

33. 砂防工事におけるコンクリート締固め機械の開発

建設省北陸技術事務所 *青木 鉄朗

本間 政幸

1. まえがき

砂防ダム工事の主要工種であるコンクリート打設にあたり、現場の要望からコンクリート締固め機械の開発調査を行った。砂防ダム工事における平均コンクリート打設量は約1,000~5,000 m^3 が、大半を示すが、打設量が5,000 m^3 ~40,000 m^3 級の大型ダムも建設されている。よから1日打設量は、ほぼ80~150 m^3 程度で計画されている。これ以上となる現場もある。

これらの砂防ダムコンクリートの締固めは、現状のとこ人力で施工しているのが実態であって、作業はかなりの重労働となっており、しかも労働者の高齢化が現場でめだっている。コンクリートの締固め機械としては、治水多目的ダム等大規模ダム工事においては、すでに種々の専用機械が使用されている。これらを砂防ダム工事への適用を考えると7~8 ton 級の大型機械であるため導入にあたっては、多くの問題がある。

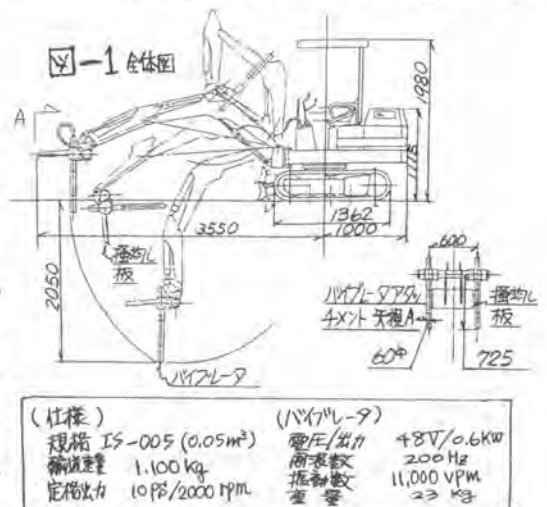
このため、締固め作業の省力化と施工の向上を図る機械施工を目的として、小型のコンクリート締固め機械の開発調査を行い、砂防ダムコンクリート打設の新工法を検討しようとするものである。

2. 調査内容

砂防ダム工事の打設ブロックは1リフト15 m 又は20 m を標準としていることと、1日打設量等により、打設ブロックが狭い面積となる。また、ブロック間の移動には、コンクリート打設機(トランスクリン又はケーブルクレーン等)で吊上げ移動が容易となる重量を考慮して、ミニバックホウ0.05 m^3 級をベースに棒パイプレータ60 ϕ mm \times 2本の組合せによるコンクリート締固め機械を試作し、施工性について現場調査するとともに、パイプレータ棒径によるコンクリートの締固め効果を測定する基礎試験も実施したので併せて報告する。

3. 締固め機械の概要

締固め機械の全体図および、その概要仕様を図-1に示す。試作機械は、ミニバックホウ0.05 m^3 級をベースとして、アーム先端にアタッチメント構造のパイプレータとコンクリート掻き均しブレードをL型に配置するもので、アームシリンダにより反転する機構とし、締固め作業と掻き均し作業の2工種を施工できるものである。また、試作のアタッチメントを取り外し、バケットを取換えることにより通常の掘削、積み込み作業が行える構造である。



4. 現場試験の概要

試験場所は、建設省飯豊山系砂防工事の務内管内の五川第1号砂防ダム工事現場にて実施した。

本ダムは、堤高20m・堤長191m・立積37,300m³で年間コンクリート打設量は7,600m³、日平均打設量100~130m³の規模で施工されている。以下現地試験の概要を示す。

1. コンクリート配合条件.....

粗骨材最大寸法	スランプ	空気量	水灰比	細骨材率
80mm	5cm	3.5%	58%	32.2%
2. コンクリート打設方法.....ケーブルクレーン(バケット容量1.5m³)で運搬、所当り約25m³程度打設した。
3. 締固め方法.....人力施工と機械施工に分けて比較検討し、試作機の施工性能を調査した。

5. 調査結果と今年度の対策

昨年度の現場調査試験結果と、試験時判明した機械の肉體欠陥の改良事項を併せて記す。なお、今年度、この改良事項により対策した機械が9月中に完成するので、再度現地試験を実施する予定である。

5-1 施工性について

調査結果を表-1に示し、施工状況を写真-1,2に示す。

手持ちバイブレータによる人力施工の場合、バイブレータ1本当り1人張り付き掻き均し算2~3人の標準施工人員とみられるが、機械施工することにより、作業員が1/2名削減できることや、所要時間の15~20%程度短縮できる。従って、コンクリート締固め作業の振動等重労働を考慮すると施工性向上に大きな期待がもてる。しかしながら、型枠附近を施工する場合は、本機の構造では困難であることや、型枠金具等により一部人力施工がやむを得なかった。

表-1 比較検討表

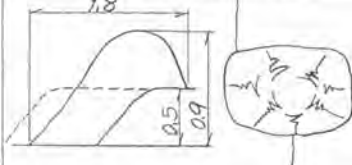
項目	施工方法	人力施工	機械施工	備考
調査年月日		656.10.26~27		
コンクリート打設量	m ³	1バケット当り1.5m ³		
打設形状	m			
締固め回数	回	15~24 x 2本	15~21	
締固め作業時間	分	1本当り14~18	10~15	此以外の締固めから仕上げの面
コンクリート水少量	cm	5~10	5~8	コンクリート上の足、加圧の少量
使用機械および機具		高周波バイブレータ 2本 スコップ 2本	締固め機械 (バイブレータ2本搭載)	
施工人数	監督者	1	1	指揮および管理
	特殊運転手	—	1	締固め機械の運転操作
	特殊作業員	3	1	バイブレータ作業、人力負担
	普通作業員	2	1	コンクリート掻き均し、表面仕上げ
	計	6	4	



写真-1 機械施工の場合



写真-2 人力施工の場合

(対策)

図-3に示すように、バイブレータ表着部に油圧シリンダで左右旋回できる構造として、ベースマシンの旋回機構と併用操作することにより、よりバイブレータの作動範囲を広げた。

5-2 掻き均し装置

バケツ排出時において、骨材の分離を防ぐため、打込み面上1m程度以下の高さまでバケツを落して甫放する。低スラング等により、円錐形に推積する。また、ケーシングクレーン打設の場合は併に型枠附近へのコンクリートの移動等掻き均しが必要となる。

この作業も、低スラングや骨材粒径等により重作業である。現況の棒状では、押込みや掻き均しとは困難であった。

(対策)

図-3に示すとおり、ブレード方式で行ない、先端歯先形状を2通りで検討する。

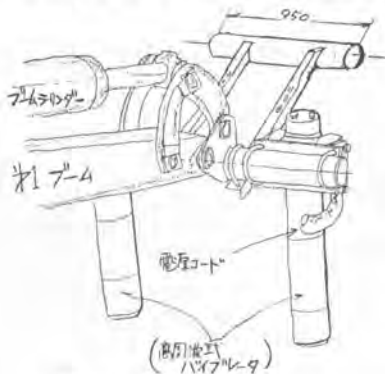


図-2 試作機

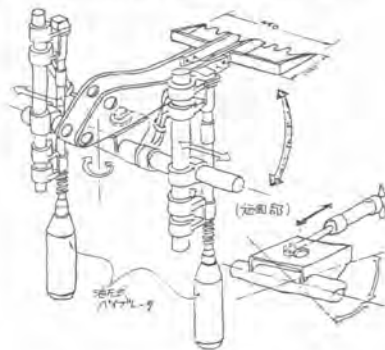


図-3 改良型

5-3 マスマシンの機動性

1リフトは1.5又は2.0mであり、打継ぎは2層層で施工されるので、骨材も硬化したコンクリート上から行うこととなります。1層打設後のコンクリート上から作業することが多い。本機のアムリーチの施工範囲では、十分届かないためコンクリート上での移動施工が大部分を占めた。このため、コンクリート上での機動性は、締固め直後の軟いところでの走行および施囲により履帯の沈下により、移動不可能な場合があった。また、同一箇所をくり返し操作した場合は、次第に沈下し、骨材の噛込みにより機動性がさらに低下した。写真-3にその時の状況を示す。



写真-3 走行状況

(対策)

1層目をバイアレッタで締固めると、ほぼ人間が歩ける状態となるが、現状の接地圧 0.23 kg/cm^2 (履帯幅 230 mm) では困難のため、接地圧の低減を図るため、低接地用 (接地圧 0.17 kg/cm^2 ・履帯幅 320 mm) に取換る。

5-4 機械のメンテナンス

コンクリートを扱う機械のメンテナンスとして、コンクリートの付着が問題となる。今回の試験では、作業終了後高圧水 (4 kg/cm^2) で洗浄したが、特に付着したコンクリートの硬化がはかれず、約10分

直程度で清掃するこじが出来れば、今後、走行駆動部の付着防止対策を検討しておく必要がある。
 5-5 その他の対策

通常、最大骨材径以上のバイブレータ径で一般に施工されているので、さらに強化するため、粗骨材最大寸法以上の200mmバイブレータを装着する。試作機は高周波バイブレータを採用し、高周波発電機を搭載したが、これによる騒音が大きく、強く感じられたので、本体の動力を使用する油圧式に変更し、機室室内に収納する。なお、動力源を別室外部より引込みする方法も検討出来るが、引込線が作業の邪魔になりやすいので、上記方法を選択する。

6 バイブレータ棒径による締固め効果測定概要

棒状バイブレータの性能はJIS A8610で、振動数、振幅、振動体質量が規定されている。これは、バイブレータ棒径に比例して能力が大きくなっている。そこで、これらがコンクリートの締固め効果(コンクリートの品質)に与える影響を測定し、試作機械のバイブレータ装着に役立てるために、棒径40φ、60φ、80φ、100φで振動伝達状況を調査した。振動計を図-4、写真-4に示す配置で取り付け測定した。

試験結果

6-1 振動伝達状況

水平および鉛直方向の振動をコンクリート表面上で振動バルブで測定した結果を図-5,6に示す。

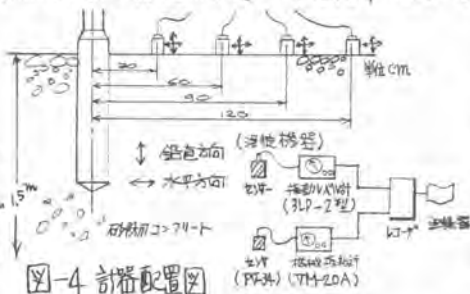


図-4 計器配置図



写真-4 測定状況

6-2 コンクリートの締固め密度変化

1m²に与える振動時間とRI密度測定器により測定した結果を図-7に示す。なお、各バイブレータ径による適正締固め所要時間をコンクリート品質面から把握することができる。

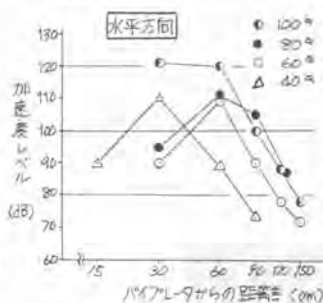


図-5 水平方向の場合

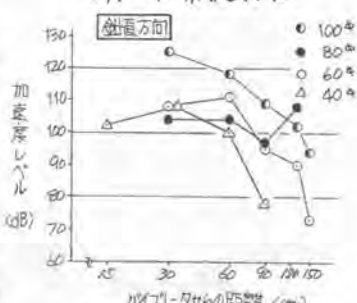


図-6 鉛直方向の場合

7 今後の方針

機械化粗工が可能であり、今年度改良型を製作し現場試験を重ね、性能および適応性を高める。棒状バイブレータが、コンクリートの締固め効果をコンクリート品質面から検討し、本装置へフィードバックをして、バイブレータの押し引き作業を連続に出来る自動化を考へ、操作性の単純化を図っていく予定である。

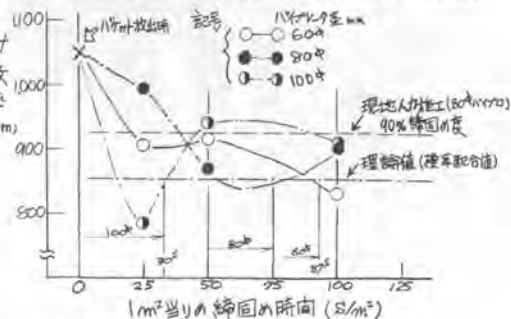


図-7 締固め密度