	武
復建調査設計(株)	正会員	菅野	雄一

1. はじめに

著者ら^{1),2)}は、これまでに供用中滑走路交差部の液状化対策工事として実施したコンパクショングラウチング・デンバーシステム(以下、CPG工法)の試験工事、及び本工事(その10)の結果について報告した。

CPG工法は、流動性の極めて低いモルタルを地盤中に静的に圧入して固結体を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。

本論文は、液状化対策として実施したCPG工法の試験工事、及び本工事(その10、1、2)結果について、改良前・後の土質調査結果よりその液状化対策効果について報告する。

2. 対象地盤の土質特性について

試験工事、及び本工事(その10、1、2)区域では改良前・後に標準貫入試験を行っている。表-1に、各改良対象層について、N値、及び細粒分含有率の平均値、及び標準偏差を示す。これより、改良により各層の平均N値が全体的に増加していることが分かる。細粒分含有率については、標準貫入試験の実施箇所により改良前・後でばらつきの大きい層がある。色つけたものは5%以上の差異があるもので、Bs層とAs2層で顕著である。また、各工事の改良対象層について同一深度ごとに改良前・後のN値の関係をプロットしたのが図-1である。ほぼすべてのデータで、改良前N値より改良後の方が増加している。一部にN値の増加の見られない箇所があるが、これは同一深度でも事前のボーリング箇所と比べて、細粒分が多い箇所(図中の○の部分)で事後のN値を測定しているためである。

表-1 層毎のN値、細粒分含有率(改良前・後)

		N値							
		試験工事		その10工事		その1工事		その2工事	
		改良前	改良後	改良前	改良後	改良前	改良後	改良前	改良後
Bs	平均値	—	—	5	11	8	15	6	39
	標準偏差	—	—	3	7	5	9	4	5
Aso	平均値	14	21	10	26	9	22	9	20
	標準偏差	6	6	5	13	2	3	3	13
As1	平均値	—	—	8	18	—	—	5	18
	標準偏差	—	—	6	8	—	—	3	5
As2	平均値	—	—	11	22	10	19	10	19
	標準偏差	—	—	5	8	2	6	2	3
細粒分含有率									
Bs	平均値	—	—	29	41	27	33	39	39
	標準偏差	—	—	9	6	9	7	3	5
Aso	平均値	21	22	21	22	17	19	15	15
	標準偏差	13	12	10	10	11	12	10	10
As1	平均値	—	—	20	25	—	—	26	26
	標準偏差	—	—	10	16	—	—	16	13
As2	平均値	—	—	25	30	19	23	31	19
	標準偏差	—	—	14	16	8	11	15	10

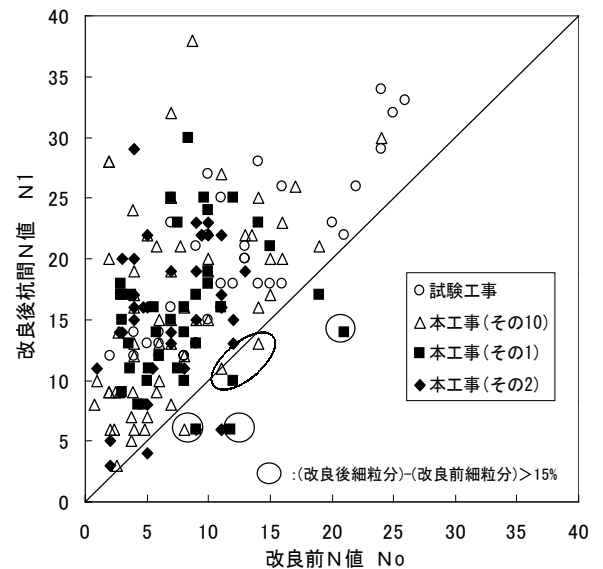


図-1 改良前・後のN値の関係

3. 孔内水平載荷試験結果

改良前・後のN値、及び孔内水平載荷試験(セルフボーリングタイプ)により得られたKo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。この図には、試験工事区域での施工前、施工直後、施工後数年経過後の一連の計測結果をプロットしている。Ko値は、改良前0.5程度であったが改

良により 1.0 以上に増加し、1.5 年、さらに 3 年経過後も 1.0 以上を維持している。また、本工事区域について、改良域中央部、及び改良域端部から改良域内へ 4.5m の箇所まで計測した K_0 値もプロットしている。いずれも 1.0 以上を示していることから、改良区域内での場所による K_0 値の相違は小さいと言える。

3. 液状化判定結果

改良後の土質調査を基にして 2 種類（①粒度と N 値による予測・判定、②繰返し三軸試験による予測・判定）の液状化判定^{3), 4)}を行った。基本的な手順は、文献 2) 参照のこと。改良後の等価加速度と等価 N 値の結果を図-3 に示す。これより、試験工事では 74 ヶ所中 4 ヶ所を除いて、本工事(その 10、1、2)では 304 ヶ所中 54 ヶ所を除いて IV の領域であることが確認された(改良前は、試験工事地点では、33 ヶ所を除いて、本工事(その 10、1、2)では 215 ヶ所を除いて IV の領域である)。試験工事では 3 地点(ケース 1~3)、本工事では 4 地点(その 10(No. 1-1)、その 10(No. 2)、その 2(No. 3)、その 2(No. 5))について改良前・後で採取した不攪乱試料を用いて、繰返し三軸試験による液状化判定⁴⁾を行った(試験工事では、IV 判定の領域でも実施)。その結果として、液状化安全率 F_L 値と深度の関係を図-4 に示す。その際の K_0 については、改良前は $K_0=0.5$ 、改良後はおおむね $K_0 \geq 1.0$ の現場測定結果が得られたため、 $K_0=1.0$ (改良前： $K_0=0.5$)を用いた。これより、改良前は地盤全体で液状化する($F_L < 1.0$)結果となった。改良後は本工事地盤で 3 点が $F_L < 1.0$ であるが地盤全体では液状化しない結果となった。

4. まとめ

本報告では、以下のことが得られた。

- 1) 改良後 N 値は、改良前よりほとんどの調査箇所において増加した。
- 2) 地盤改良する事により K_0 値が増加し、改良域中央部、及び改良域端部から改良域内へ 4.5m の地点と場所によらず 1.0 以上となった。また、3 年経過後も 1.0 以上を維持した。
- 3) $K_0=1$ を用いることにより地盤全体として液状化しないことが確認された。

<参考文献> 1) 善功企・野上富治・松下信夫・山本良・滝昌和：コンパクショングラウチングの液状化対策効果、第 35 回地盤工学研究発表会、pp. 2411~2412、2000. 2) 善功企、加藤久晶、宮間俊一、足立雅樹、大沢一実：コンパクショングラウチングの液状化対策効果（第 2 報）、第 36 回地盤工学研究発表会、pp. 2225~2226、2001. 3) 日本港湾協会：港湾施設の技術上の基準・同解説、pp. 281~288、1999. 4) 運輸省港湾局監修：埋立地の液状化対策ハンドブック（改訂版）、1997. 8.

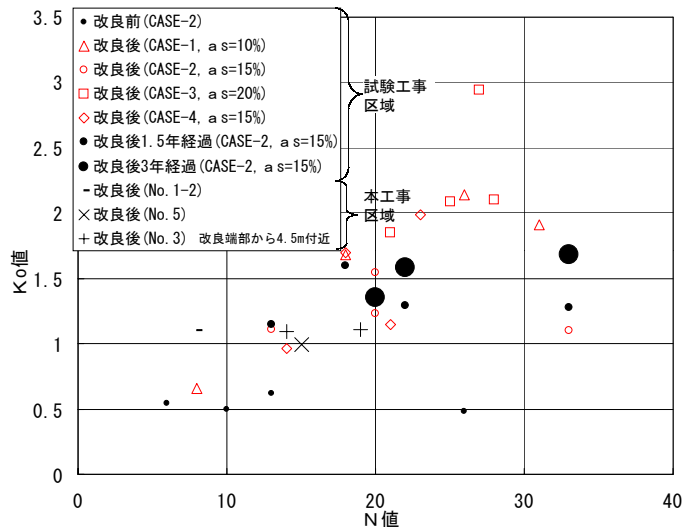


図-2 N値と K_0 値の関係 (セルフ・リングタイプ)

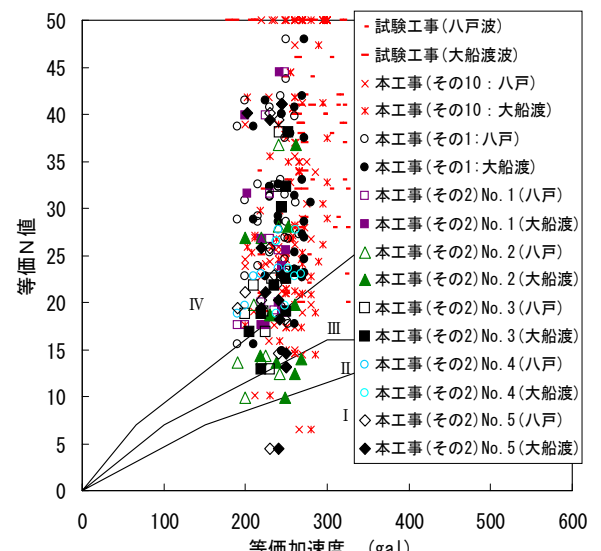


図-3 改良後の等価加速度と等価 N 値の関係

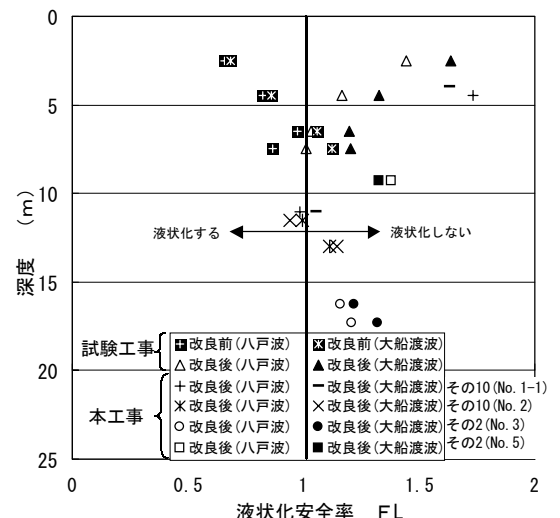


図-4 改良前・後の液状化安全率 ($K_0=1.0$)