

全回転オールケーシング工法 による硬岩の掘削

石井 隆宏*
Takahiro Ishii

泊野 光香*
Mituka Tomarino

1. 工事概要

本工事は、四国電力株式会社が徳島県阿南市の橋湾に浮かぶ小勝島に建設を進めている橋湾発電所新設工事（出力70Kw）の内、前回北護岸工事で施工したRC取水ピットケーソン（幅20m、長さ45m、高さ13.1m、総重量9200t）の前面海域に、取水口カーテンウォールを、両翼に遮水壁を施工するものである。全回転オールケーシング掘削機は、カーテンウォールを支持する鋼管杭および遮水用鋼管矢板の岩盤への根入れ部（5.0～5.5m）を置換掘削するために使用した（図-1、2、表-1参照）。

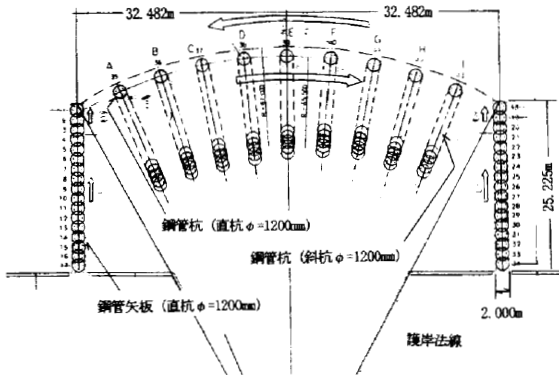


図-1 置換掘削平面配置図

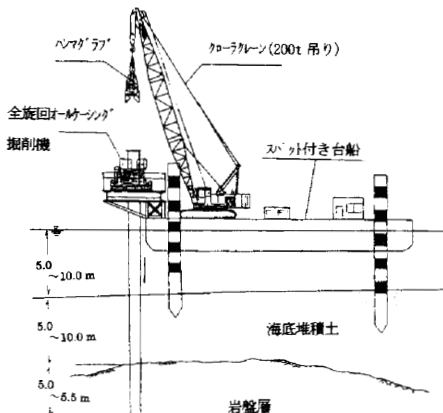


図-2 置換掘削状況図

表-1 主要機材一覧

掘削機	機種	SRD-2000H (三和機工)
	掘削口径	φ2000mm
	ケーシング回転数	0.95rpm
	ケーシングトルク	220ton・m
ケーシングビット	押込力	自重(115ton)
	型番	DCS-M45KR (住友電工) DCS-M45KL DCS-CM45K
	寸法	幅 45mm×高さ 30mm×長さ 120mm
使用機材および船舶	スハット付き台船	幅16m×高さ2.8m×長さ34m
	ハンマ	幅11m×高さ3.5m×長さ40m
	ハンマクランプ	φ2000mm
	クラムシェッセル	0.6m ³
	ケーシングチューブ	φ2000mm

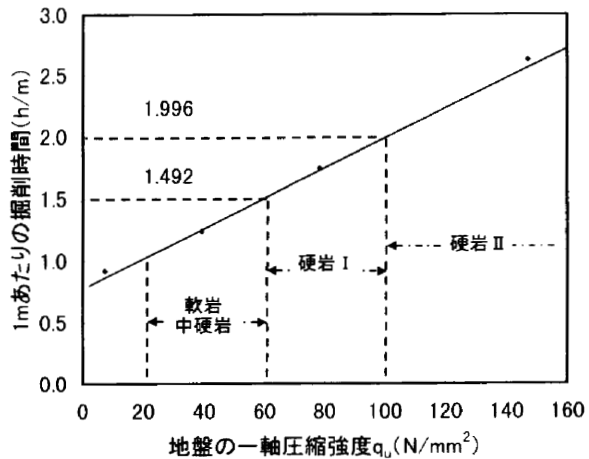


図-3 一軸圧縮強度と岩盤区分の関係

表-2 掘削時間・速度と岩盤区分判定

岩盤区分判定	掘削時間 (h/m)	掘削速度 (m/h)
軟岩・中硬岩	1.492 以下	0.670 以上
硬岩 I	1.492～1.996	0.501～0.670
硬岩 II	1.996 以上	0.501 以下

2. 地盤構成および岩盤分類

本工事地域の地質区分は四万十層群と呼ばれ、暗灰色を呈した緻密で強固な砂岩と頁岩の互層よりなる。図-3および表-2は、「大口径岩盤掘削工法の積算¹⁾」を参考に平均掘削速度から岩級区分を推定するために作成したものである。

3. 全回転掘削機の掘削結果

図-4に全回転掘削機による施工杭全88本の掘削平均速度を示す。平均掘削速度により推定した岩級は掘削孔全体がどの岩級に相当するかを示しており、実際の岩級を意味しない。以上の結果を、岩級別の出現率で示した

*四国(支)橋火力(出)

ものが表-3である。

硬岩Ⅰが9.90%、硬岩Ⅱが38.18%すなわち全掘削長の48.16%が硬岩で占められていたことになる。

岩強度は最大のもので $q_u=196.0\text{N}/\text{mm}^2$ と非常に大きい。この場合の掘削平均速度は $12\text{cm}/\text{h}$ であり、対象地盤内の岩が非常に硬く、強固であることがわかる。このように岩強度が非常に大きく、硬岩の出現頻度が計画時の10%に対して、実際は48%と高い値であったため、計画時には5.5ヶ月であった置換掘削の工期が延べ11ヶ月となった。

4. 硬岩掘削における注意点

施工中に発生したトラブル対応策、硬質岩部分の掘削に関する主な注意点を以下に示す。

(1) カッタービットの損耗 (損壊)

掘削能力が大幅に低下する原因として、掘削の要であるカッタービットの損耗 (損壊) がある。対応としては、ケーシングの押込み力を調整 (本工事の押込み力はケーシングマシンの自重以下) し、ケーシングトルクが高くなるようにする (本工事では $120\text{tf}\cdot\text{m}$ ($1177.2\text{kN}\cdot\text{m}$) 以下)。チゼルハンマを使用しカッタービットの負担を軽減する。高品質のカッタービットを使用することなどがある。

(2) ケーシングチューブ継手の損壊

平面および鉛直度の修正を硬岩掘削中に行うと、掘削孔に曲がりが生じ、結果的にケーシングトルクの上昇を招き、最悪の場合は引き抜き不能となり、ケーシングチューブ継手が破損する原因となるため、修正は土砂地盤掘削中でのみ行い、岩盤掘削開始後は行わないようにすることが肝要であった。また、硬い岩盤を長時間掘削した際に継手部ナットのネジ山破壊が原因で継手の損壊が発生した。これについては、継ぎ手部分のボルトナットの交換は破損しているものだけでなく、その周辺のボルトナットも外見上異常がなくても交換することで対応した。今回のように高いケーシングトルクを要する掘削 (硬岩掘削、大深度掘削) では、強化型ケーシング (継ぎ手の接合ボルト本数が2倍) を使用すべきと考える。

(3) 先行掘削孔へのケーシングチューブの引き込まれ

図-5 (a) に示すように、隣接する掘削孔のラップ長が大きい斜杭部の掘削で、先に掘削した置換孔へケーシングチューブ全体が水平に移動する形で引き込まれ、計画位置への掘削が困難となった。

今後は、図-5 (b) の改善例のように、岩の掘削量は増加するが引き込まれ現象を防ぐため、掘削孔の中心間隔を広くして引き込まれに対する抵抗を高くし、少々引

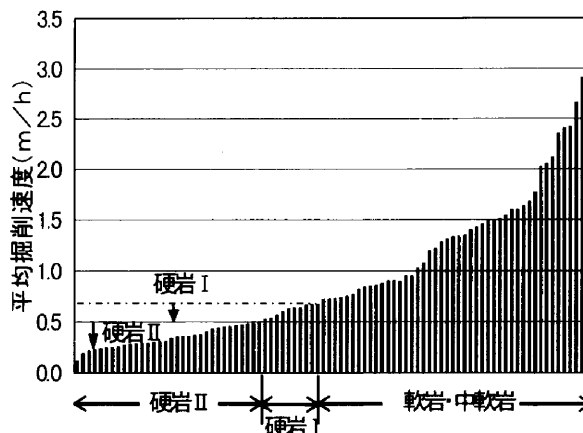


図-4 岩盤平均掘削速度

表-3 岩級別出現率

岩	級	掘削数 (本)	掘削本数 (m)	出現率 (%)
軟	岩	46	232.06	48.16
中	軟			
硬	岩 I	9	44.25	9.90
硬	岩 II	33	17.06	38.18
合	計	88	446.93	100.00

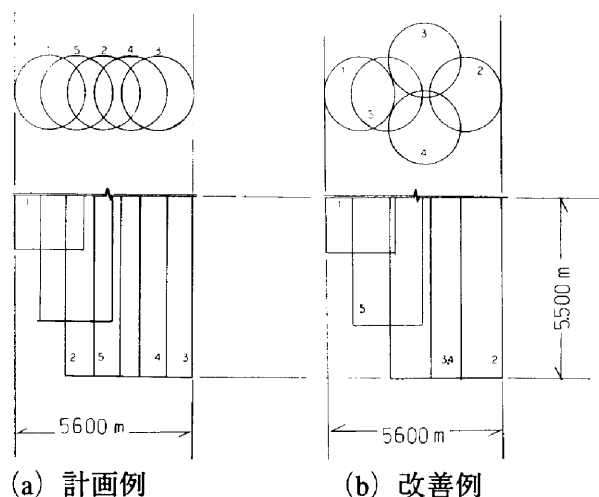


図-5 置換掘削工の配置

き込まれても計画範囲の掘削が可能となるように、掘削孔を配置することを提案する。

参考文献

- (社) 日本建設機械化協会「大口径岩盤削孔工法の積算」平成8年度版