

底開式土運船による直投土砂の衝撃圧計測について

Impact Load to Sea Bed by Sand Dumped Directly from Hopper Barge

鶴ヶ崎和博	Kazuhiro TSURUGASAKI	(東洋建設(株)鳴尾尾研究所)
三宅 達夫	Michio MIYAKE	(東洋建設(株)鳴尾尾研究所)
古川 好男	Yoshio FURUKAWA	(東洋建設(株)大阪営業所)
相川 秀一	Shyuichi AIKAWA	(東洋建設(株)大阪営業所)
木村 隆	Takashi KIMURA	(関西国際空港(株)建設事務所工事課)
谷口 君洋	Kimihiro TANIGUCHI	(関西国際空港(株)建設事務所工事課)

現在、埋立による施工が進行中である関西国際空港二期工事現場において、底開式土運船による直投土砂の衝撃圧計測を2度にわたり実施した。測定項目は投下土砂の衝撃圧のほか、海底地盤へのめり込み状況、投下土砂の堆積状況および投下中の潮流等である。調査の結果、潮流がほとんどない場合、水深約18mの当調査箇所にて投下された土砂は投下開始後15~20秒程度で海底地盤面に到達するが、落下中に土砂は拡散しながら直下の地盤上に堆積すること、また、投下による海底地盤へのめり込みの影響はないこと等が明らかとなった。

キーワード：埋立地盤、直投工法、底開式土運船、現場計測、衝撃荷重 (IGC : D7, D10)

1. はじめに

大規模な人工島建設では、埋立作業を迅速かつ効率良く行うために、大型の土運船による直投工法が採用されているが、関西国際空港等の埋立工事のように軟弱な海底地盤上での直投工事では、堆積土砂の静的荷重のほか、投入土砂の衝撃的な荷重が地盤の安定性および堆積形状に対して重要な因子となることが予想される。直投土砂の堆積形状については、これまで現地計測や1G場での模型実験あるいは数値シミュレーション等により検討が行われてきたが^{1), 2)}、投下した土砂の衝撃圧測定に関しては模型実験では一部あるものの¹⁾、ほとんど行われていない状況である。

このような問題に対して、著者らはドラム型遠心載荷試験装置に底開式土運船の模型を搭載することによって、直投による埋立施工のシミュレーションを実施し、水深や海底面の地盤条件、投下する土砂の条件、および投下位置(盛立位置)等を考慮しながら、その効率的、効果的な施工手法の策定を行ってきた^{3), 4), 5)}。その結果、限られた条件下ではあるが、投下土砂の堆積形状や海底地盤のめり込み状況など、いくつかの知見が得られつつある。ただ、実際問題として、潮流などの海洋の条件や土砂を投下することにより発生する“水-土(-空気)の混合体”の流れの影響および衝撃荷重の算定やそれらが海底面あるいは堆積していく土砂に対してどのような影響を与えるのか等々、模型実験のなかだけで予測することはまだまだ困難な状況であり、堆積土の層厚やめり込み量などの定量的な評価や安定性評価といった具体的な問題に対しては、さらに多様な条件でシミュレーションを行う必要がある。

このような背景から、本調査は、大水深下での直投土砂

による海底地盤上への衝撃圧を測定することにより、直投時の地盤の安定性評価および土砂の堆積状況の把握を行うとともに、そこで得られた結果を用いて室内での模型実験結果と相互補完を行い、将来的には直投による埋立工事に関し、地盤の安定性を保証しつつ、効率的な施工の実現を目的とするものである。

2. 調査位置および計測装置

今回の調査について図-1に全体的な位置図を、図-2に土砂投入位置、計測位置を含めた拡大図を示すとともに、今回の調査で使用した計測プレートについて、図-3および図-4に示す。調査は関西国際空港二期工事における第1工区の空港島北西隅角部の計測櫓付近で2回にわたり実施した。図-2に示すように、計測用プレートと土運船との相対的な位置関係としては、第1回目がプレートの直上に土運船の中央部が配置するような状態で、第2回目が1回目の位置よりx軸測線方向に約10m移動した地点に土運船が配置された。また、投下時における流向、流速等の計測を、計測櫓の位置よりさらに20m程度離れた箇所で行った。

今回使用した計測プレートは、受圧面となる2枚の鉄製プレートと骨組み枠としてのチャンネル材より構成されており、プレート間に3個のロードセルおよび1個の間隙水圧計が設置されている。それぞれ基本容量としては、ロードセルが100kN(最小精度100N)、間隙水圧計が200kPa(最小精度125Pa)となっている。また、それぞれの計測器には200mのケーブルが接続されているとともに、プレートから50m間は保護管によりシールされている。基本的な構造として、プレートは間に存在する3つのロードセルを支柱として連結されており、直投後、

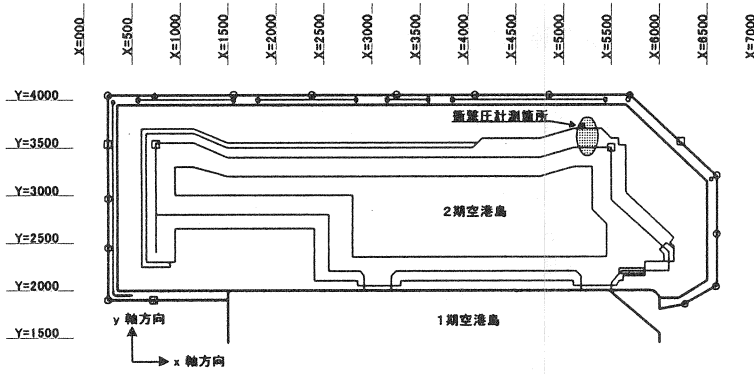


図-1 計測位置（全体位置図）

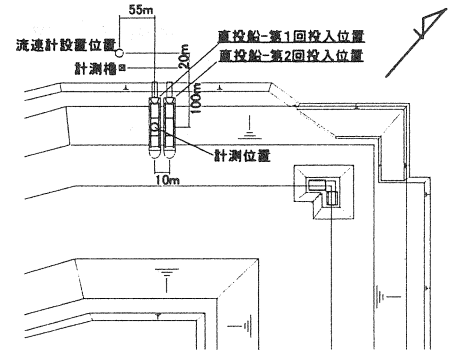


図-2 計測位置（拡大図）

堆積する土砂の重量はプレートを通じてロードセルに伝達されることになる。また、中央部分に設置される間隙水圧計により、プレートの位置を確認するとともに、投下に伴う水圧変動およびプレートのめり込み量を計測することができる。

3. 計測方法

計測時における全体的な模式図を図-5に示す。図は計測用プレートの直上に土運船が位置する際のイメージであり、第1回調査時がこのような配置となる。なお、計測用ケーブルは海底地盤上に沈設し、計測槽付近から海面側へと立ち上げており、潮流や波浪による破損を防ぐために、一定区間ごとに槽に固定した。また、槽から約20m離れた海底面付近に流向流速計を設置している。投下時の各種データの収集は、図-5に示すように、計測槽に横付けした交通船で行った。計測は土運船が所定の位置に配置された段階でスタートし、0.1秒間隔でデータの収録を行った。また、プレートにセットされた計測器以外にも土運船の海面上での浮揚状況についてビデオ撮影を行った。

図-6に今回の調査に関するフローを示す。今回の主たる調査項目として、土砂投下時においては、①投入土砂の落下速度の把握、②土砂の堆積に伴う荷重データと堆積厚の把握、③土砂の堆積に伴う地盤変状の把握、④投下中の潮流の流向、流速の計測、および⑤土運船の浮揚状況の把握などが挙げられる。また、投下時以外には、⑥測量船による投下位置付近の土砂の堆積状況の把握、⑦各種計測機器の継続調査等である。

4. 投下土砂および土運船

4.1 投下土砂

表-1および図-7に今回の調査において投下された土砂の粒度等の特性について示す。投下土砂は、第1回目が兵庫県津名郡津名町佐野産のまさ土（以下：津名産）、第2回目が同じく洲本市由良町内田産（以下：洲本産）のまさ土である。粒度曲線からも分かるように、津名産は

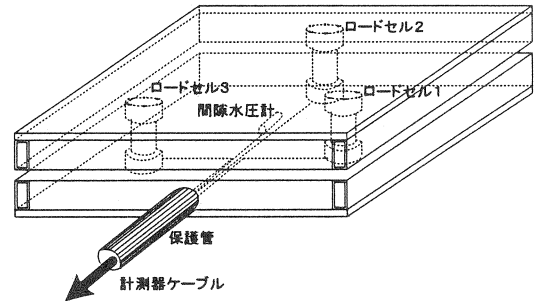


図-3 計測プレート（概略図）

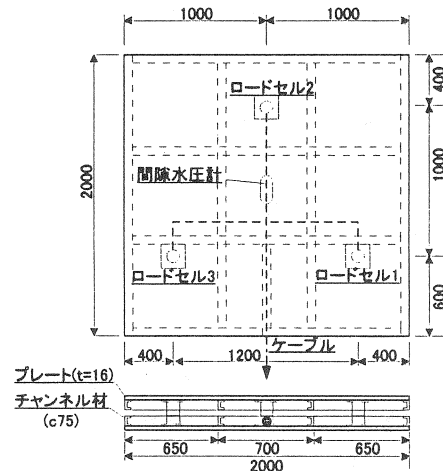


図-4 計測プレート（構造図）

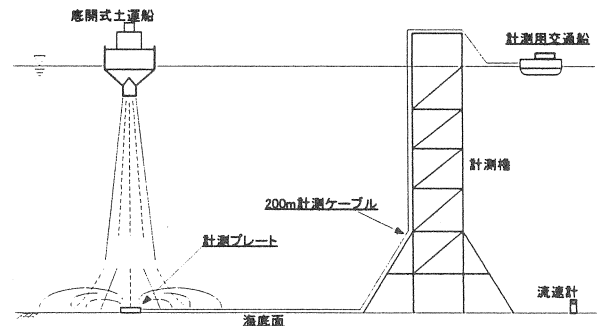


図-5 計測時のイメージ

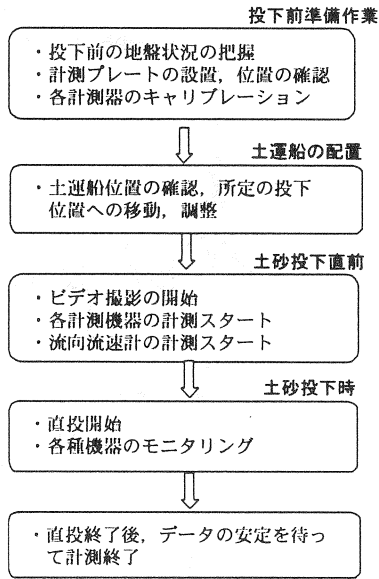


図-6 調査フロー

粒径2mm以下の重量含有率が30%以上と砂分以下の多い材料であり、一方、洲本産は津名産と比べて、砂分の比較的少ない材料である。

4.2 土運船の諸元

今回の調査における土運船の諸元について表-2に示すとともに、調査時の各投下土量を示す。土運船は、積載量3000m³クラスの底開方式の土砂運搬船である。

表-2 土運船の諸元

船種	土砂運搬船(底開バージ)
主要寸法(L×B×D)	90.00×17.50×5.00(m)
船首喫水	0.971m
船尾喫水	1.188m
船首尾平均喫水	1.080m(:a)
中央部平均喫水	1.112m(:b)
平均喫水(:(a+b)/4)	1.104m
排水量	1119.02 M/T
投入土量(第1回調査時)	2630m ³
投入土量(第2回調査時)	2798m ³

5.1.1 計測プレートの各機器の反応について

第1回目の調査は平成12年3月3日午後2時頃、所定の場所にて実施された。投下時の海象は、後述するように、波浪、潮流の影響等はほとんど受けることのない非常に穏やかな条件であった。図-8に投下開始からの計測結果を示す。投下時間(なお、ここでいう“投下時間”とは、土運船の底扉が開き始めてから、閉じるまでの時間としている)としては約2分間(図中0~120秒間)を要した。

各計測値の変化についてみると、今回用いた3個のロードセルは、どれもほぼ同じ値および反応形態を示し、特に偏圧を受けているような様子はない。図に示すように、最大反応時で約15kN~20kNの値をそれぞれ検出した。また、間隙水圧計についても、投下開始時と終了時についてのみ比較すると、各計測値にさほど差は認められないことから、計測に関しては、今回用いた計測プレートの構造的な問題等は特に無かったものと思われる。

同図より、投下してから約15~20秒後に最初の反応があり、その後約20秒間にわたって、ロードセル、間隙水圧計とも激しく値が変動しており、計測プレートに何らかの負荷が作用している。この段階で土砂が直接プレートに衝突したと思われる。その後約1分間にわたり、間隙水圧計はさほど変化しないものの、各ロードセルの値が漸増している区間が続いており、この間に土砂がプレートへと順次、堆積していったものと思われる。

5. 現地計測結果

5.1 第1回直投時の計測結果

表-1 投下材料の物性値

		津名産	洲本産
最大粒径	D _{MAX} (mm)	53.0	75.0
60%粒径	D ₆₀ (mm)	6.70	14.4
50%粒径	D ₅₀ (mm)	4.46	8.88
30%粒径	D ₃₀ (mm)	1.85	4.57
10%粒径	D ₁₀ (mm)	0.37	0.38
均等係数	U _c	18.0	37.8
曲率係数	U _{c'}	1.37	3.78

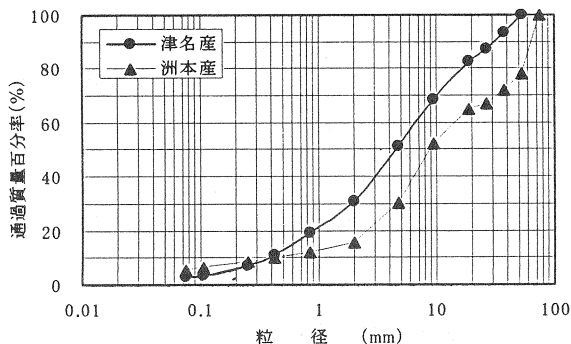


図-7 投下した土砂の代表的粒度分布

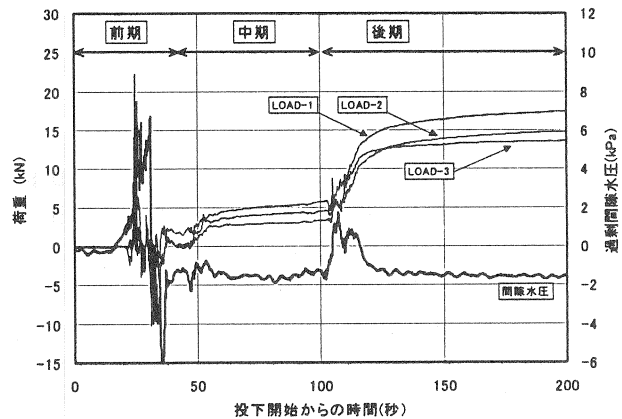


図-8 土砂投下からの各計測結果

る。また投下終了前の約 20 秒間において、再度各値が変動している区間がみられ、その後の安定段階まで漸増し続けていることから、この区間において、最終的にプレートに作用する土砂のほとんどが堆積していったものと思われる。ただし、計測値の変動幅については投下初期の段階と比べて小さい。このようにしてみると、図-8に示すように、大きく3つの区間に分けられるのではないかとと思われる。最初が投下してから各計測値が激しく変動する区間で、約40秒間継続しているものとして、これを“前期”，その後、各値が一旦安定し、約1分間程度にわたって、緩やかにロードセルの値が上昇していく過程で、実際に土砂が堆積しているものと思われる“中期”，最後に、急激に荷重が増加し、最終値へと漸増していく過程として“後期”，以上のように分けできる。実際、同時に海上でビデオ撮影していた際の土運船の投下状況や船体の変動とを比較しても同様の分けができる。ちなみに、図-9は投下時の土運船の状況について、船首と船尾を結ぶ直線を基に、その浮揚状況を投下後の経過時間ごとに表したものである。これより、計測プレートの反応と同様に0～40秒間の上昇区間、50～90秒間の停滞している区間、およびそれ以降の急浮揚している区間の3区間に分けられる。

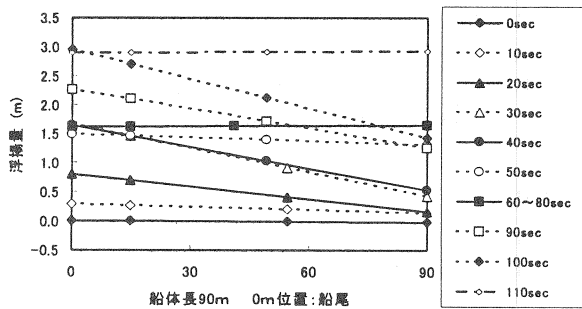


図-9 土砂投下中の土運船の浮揚状況

土運船による直投工事の場合、船体構造や投下土砂によって、投下に要する時間や堆積形状等がかなり異なると思われるが、上述のような各区間の結果について以下に示す。

5.1.2 前期区間の結果

図-10に前期区間の結果を示す。図は投下後15秒から40秒間の各ロードセルに関する計測値とその総量を示したものである。ロードセルは投下後約20秒後に反応し始め、しばらく変動を繰り返した後に、約40秒付近で安定した値を示した。それぞれのロードセルについては、一部正・負が逆転する箇所もみられるが、ほぼ同様の傾向を示している。変動域におけるトータル荷重の最大値は50kN程度が読みとれる。一方、図の後半部分における安定領域において、各ロードセルの反応は小さく、トータル荷重についても3kN程度で安定している。

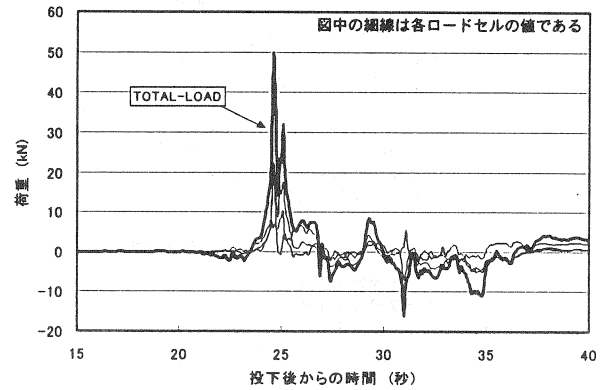


図-10 投下時初期のロードセルの反応

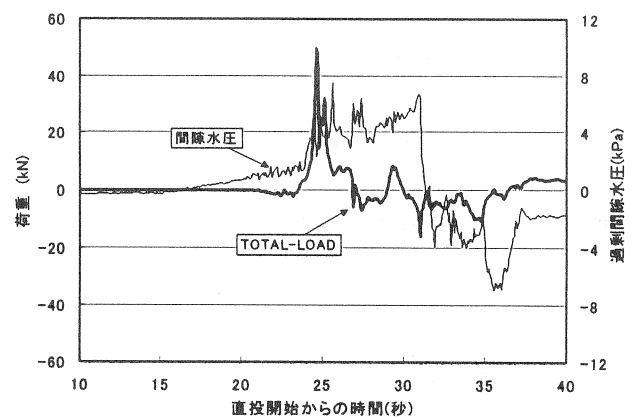


図-11 投下時初期の計測値(拡大図)

プレートの受圧面積が 4m^2 であるから、その時点での平均層厚は、(土砂の水中単位体積重量を 9.8kN/m^3 とすると)7cm程度ということになる。ここで、投下からプレートに衝突するまでの約20秒間をもとに土砂の落下速度を逆算すると、平均的には約 1m/sec と求められる(水深約18～19mと仮定)。仮に3kNの土砂がこの速度でプレートに衝突した場合に、50kNもの荷重(計測ピッチ10Hz)として反応するとは考えにくく、初期にプレートへと衝突した土砂は、当所の落下位置には存在せず、他の場所へと飛散した可能性が高い。

図-11は、同じく投下10秒後から40秒後までのトータル荷重と過剰間隙水圧について示したものである。この図より、間隙水圧計は投下後約15秒後から反応しており、ロードセルの反応よりも速い。この反応については、別途計測している流向流速計において、その時点での流速がほぼ零であったことから、潮流の影響とは考えにくく、投下された土砂を巻き込む水塊のフロント部分の圧力ともいえる。ただ、値としては小さいものの、プレート部分の受圧面積からロードセルが反応しなかったとは考えにくく、現段階でその理由を特定することはできない。

5.1.3 中期および後期区間の結果

図-12および図-13に土砂投下してから40～160秒後

の中、後期における計測結果を示す。

この段階に関しては、各ロードセルの反応からも明らかのように、土砂が順次、堆積している様子を表している。投下後約100秒付近で荷重の急増している箇所があり、この付近では、初期段階同様に、载荷プレートに対し、かなりの土砂の衝突があったものと思われるが、それまでに堆積している土砂が“クッション”の働きをしたのか、それとも最終的に残った粒径の細かい材料が比較的低速で落下したためか、各ロードセルにおいて、さほど値に変動がみられなかった。これについては、図-13に示す過剰間隙水圧についても、堆積に伴って若干の正圧が作用するものの、その後すぐに、堆積前の状態へと戻っていることから、同様のことがいえるのではないと思われる。いずれにしても、この段階においては、土砂の堆積が順調に進行しており、前述の初期段階に比べ、所定の投下位置へと土砂は堆積していったものと思われる。

それぞれの計測値に関する最終値であるが、総荷重については、約50kN程度に、間隙水圧については約-2kPa程度に漸近していった。本調査の3日後に各機器の計測を行った結果、荷重計の総量としては、50kNを示し、間隙水圧計に関しては、潮位の影響もあるが、0kPaを示していた。

5.1.4 投下中の潮流

図-14、図-15に土砂投下中に計測した流向流速計の結果を示す。

前述したように流向流速計は計測プレートとは別の場

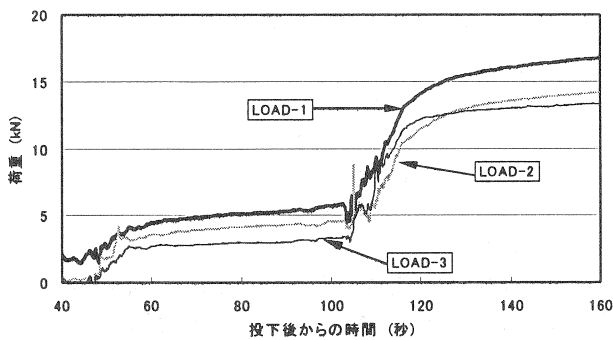


図-12 投下時中後期の計測値 (ロードセル)

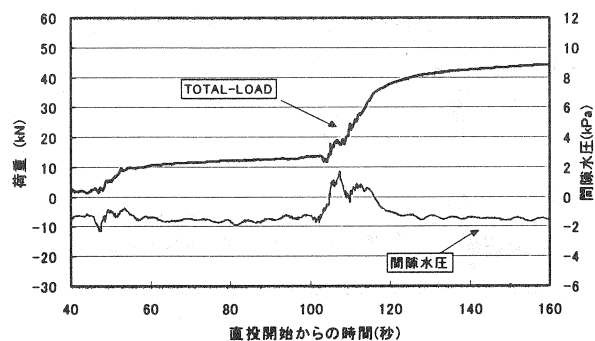


図-13 投下時中後期の総荷重および間隙水圧

所で計測を行い、投下前後を含めた潮流を計測することができた。本計測器は海底面(このとき水深約18~19m)より約50cm程度の位置に設置されており、収録されるデータはその付近の計測値ということになる。

図に示すように、直投開始300秒後付近に大きな反応が現れており、それ以前の潮流がほぼ零であること(図に示す以前の10分間程度も流速はほぼ零であった)、また、投下に至る過程での土運船や交通船等の影響も受けていないことから、その計測値の変動は、土砂投下によって発生した流速に対応するものと思われる。これについては図-15に示す各方向への流速からも伺え、東西方向では西向き流れとして、南北方向としては北向き流れとして記録されている。図-14より、流速は投下300秒後を最大として約10cm/secであり、途中、一旦流れの止まっている箇所もあるが、約10分間程度継続しているものと思われる。この計測に関しては、投下される土砂がどの程度潮流によって影響を受けるのかを目的として行ったわけであるが、投下時の土砂が引き起こした流れについても今回は計測することができた。

5.1.5 投下前後の土砂の堆積状況

土砂投下前後の海底地盤面の堆積状況について図-16(a), (b)に示す。また、図-17(a), (b)に投下位置付近の断面図を示す。

第1回目の直投に関して、計測プレートは図中のほぼ中央に設置され、また土運船は、長軸方向がY軸線に平行に、短軸方向がX軸線に平行になるようなスタイルで投下が行われた。それぞれの座標軸に関しては、プレートの設置位置が、X=5227, Y=3650であり、土砂投下位置もほぼ同じ位置である。

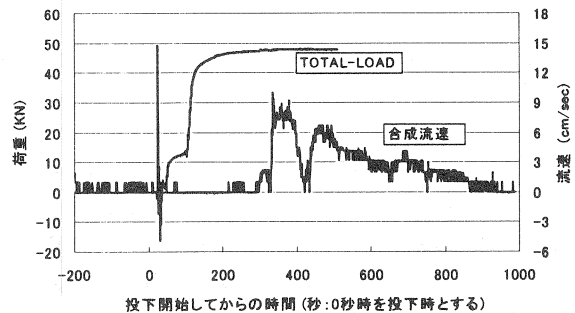


図-14 投下時の潮流

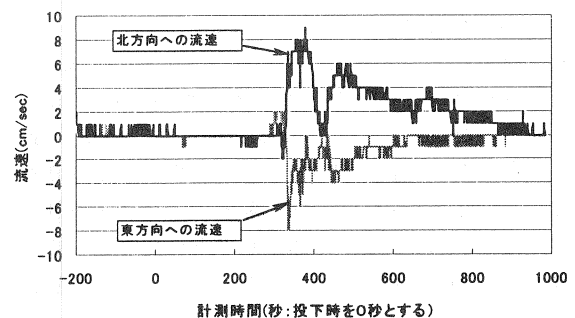


図-15 投下時の各方向への流速

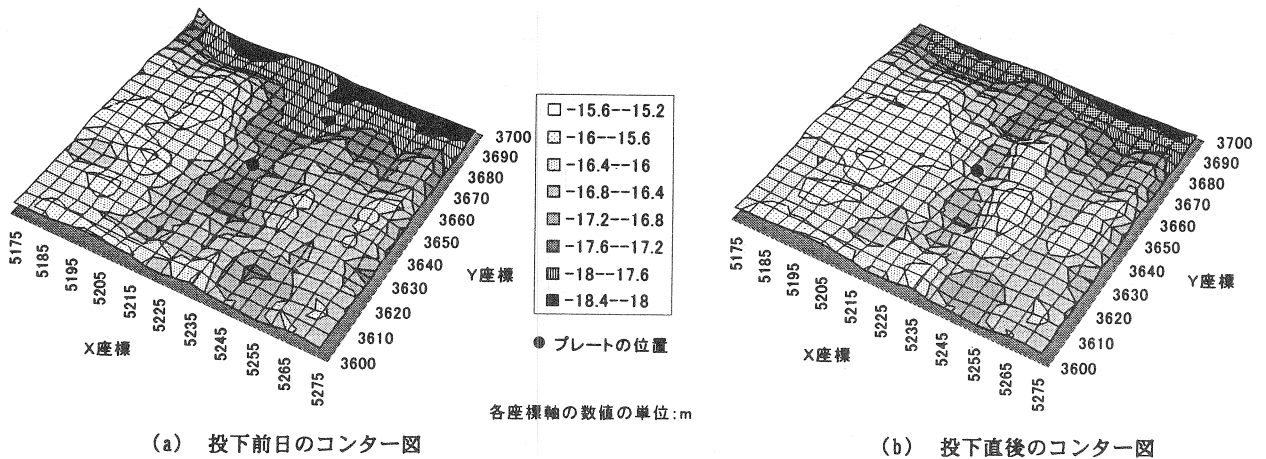


図-16 投下前後の海底地盤状況

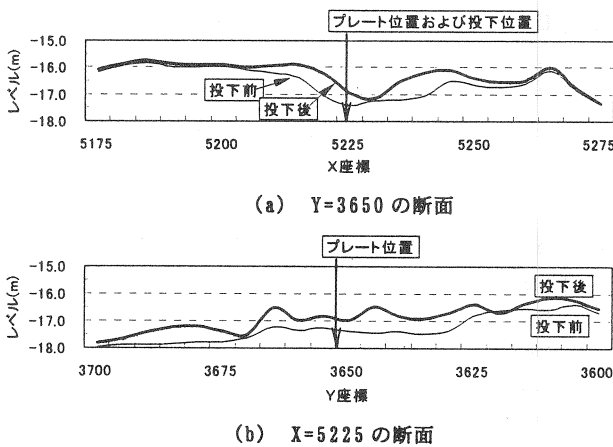


図-17 各座標位置の堆積状況

図より、プレート設置位置での投下前の地盤高さが平均的に-17.4m程度だったものとする、投下後は平均的に-16.6mあるいは-17.0m程度と思われ、投下前後の層厚変化は0.4m~0.8mと考えられる(なお、ここで挙げた数値は測量船からのそのままの値を示しており、実際の海底地盤高の数値とは異なる)。一方、荷重計の最終的な値より、土砂投下後においてプレート全体で50kNの土被りを受けたものとする、その層厚は約1~1.2mと予測でき、若干の差異が生じているが、この層厚については土圧の影響範囲をプレートの面積分のみで換算したものであることや、測量の最小メッシュ巾が5mであることなどから、必ずしもプレートに積載された荷重と一致するものではなく、また、プレートの設置された地盤状態にも影響を受けるものと思われる。

今回は計測プレートを狙って投下したわけであるが、堆積状況を見ると投下された部分とその周辺部の投下前後の相対的な関係としてはさほど変化しておらず、直投後も投下された位置を挟むように2つの山が形成されている。この状況は元々の海底地盤面の形状にも影響を受けるものと思われるが、計測プレートの投下直後の反応と同様に、初期段階においては投下土砂は狙った位置にはさほど堆積せずに、その周辺部に堆積したものと考えられる。

5.2 第2回直投時の計測結果

5.2.1 計測プレート各機器の反応について

第2回目の計測は平成12年3月18日午後2時頃に実施した。プレートの位置は前回と同じ(前回から埋設したままの状態)であるが、投下位置としては、図-2に示すように土運船の相対的な位置が1回目と比べて10mほどx軸方向へ水平移動した箇所で行われた。第2回目において投下した土砂は洲本産で、図-7に示すように砂分が比較的少ない土砂であった。

図-18に各計測器の反応について示す。第1回目において土砂の投下に約2分間を要したが、第2回目は投下土砂に含まれる細粒分が比較的少なかったせい、1回目よりは早く、約40秒で終了した。なお、投下時の海象条件としては、後述するように1回目よりは若干の潮流が観測された。

図より、投下約15~20秒後に最初の反応がみられ、その付近で、ロードセルおよび間隙水圧計が変動しており、投下土砂がプレートあるいはその付近に到達したものであると思われる。ただ、その変動幅は1回目と比べて低い。これは2回目の直投位置がプレートの設置位置とは異なること、また、1回目の投下時に堆積した土砂によって、その衝撃的な荷重が緩和されたことによると思われる。この変動域は約20秒間にわたって継続し(継続時間は1回目とほぼ同じ)、その後ロードセルの値は急増すると

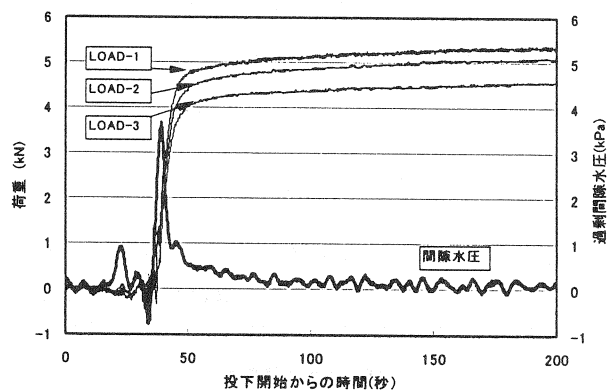


図-18 投下時の各計測器の反応(第2回目)

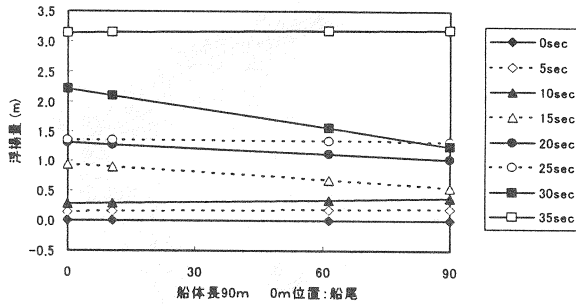


図-19 土砂投下中の土運船の浮揚状況

ともに、間隙水圧計の値は初期値に収束していった。この区間において、土砂が順次堆積していったものと思われる。

なお、それぞれのロードセルの値は、1回目同様どれもほぼ同じ曲線形状を示しており、設置状態や堆積状態による偏圧等の影響はなかったものと思われる。また、投下の初期段階から間隙水圧計の結果に波形状のラインが認められるが、これは海上の波浪に反応したものであると思われる。最終的にロードセルの反応からそれぞれが5kN付近に漸近しており、プレート全体で約15kN程度の土被りが認められる。また、間隙水圧計がほぼ初期値に戻っていることから、投下時におけるプレートの沈み込み等はないものと判断される。

図-19に、図-9と同様の方法により算定した、土砂投下中の土運船の浮揚状況について示す。第2回目においては、投下に要する時間と同様に船体の浮上についても1回目と比較して速く、特に後半の30秒以降については、急激な上昇が認められる。図-18における投下後40秒付近のロードセルの急増はこの部分に対応するものと思われる。

5.2.2 投下初期段階の各機器の反応について

図-20に投下初期段階における各ロードセルおよびそのトータル値について示す。図は投下時を0秒としたときの経時変化であり、投下後10秒から40秒間の結果を示している。これより、まず最初に曲線に大きな変化がみられるのが、投下15秒後であり、その付近で何らかの衝撃がプレートへと伝わっているものと考えられる。ただ、それはマイナス側（引張り荷重側）への反応であって、直接的に土砂が衝突したものではなく、土砂投下により発生した水流に反応したのではないと思われる。その後、32, 3秒付近で激しく変動する区間があるがこの段階で、本格的な土砂の衝突があったものと思われる。

図-21に間隙水圧計の反応についてトータル荷重と併せて示す。これより、水圧についても、当初は波浪の影響と思われる反応が続いているが、ロードセル同様に、投下15秒後にそれまでとは異なった反応を示していることから、その時点で土砂の投下に伴う何らかの負荷が作用したものと思われる。その後、30秒後付近で激しく変動しており、本格的な土砂の衝突があったものと思われ

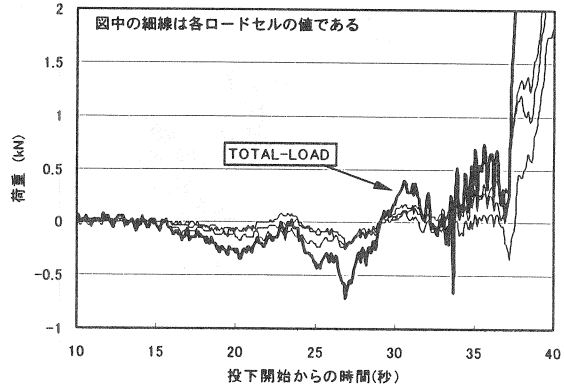


図-20 投下初期の各ロードセルの反応

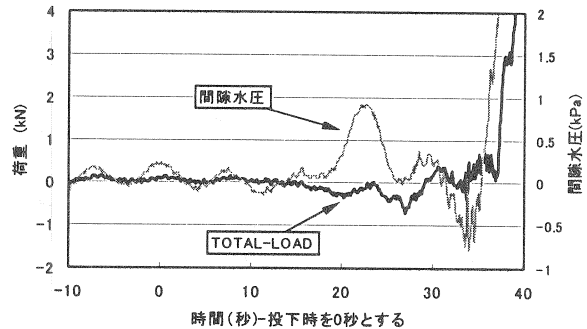


図-21 投下初期の間隙水圧, 総荷重

れる。ただ、初期に正圧側に反応しているが、その後、土砂が衝突していると思われる部分では、全体的に負圧側へとシフトしている。これに関しては、プレートのリバウンドによるものなのか、このプレートの持つ構造的特徴なのか定かではない。

5.2.3 投下中の潮流

図-22に投下前後の流向流速計に収録されたデータを示す。第1回目と比較して、計測当初から潮流が観測され、投下直前までに約5m/sec程度の西向きの流れが生じている。土砂投下時付近(0秒付近)より、流速が変化しているが、ただ、第1回目のように土砂投下による流れに反応したのであれば、さらに西向きへの流速が増加することが予想されるが、図に示すように流速が零へとシフトしている。この反応については、投下によるものとは考えにくく、第2回目においては、投下によってもたらされた潮流を区別することができなかった。

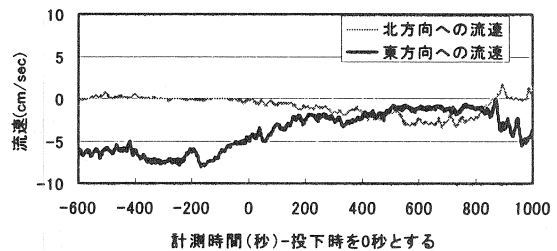


図-22 投下時の各方向への流速

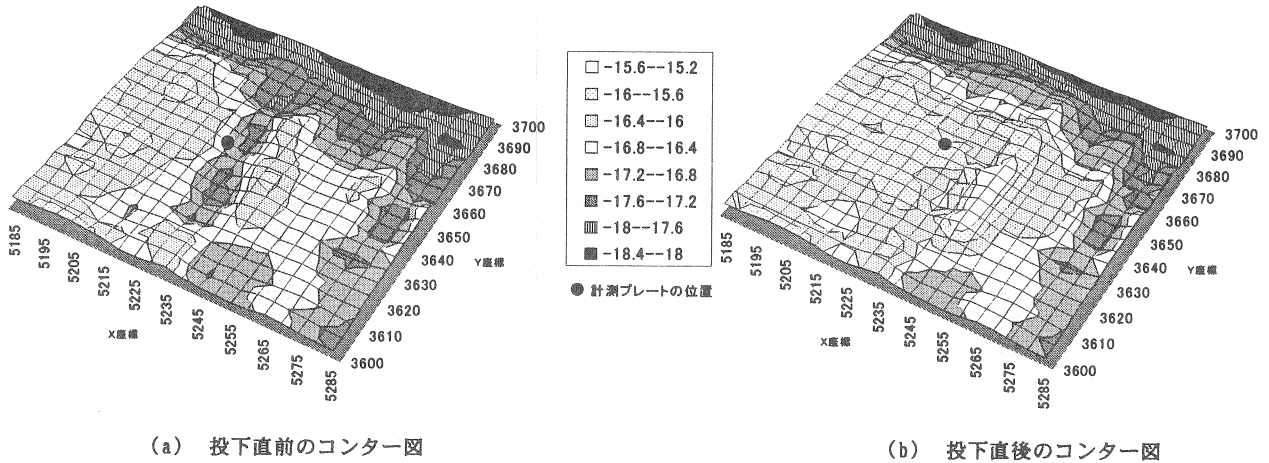


図-23 投下前後の海底地盤状況 (第2回目投下時)

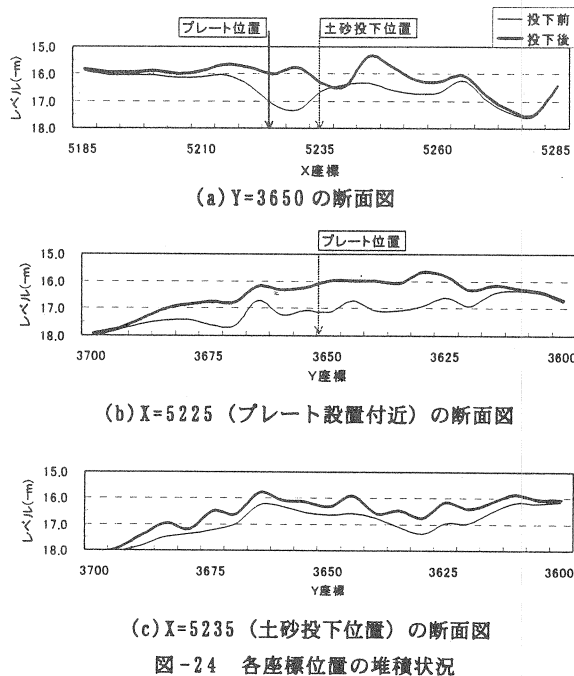


図-24 各座標位置の堆積状況

5.2.4 投下前後の土砂の堆積状況

図-23(a), (b)に投下前後の海底地盤面の状況について示す。

図-20(b)と比較して、前回から約半月程度経過しており、図中の色調より全体的な地盤の沈下が伺える。第2回目の場合、投下位置としてはX=5237, Y=3650であり、第1回目の位置よりX軸方向へ10m移動しているため、土砂の堆積形状についても異なっている。ただ、図より、前回、“谷”部として残されていた部分がほぼ埋められたように読みとれるが、中央部分の“山”を形成していた箇所 (x=5245のライン上) は相変わらず高いレベルを維持している。図-24(a), (b), (c)に各座標を切り口とした断面図を示す。

各図より読みとれるプレート設置付近の状況としては、投下前の平均地盤レベルが-17.4あるいは17.0とすると、投下後が16.2あるいは15.8であるから、前回

より加算された層厚としては約1m程度が読みとれる。ただ、計測プレートのロードセルの最終総量が15kN程度なので、層厚的には40cm程度と算定され、それらの層厚に関しては相違が生じることになるが、1回目同様に、プレートの設置位置、土砂の堆積状況、測定の位置割に対してプレートが相対的に小さいことなどの理由によるものと思われる。

6. まとめ

土運船による直投工事の効率的且つ効果的な施工方法の策定に関して、今回、実際の海域での直投土砂の衝撃圧計測を実施した。以下、今回の調査において得られた主な知見について示す。

- (1). 計測プレートの反応から、投下された土砂は水深約18mの水中を、投下開始してから15秒~20秒後に到達したと思われる。また第1回目の投下時においては、最大衝撃荷重は約0.1秒間の計測期間中に50kNを観測した。
- (2). 同じく計測プレートの反応から、投下の初期段階においては、土砂は投下位置には堆積せず、自身の持つ流速、あるいは後続の流れの影響によって飛散する。その後しばらく時間が経過した後に、投下位置への堆積を始める。今回の調査においては、投下後約40秒後からその堆積過程と思われる。
- (3). 第1回目の投下時において、投下中心点から約140m離れた流速計において、投下土砂のもたらした“流れ”を計測することができた。その結果によると、“流れ”は、投下開始してから約300秒後に流速計に到達し、このときの最大流速は10cm/secであった。また、投下継続時間約120秒に対し、流速計での反応継続時間は約600秒であった。

今後の検討課題、継続調査の項目としては、以下があげられる。

- (1). 土砂の種類や投下方法によって、落下速度や堆積形状がどのように変化するか。

(2). プレートに作用する荷重と実際の土被り厚の関係を明らかにする。

(3). 投下時の土砂の流速や場所ごとの流速の把握

(4). 投下土砂の種類と衝撃荷重との相関性の把握

このような計測は今回が初めてであり、とりあえず結果の紹介程度にとどめたが、本計測方法で直投工法における様々なデータを収録することができた。この結果については今後、さらに詳細な検討を進めていくとともに、各種室内実験に活用する予定である。特にドラム型遠心実験に関して、落下速度、投下時の周辺流速など机上の検討では難しい事項や、実験条件の設定時における貴重なデータになったものと思われる。今後も機会があれば、同様の調査を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 武藤碩夫・吉井聰介:底開バージから投下された土砂の堆積形状と底面衝撃圧の予測, 第28回水理講演会論文集, pp653~658, 1984
- 2) 例えば, 松見吉晴・荒井 清・太田正規・矢内栄二・増田 稔: 軟弱底面上に投入した土砂の堆積形状とその予測, 海岸工学論文集, 第45巻, 土木学会, pp891~895, 1998
- 3) M.Miyake and T.Yanagihata: Heap Shape of Materials Dumped from Hopper Barges by Drum Centrifuge, The Proceedings of the 9th International Offshore and Polar Engineering Conference, pp745-748, 1999
- 4) 三宅達夫・柳畑 亨: ドラム型遠心装置による直投土砂の堆積形状予測, 海岸工学論文集, 第46巻, pp971~975, 1999
- 5) 三宅達夫・柳畑 亨: ドラム型遠心装置を用いた底開式土運船による浅海領域での直投模型実験, 第35回地盤工学研究発表会講演概要集, pp2227~2228, 2000