

なお、ロータリー吹付け機の主な特長は次のとおりである。

- ①粉塵が従来の方式に比べ約10分の1である。
- ②吹付け厚さのコントロールが容易である。
- ③仕上がり面が滑らかである。
- ④コンクリートのはね返りが少ない。
- ⑤急結剤の使用量を抑えることができる。
- ⑥コンプレッサー設備やエア配管が不要なため、作業空間を広くできる。

また、図-3にロータリー吹付けシステムとしての各機器の編成を示し、表-1にロータリー吹付け機の仕様を示す。

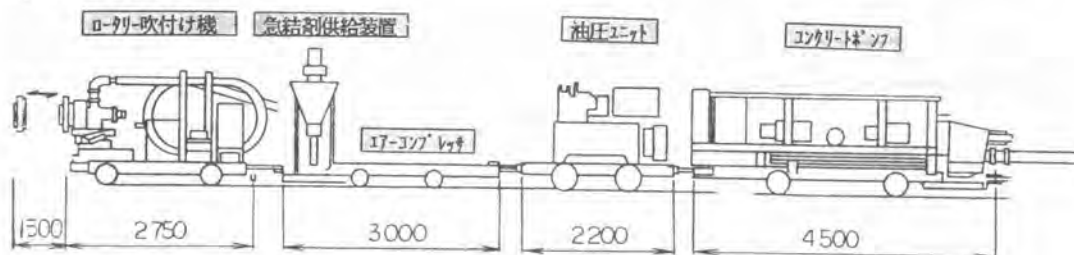


図-3 ロータリー吹付けシステムの編成

表-1 ロータリー吹付け機の仕様

吹付け能力	4m ³ /h	首振り角度	上下15° 左右15°
インペラー回転数	600~1,200rpm	油圧ユニット	210Kgf/Cm ² × 110L
インペラー寸法	400φ × 68W		50Kgf/Cm ² × 50L
スクリー回転数	200~300rpm	動力	可変容量ポンプ2連型
スライド量	1,500mm		37KW × 220V
リフト量	500mm		

3. 施工

3-1 工事概要

中部電力北又渡発電所は、南アルプスに源を発する天竜川水系の遠山川に4つの堰堤を構築し、延長11.4kmの水路でそれらを接続して、最大出力24,200kwの電力を発電する水力発電所である。その第2工区のうち2号導水路トンネル建設工事では、中部電力として初めてのTBM工法が採用され、覆工としての吹付けコンクリートの施工に、ロータリー吹付け機が採用された。

(1)概要

施工場所	長野県下伊那郡南信濃村大字木沢字本谷山		
工事名称	中部電力(株)北又渡発電所新設工事土木本工事第2工区工事		
形式	無圧幌型トンネルコンクリート巻立て及びコンクリート吹付け		
長さ	2,687.7m	断面(円形部)	内径2.3~2.52m
吹付け数量	1,260.9m ³	吹付け厚さ	4~14cm

(2) 支保工・覆工パターン

地質の状況に応じ、無支保、ラス+ロックボルト、鋼製支保など4種類の覆工パターンを用いている。

表-2 支保工・覆工パターン

断面種別	IV-1型	IV-2型	IV-3型	III型
断面状況				
支保工	無支保	ラス+ロックボルト	鋼製リック支保工	スチールゲート

(3) コンクリートの材料および配合

コンクリート示方配合を表-3に示す。

表-3 コンクリート示方配合

最大骨 材寸法	W/C (%)	S/a (%)	C (Kg)	W (Kg)	S (Kg)	G (kg)	急結剤 (%)	スラッグ (cm)
15mm	55	70	400	220	1,189	523	6	10±2

3-2 施工状況

2号導水路トンネルは、地質の状況に応じて支保工・覆工パターンが異なり多岐にわたっているが、いずれの場合も写真-1に見るように、仕上がり面が平滑で均一な吹付け厚さが得られ、最大日進94mと良好な吹付けができた。また、小断面トンネルの吹付けであるにもかかわらず、粉塵量が約1.2mg/m³と従来の約10分の1と少なく、作業環境が大幅に改善された。



写真-1 仕上がり面



写真-2 吹付け状況

(1)発生粉塵量

粉塵測定は、ローボリュームエアースンプラーと光散乱式デジタル粉塵計を用い図-4に示す地点で測定した。各地点での測定結果は表-4に示すが、最も条件の厳しい測点2ならびに5（吹付け機の前方付近）においても平均 $1.93\text{mg}/\text{m}^3$ （幾何平均）である。また、その他の測点平均はと極めて少ない数値を示し、粉塵の拡散範囲の狭いことを表している。

表-4 吹付け作業の粉塵測定結果 (mg/m^3)

測点No.1	測点No.2	測点No.3	測点No.4	測点No.5	測点No.6	平均
1.20	1.89	1.58	0.17	1.83	1.57	1.37
1.31	1.92	1.87	0.14	1.89	2.49	1.35
1.26	1.40	1.63	0.27	2.05	1.84	1.41
1.56	2.04	1.91	0.39	2.06	1.96	1.65
1.04	1.46	1.13	0.28	1.57	1.46	1.16
1.26	1.83	1.62	0.52	1.70	1.42	1.39
0.31	2.87	2.32	0.12	2.49	2.15	1.71
1.13	1.91	1.92	0.27	1.94	1.84	1.50

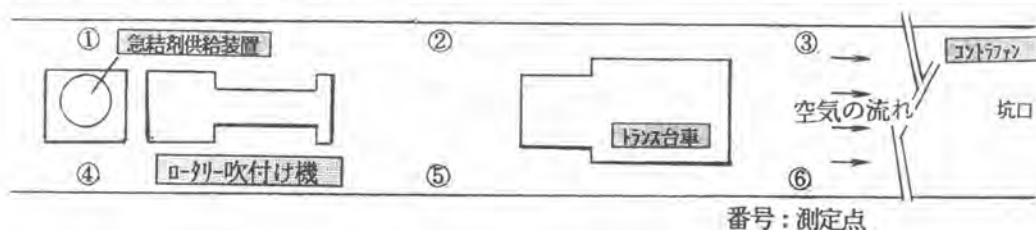


図-6 粉塵測定点

(2)コンクリートの強度

表-5は吹付けたコンクリートの圧縮強度の計測結果であるが、設計仕様に示された強度 ($230\text{kgf}/\text{cm}^2$) を十分に満足するものであった。

表-5 吹付けたコンクリートの圧縮強度 (kgf/cm^2)

材令	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\sigma 3$	$\sigma 5$	$\sigma 7$	$\sigma 28$
強度	86	132	180	240	270	395
	86	156	192	246	264	372
	79	150	198	237	264	366
平均強度	84	146	190	241	266	378

4. 今後の課題

ロータリー吹付け機本体については、急結剤の閉塞によるコンクリートのつまり、吹付け機を構成するスリーブやインペラーなど部品の摩耗が予想以上に大きく、各部品の耐久性の向上が必要である。

また、仕上げ面のより平滑な施工に向けて、コンクリートの配合やスランプなど材料と共に投射速度や方向など吹付けの操作方法を研究する必要がある。

5. おわりに

トンネル工事における坑内環境の改善、特にコンクリート吹付け時の粉塵の抑制は大きな問題となっている。ここに紹介したロータリー吹付け機は、極めて粉塵が少なくしかも高品質の吹付けができるなど大きな特長を持っている。この特長を活かしてさらに改善を加え、低粉塵工法としてより優れたものとなるよう期待している。