☆低粉塵・低リバウンド☆

# ＡＬＳＳ吹付け工法

## （エアレススラリーショット）

ホイール式コンクリート吹付けシステム（ＧＭＢ３５Ｃ）

新和商事株式会社
株式会社コバヤシ

# 1・エアレス吹付けシステムの概要

本吹付けシステムは、コンクリート吹付け用の圧送エアーを使用せず、約2000rpmで回転するインペラブレードによりコンクリートが打撃・投射される吹付けシステムです。急結剤はスラリー化急結剤を用います。スラリー化急結剤は、インペラヘッド部まで圧送されるコンクリートにY字管部で混合されます。

## 特　徴

1）　従来の吹付けシステムに比較して、大型コンプレッサーを使用しないため粉塵発生量が非常に少なく，粉塵量＝1.0mg/㎥以下（吹付け位置から10m後方での測定結果）を実現しました。集塵設備および送排気設備等が使用できない工事には最適の吹付けシステムです。

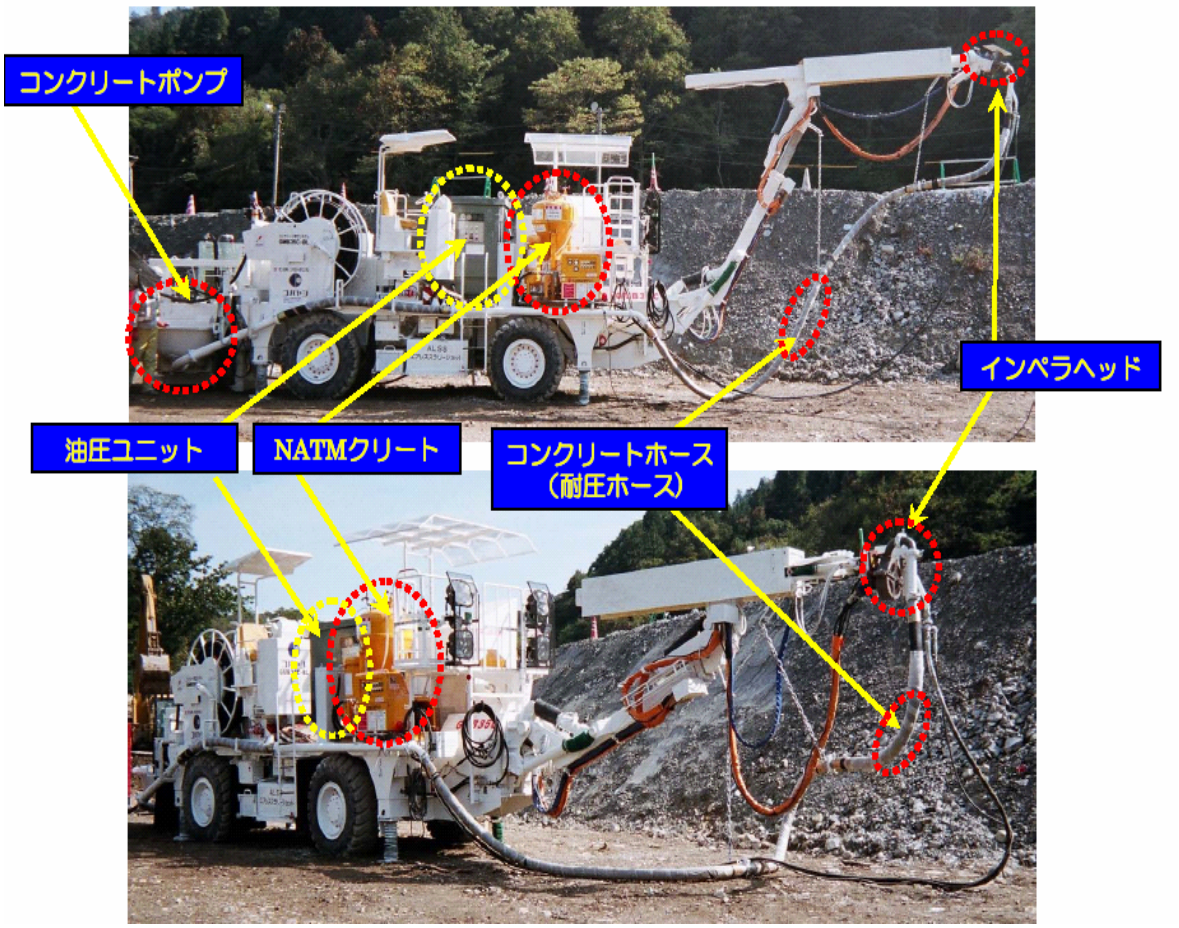
2）　リバウンド量が少なくなります。（従来の吹付けシステムの約1／2）

3）　吹付けシステムの消費電力量を少なくできます。（従来一体型吹付け機より20kw/h減少）

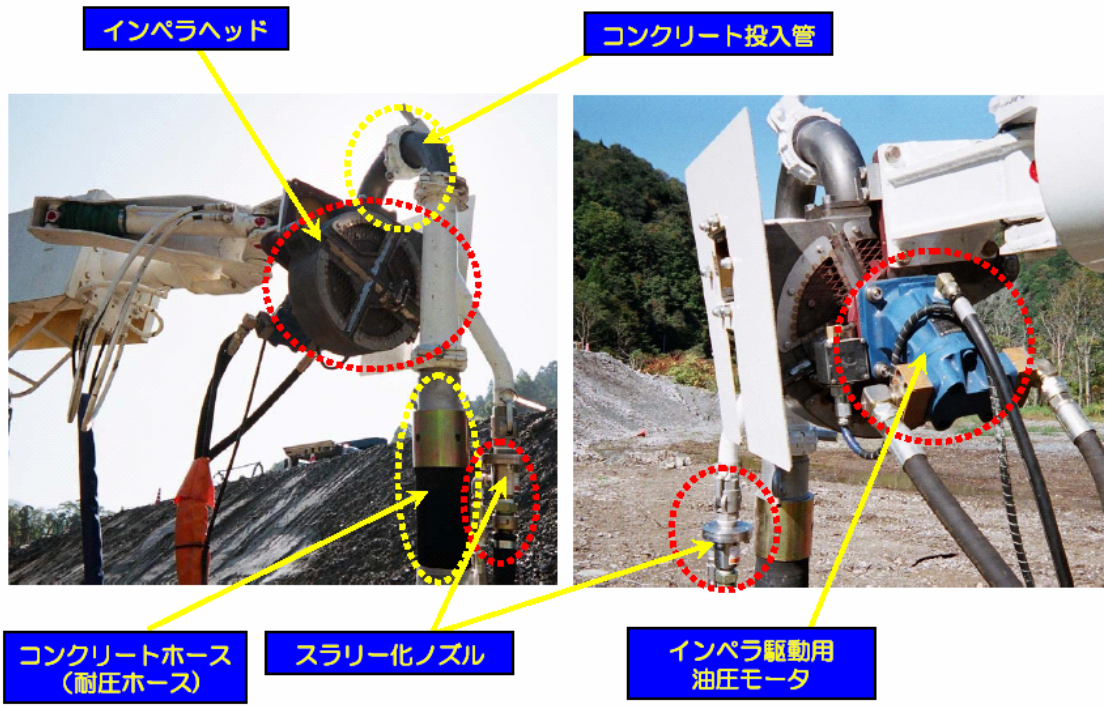
4）　ほぐしエアーを使用しないため、コンクリート圧送耐圧ホース等の磨耗損傷が少なくなります。

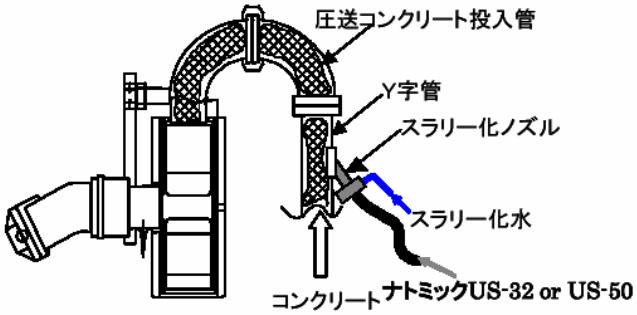
本システムは、IHI＆リブコンエンジニアリング（LEC）によって開発され、新和商事が、エアレス吹付け機の製造・販売権の許諾を受けております。

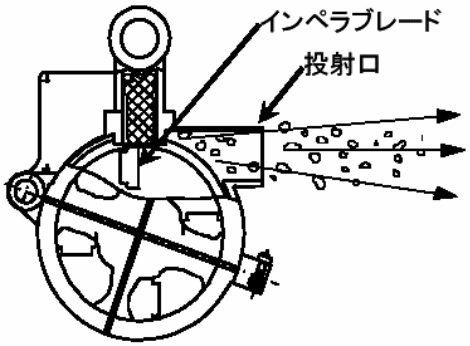
## ・ＡＬＳＳ一体型吹付けロボット



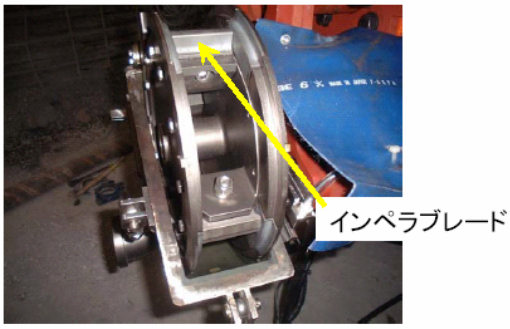
## 2・インペラヘッド概要



スラリー化ノズル接続状況




インペラヘッド

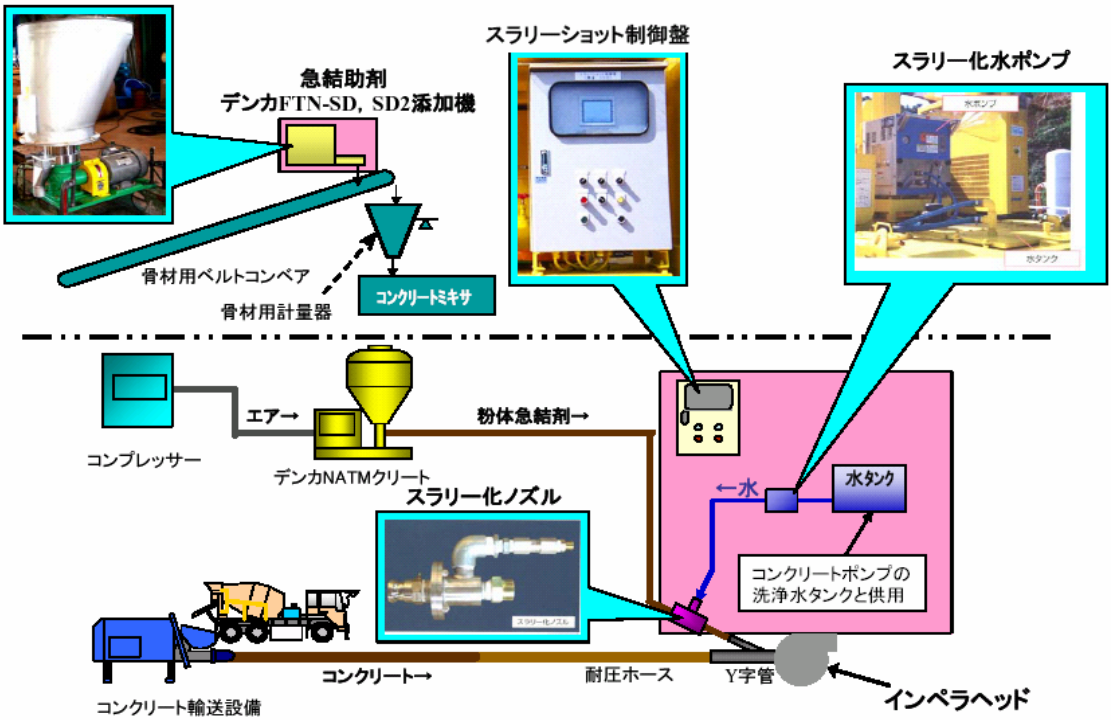
## ３・スラリー急結剤の使用

スラリーショット専用の粉体急結剤をコンクリートを吹付け時、専用器具（スラリー化ノズル）にて連続スラリー化し、添加する。
スラリー急結剤は吹付けコンクリートと混合性が優れ、付着急結特性と強度発現性により、吹付けコンクリートの跳ね返り量をおさえる。

●ベースコンクリート練混ぜ時に、急結助剤を添加する。（バッチャープラントにて）
・一般吹付け用　：デンカFTN-SD2
・高強度吹付け用：デンカFTN-SD

●専用粉体急結剤
・一般吹付け用　：デンカナトミックUS-32
・高強度吹付け用：デンカナトミックUS-50

### ＡＬＳＳ吹付けシステム例




・スラリーショット（スラリー急結剤）施工実績

| 番号 | 工　事　名 | 施工時期 | 発　注　者 |
|---|---|---|---|
| 1 | 東海北陸自動車道　飛騨トンネル避難坑（その2）工事 | 2002年8月 | NEXCO |
| 2 | 北陸新幹線　第2黒部トンネル他工事 | 2003年7月 | JRTT |
| 3 | 国道289号線　甲子トンネル（下郷工区） | 2003年8月 | 国土交通省 |
| 4 | 遠野第2生活貯水池　洪水他トンネル築造工事 | 2003年12月 | 岩手県 |
| 5 | 京都府道舞鶴和知線道路新設改良　菅坂南トンネル工事 | 2004年3月 | 京都府 |
| 6 | 敦賀バイパス　坂下トンネル工事 | 2004年7月 | 国土交通省 |
| 7 | 天城北道路　本立野トンネル新設工事 | 2005年4月 | 国土交通省 |
| 8 | 国道381号　道路改築　境ケ谷トンネル工事 | 2005年4月 | 高知県 |
| 9 | 知見八鹿線道路整備事業　知見八鹿線トンネル新設工事 | 2005年6月 | 兵庫県 |
| 10 | 東海北陸自動車道　飛騨トンネル（その3）工事 | 2005年8月 | NEXCO |

# ４・配合表及び使用材料、圧縮強度

## ・ＡＬＳＳ吹付けコンクリート配合表

| 配合の種類 | W/C(1) % | W/C(2) % | S/a % | ベースコンクリート単位量(kg/m3) | | | | | | | | 急結剤(kg/m3) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | W | C | S1 | S2 | G | PPF | SD | SP1 | US-32 | ｽﾗﾘｰ化水 |
| ALSS C430 | 48.9 | 54.5 | 70.0 | 210 | 430 | 358 | 848 | 529 | 9.1 | 0.215 | 3.87 | 30.1 | 24.1 |
| ALSS C400 | 50.0 | 55.6 | 70.0 | 200 | 400 | 369 | 874 | 545 | 9.1 | 0.200 | 4.00 | 28.0 | 22.4 |
| ALSS C380 | 52.6 | 58.2 | 70.0 | 200 | 380 | 372 | 881 | 551 | 9.1 | 0.190 | 4.75 | 26.6 | 21.3 |

・W/C(1)：レディミクストコンクリートの水セメント比
・W/C(2)：吹付けコンクリートの水セメント比（スラリー化水を考慮）

## ・エアー吹付けコンクリート配合表

| 配合の種類 | W/C(1) % | W/C(2) % | S/a % | W | C | S1 | S2 | G | PPF | SP2 | | 急結剤(kg/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | T-5 |
| エアー C360 | 58.3 | 58.3 | 63.0 | 210 | 360 | 329 | 779 | 664 | 9.1 | 3.60 | | 25.2 |

・W/C(1)：レディミクストコンクリートの水セメント比
・W/C(2)：吹付けコンクリートの水セメント比（スラリー化水を考慮）

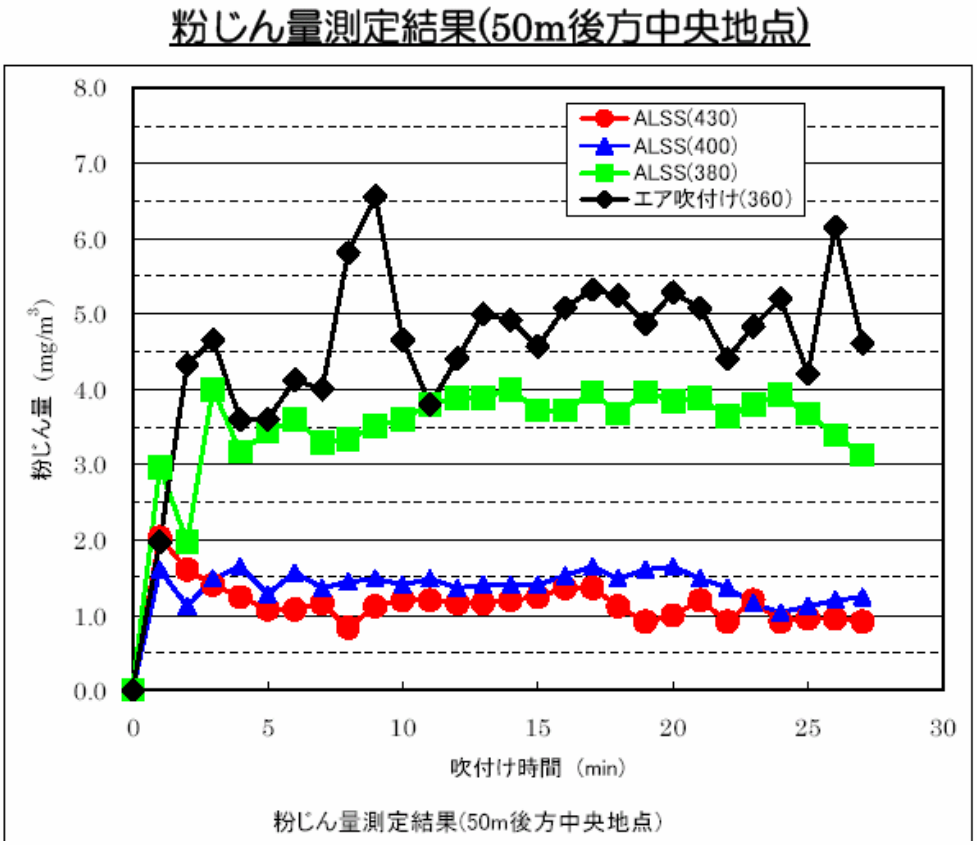
## ・使用材料一覧表

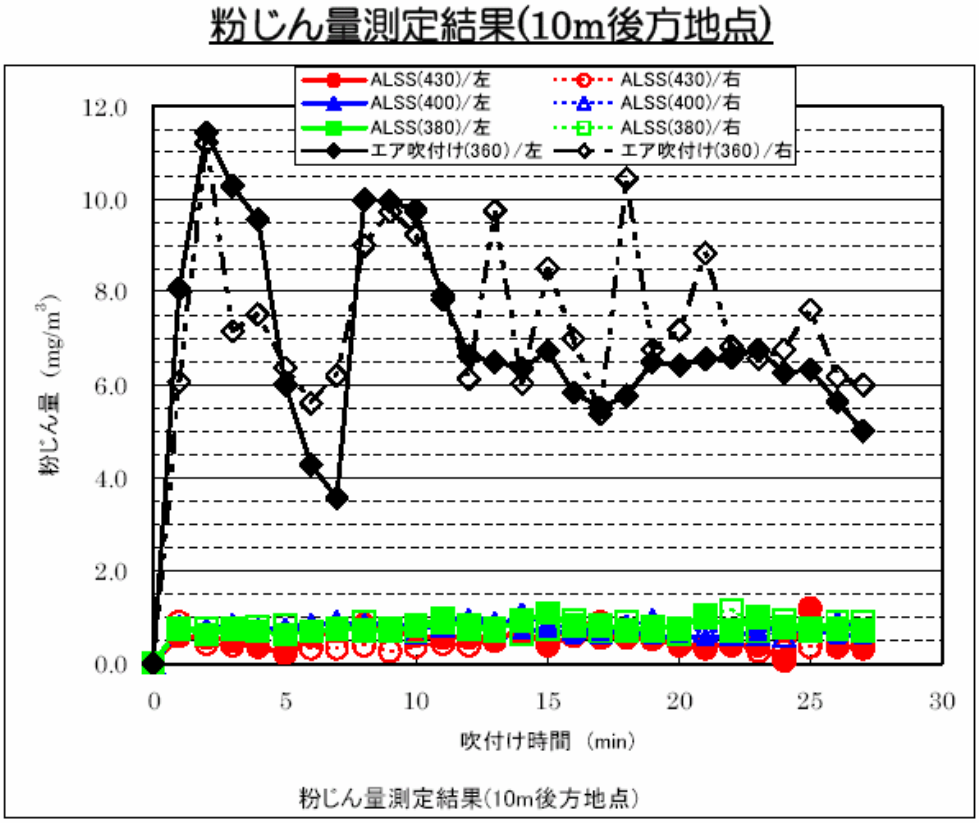
| 材料(記号) | 種　類　・製　造　元 | 品　質　等 |
|---|---|---|
| セメント(C) | 普通ポルトランドセメント(電気化学工業製) | 密度＝3.15g/cm3 |
| 細骨材1(S1) | 山　砂 | 密度＝2.61g/cm3　FM＝2.05 |
| 細骨材1(S2) | 砕　砂 | 密度＝2.65g/cm3　FM＝3.20 |
| 粗骨材(G) | 砕石 | Gmax=13mm 密度=2.70g/cm3 |
| PP繊維(PPF) | バルチップ(萩原工業製) | PP-1種　　密度=0.91g/cm3 |
| 急結剤助剤(SD) | デンカFTN-SD2(電気化学工業製) | エアレス＋スラリー吹付け工法 |
| 混和材1(SP1) | 高性能減水剤FTN-30(ｸﾞﾚｰｽｹﾐｶﾙ製) | エアレス＋スラリー吹付け工法 |
| 混和材1(SP2) | AE減水剤WRDA-L15(ｸﾞﾚｰｽｹﾐｶﾙ製) | エアー吹付け工法 |
| 練混ぜ水(W) | 地下水 | |
| 急結剤1(US32) | デンカナトミック US-32 | エアレス＋スラリー吹付け工法 |
| 急結剤2(T-5) | デンカナトミック TYPE-5 | エアー吹付け工法 |

## ・圧縮強度試験結果

| 吹付け工法 | 単位セメント量 kg/m3 | W/C(2) % | 試験吹付け σ7 N/mm2 | 室内試験 σ7 N/mm2 | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| エアレス吹付け | 430 | 54.5 | 20.4 | 32.9 | |
| エアレス吹付け | 400 | 55.6 | 20.9 | 30.2 | |
| エアレス吹付け | 380 | 58.2 | 23.0 | 28.5 | |

## 5・粉じん量測定結果


粉じん量測定結果(50m後方中央地点)
ALSS(430)
ALSS(400)
ALSS(380)
エア吹付け(360)
粉じん量 (mg/m3)
吹付け時間 (min)
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
0
5
10
15
20
25
30
粉じん量測定結果(50m後方中央地点)


粉じん量測定結果(10m後方地点)
ALSS(430)/左
ALSS(400)/左
ALSS(380)/左
エア吹付け(360)/左
ALSS(430)/右
ALSS(400)/右
ALSS(380)/右
エア吹付け(360)/右
粉じん量 (mg/m3)
吹付け時間 (min)
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0
5
10
15
20
25
30
粉じん量測定結果(10m後方地点)

## ■　粉じん量測定結果表（型式　P-５L　質量濃度係数　K値=0.04）

| 配　合 | 粉じん濃度(mg/m3) | | | 風　向 | 風　速 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10m右 | 10m左 | 50m中央 | | (m/sec) |
| ALSS　C　430 | 0.4 | 0.5 | 1.2 | 本坑⇒坑口 | 1.4 |
| ALSS　C　400 | 0.8 | 0.7 | 1.4 | 本坑⇒坑口 | 1.6 |
| ALSS　C　380 | 0.8 | 0.8 | 3.6 | 本坑⇒坑口 | 1.0 |
| エアー　C　360 | 7.3 | 6.9 | 4.8 | 本坑⇒坑口 | 1.2 |

## ６・非鋼繊維コンクリート跳ね返り率試験

| 配合種別 | 単位セメント量 kg/m3 | スランプ範　囲 Cm | W/C（1）（%） | W/C（2）（%） | コンクリート跳ね返り率（%） | コンクリート温度（℃） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| エアレス吹付け（430） | 430 | 18±2 | 48.9 | 54.5 | 10.9 | 16.0 |
| エアレス吹付け（400） | 400 | 18±2 | 50.0 | 55.6 | 12.3 | 16.5 |
| エアレス吹付け（380） | 380 | 18±2 | 52.6 | 58.2 | 19.6 | 16.0 |
| エアレス吹付け400pp無 | 400 | 18±2 | 50.0 | 55.6 | 11.8 | 16.0 |
| エアー吹付け（360） | 360 | 15±2 | 58.3 | 58.3 | 26.3 | 16.0 |
| エアー吹付け360pp無 | 360 | 12±2 | 60.0 | 60.0 | 23.6 | 16.0 |

※W/C（1）レディミックストコンクリートの水セメント比
※W/C（2吹付けコンクリートの水セメント比

## ７・騒 音 測 定 結 果

| 吹付け種別 | 測　点 | 騒音(dB) | |
|---|---|---|---|
| | | 10分平均 | 最大値 |
| エアレス吹付け | 5m | 88 | 90 |
| エアー吹付け | 5m | 95 | 99 |

・エアレスの吹付けの騒音レベルは８８ｄＢ（Ａ特性、平均値）であり、エアー吹付け工法に比較し約１０ｄＢ程度低くなった。

## ８・吹付け作業状況

■エアレス吹付け工法

■エアー吹付け工法

■坑外にて試験吹付けコンクリート

# ９・インペラヘッド吹付け方向

・インバート吹付け状況

・鏡吹付け状況

・側壁吹付け状況

・支保工裏吹付け状況

# １０・インペラヘッド洗浄手順

エアー吹付けの場合、吹付けノズルの洗浄作業は配管洗浄一連作業で完了したが

エアレスのインペラヘッドは**別途洗浄作業が必要**となる。その作業手順を記述する。

①ケーシングカバーを開いて、吹付け機本体に常備している高圧ジェット水により、付着コンを除去する。

②高圧ジェット水の洗浄後インペラ内部の残付着モルタルを人力で除去する。

③コンクリート投入管内部の付着コンを人力作業にて除去。

④スラリー化ノズル合流部の急結剤固化分の除去。

⑤残コン除去後、コンクリート投入管のつなぎ込み。

⑥コンクリート耐圧ホースのつなぎ込み。