

運輸省第三港湾建設局 神戸調査設計事務所 正 口田 登
 広島港工事事務所 長野正寿
 神戸調査設計事務所 田側 忠

1. まえがき

セメントスラリーを用いた深層混合処理工法（以下DM工法）においては、安定処理工の品質（すなわち、改良効果）の分散を設計上どのように扱うか、また施工上もこの分散をいかに小さくするかという点が今後に残された重要な課題の一つである。

当局においては、広島港口市地区泊地分離堤の基礎工として、昭和54年に、DM工法による格子状の地盤改良工事を施工した。本工事に使用した処理船は、プロペラ状の攪拌翼をもつ処理機を8連装備している。原地盤は、DL-82^m～210^mまで、単体重量1.3～1.4^g/cm³、含水比120～140%の均一な粘土質シルト層であり、これ以下はシルト質砂層となっている。施工後改良効果を確認するためボーリングを行い、供試体の工質試験を実施した。

本編は、これら工質試験等の結果をとりまとめ、深層混合処理工の品質について考察を加えるものである。

2. オーバーラップ幅について

安定処理工の柱体を連続した壁体とするには、柱体相互をオーバーラップさせて施工する必要があり、このオーバーラップ幅の確保が、設計において用いている改良体の剛体仮定を成立させるうえで重要である。本工事では、処理機の貫入が始まると、処理機先端の標尺を2方向からトランシットにより、貫入1mごとに視準して、処理機の位置、傾斜を計測した。この記録から、全部のラップ箇所について、ラップ幅の深度方向の平均をとりまとめたものが図-1である。ラップの計画幅（

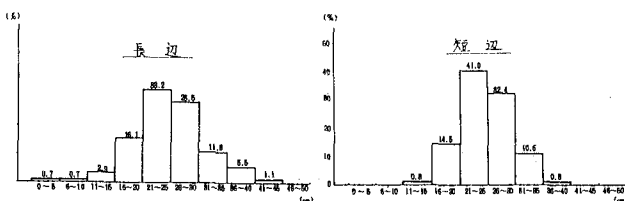


図-1 改良体のオーバーラップ幅の分布

計画幅の変動に影響を与える要因としては、潮流、干満差による処理船の移動、揺れなどの他、障害物の存在あるいは作業の不馴れ等も掲げられる。こうしたラップ施工に伴う誤差が、設計及び施工上においてどの程度まで許容させるかについては、現在明確な考え方がないけれども、改良体の剛体仮定を成立させる上で重要な連続柱体の一体性及び個々の柱体への応力集中度等を勘案した合理的な施工管理値に基づく施工が今後は必要になってくるものと考えらる。

3. 安定処理工の品質について

安定処理工の品質を確認するため、図-2に示す改良体の各個所でボーリングを行

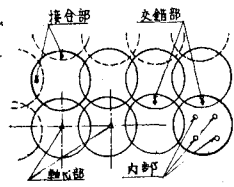


図-2 チェックボーリング位置

い、一軸圧縮試験等（改良後の材令20～52日）を実施した。図中、接合部とは柱体相互をラップした箇所、交錯部、軸心部、内部は各々8連装の処理機のラップ部、回転軸部、攪拌部である。表-1に、一軸圧縮強度試験の結果を、深度別と、改良体の箇所別に示す。

	全 体				表層部 (0.3~2)				中央部 (3~25)				着床部 (25~45)			
	N	Σ	σ	C _r	N	Σ	σ	C _r	N	Σ	σ	C _r	N	Σ	σ	C _r
Q _u	493	36.6	14.7	0.402	111	30.6	9.1	0.271	258	37.3	15.5	0.416	124	40.5	15.6	0.383

	接 合 部				交 錯 部				軸 心 部				内 部			
	N	Σ	σ	C _r	N	Σ	σ	C _r	N	Σ	σ	C _r	N	Σ	σ	C _r
Q _u	136	39.2	13.8	0.382	36	25.7	9.9	0.381	172	35.2	11.3	0.321	93	37.4	16.0	0.449

表-1 供試体採取位置の強度分布

N: 供試体個数
 Σ: 平均値
 σ: 標準値
 C_r: 変動係数

○ 改良体を深度方向に、表層部(DL-9.0m~-12.0m)、中央部(DL-12.0m~-21.0m)、着床部(DL-21.0m~-25.0m)に区分すると、平均強度では、着床部、表層部の順に小さくなっている。表層部は変動係数が小さく、比較均一的品質に改良されていると考えられる。原地盤の自然含水比が表層部で変動が小さく、中央部で変動が大きいことから、含水比が改良体の品質に微妙に影響していると考えられる。着床部では砂層の出現深度が影響しており、シルト層、砂層シルト層、あるいは砂層の改良体となる結果、強度が大きくなっている。

○ 改良体の箇所ごとにみると、接合部、軸芯部、内部は、強度も変動係数もほぼ同じ結果となっている。本来接合部の品質は、他の箇所と異なるのではないかと考えられる。それは、施工時におけるラップ時間が問題となるためである。しかし、本工事のように施工ラップ時間の最大が1日程度であれば、強度については問題は無いようである。一方、交錯部の強度が他の箇所より低く、かつ変動係数も小さくなっている。これは、図-3に示すように、他の箇所と比べると乾燥密度の平均が若干大きくなっており、この原因は、砂層で採取した供試体が多いために強度が低下したと考えられる。従って、今後他の施工例においてより多くの事例を積み重ねる必要があると考えられる。

○ DM施工による周辺未改良土への影響を調べるため、施工後改良体のすぐ近くの未改良箇所をボーリングし、改良前の原地盤の土性と比較した。その結果、全般的に含水比、湿潤密度、一軸圧縮強度とも施工の前後大差なく、有意な差は認められない。一方改良杭の打設による周辺地盤への影響があるとするは、拘束圧の小さな表層部が最も影響を受けやすいと考えられるが、今回の調査の結果では、3m程度の表層部で一軸圧縮強度の平均が低下傾向にあるものの破壊ひずみは小さくなっており、この資料だけでは、DM施工による周辺未改良土への影響の有無は明確でない。

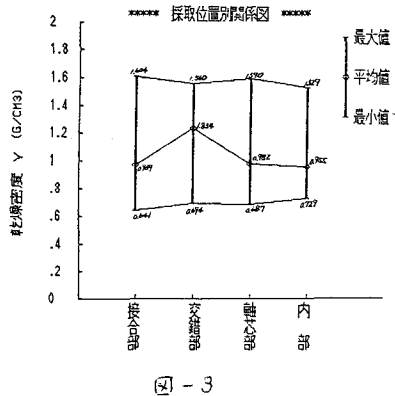


図-3

4. 改良体のクリープ現象について

改良体の変形、及び発生応力の分布等を測定するために、改良体施工9ヶ月後に改良体内部に工圧とひずみ計を埋設した。図-4は、長辺部の下(-21.0m)(I)と短辺部の下(-12.0m)(II, III)に設置した深度方向のひずみ計の長期変化を示したものである。計器は、潮位による水平変動を感知しているが、マウンドやブロックによる載荷によるひずみの増加は明確でない。しかし、2年半以上の長期にわたって、圧縮ひずみが増大する傾向がみられ、改良体に長期的なひずみが生じているのではないかと推察される。同様に他のひずみ計も同じような長期的なひずみが観測されている。

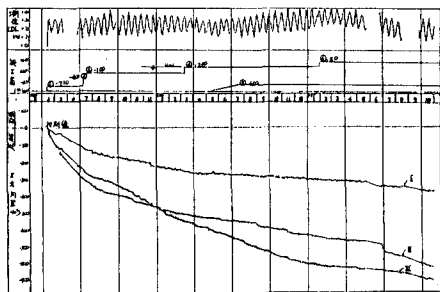
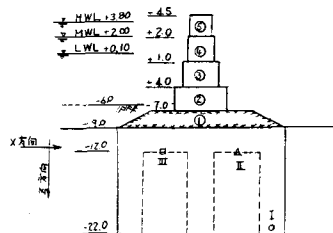


図-4 ひずみ計測定記録(代表)



計画位置(代表)

5. あとがき

以上報告したラップ幅、改良体強度、クリープ現象等は、改良地盤の設計において安全率のとり方等に深く関係しており、今後この種のデータの蓄積につとめるとともに設計法への反映方法について検討したいと考えている。