V-45　　吹付コンクリートの付着強度について　（一実験的考察）

飛島建設(株)　正　後藤 辰夫
〃　〃　木村 勝利
〃　〃　辻子 雅則

1．はじめに．

トンネル工法に，吹付コンクリートを主な支保材として用いるNATMが普及するに伴い，その研究，技術的改良は著しいものがある。近年では，単に施工中の一次的な支保としてではなく，施工性，経済性からトンネルの永久巻立として吹付コンクリートを用いる動向があり，耐久性，長期強度等の研究もなされている。こうした中で，屋根ドーム，PCタンク被覆用など鉄筋コンクリート構造物にも用いられた例もあり，今後もかなりの増加が予想される。ここでは，一連の基礎実験の中で，吹付コンクリートを鉄筋コンクリート構造物に用いた場合の問題点を把握すべく行なった，異形鉄筋の付着強度試験結果を報告する。

2．実験方法

供試体採取 ― ベースコンクリート，吹付コンクリートの供試体は，Jトンネル現場において2回の採取を行なった。吹付機械は，湿式吹付方式のS型，P型を用いた。また比較のために，トンネル二次覆工鉄筋コンクリート用配合のものについても供試体を作製した。（表1．2）

表1 供試体数

		養生	D16	D19	D25
吹付コン	SW	空中	3	—	—
	SS	水中	3	3	3
ベースコン	BW	空中	3	—	—
	BS	水中	3	3	3
普通コン	NW	〃	3	—	—
	NA	空中	3	—	—

供試体型枠は，ビーム状型枠（150×150×530 mm）の中心に鉄筋を固定したものを用いた。吹付コンクリート採取は，リバウンドを巻き込まないように型枠を45°～60°に傾けて設置したものに直接吹付けた。ベースコンクリートは，生コン車から荷卸しした吹付用のウェットミクストコンクリートをそのまま型枠に詰めた。尚，吹付コンクリートには，セメント系急結剤を吹付時に添加した。（図1）

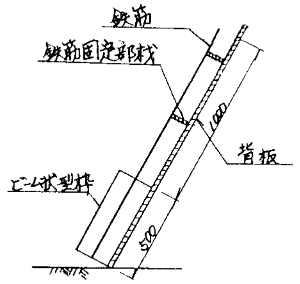

図1 供試体型枠

養生方法 ― 各供試体を，鉄筋の定着長150 mmに切断した後，水中養生，空中養生を行なった。（表1）

試験方法 ― 試験は，28日材令のものについて鉄筋の引抜き試験を行ない，他端（自由端）のすべり量を変位計で測定し，平均付着応力との関係を調べた。（図2）

（平均付着応力　$\tau = \frac{P}{\pi \cdot \phi \cdot l}$　　但し，τ；平均付着応力
P：荷重
φ：鉄筋径
l：鉄筋の定着長さ）

表2 配合表

配合名	最大骨材寸法 Gmax (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位重量 (kg/m³) セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	急結剤 Q
吹付コン(S)	15	50	70	350	175	1234	558	24.5
ベースコン(B)	15	50	70	350	175	1234	558	—
普通コン(N)	25	51.8	42.5	320	166	792	1095	—

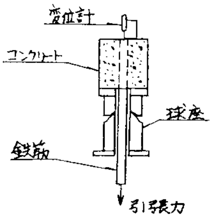

図2 試験装置

3．実験結果

1）破壊は，割り裂きによる破壊形状を示した。（図3）　2）平均付着応力（τ）― 自由端すべり量（δ）の関係から同一すべり量でのτは，ほぼN＞S＞Bの傾向を示し，吹付コンクリートは，普通コンクリートの空中養生のものに近い値を示している。（図4）　3）τを圧縮強度（σc）で割った，τ/σc―δの関係では，S＞N＞Bとなっており，吹付コンクリートは，圧縮強度に対して高い付着性を示した。

(図5) 4).τを曲げ強度(σ_b)で割ったτ/σ_b—δの関係では、N≃S>Bになっており、S,N,Bの値の比は、τ/σ_c に比べて小さい。(図6) 5).破壊時(クラック発生時)のτでは、70〜120 kg/cm² でバラツキは大きいが、概ね、N≃S>Bの傾向にあった。 6)破壊時のすべり量は、S<N<Bとなっており、Sの中では、細径のもの程、小さいすべり量で破壊に致っている。Bには、その傾向がなかった。(5).6).のデータは省略) 7).曲げ強度(σ_b)は、N>S>Bの傾向にあるが、圧縮強度との比(σ_c/σ_b)では、S<N<Bとなっている。(表3)

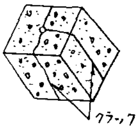

図3 破壊状況

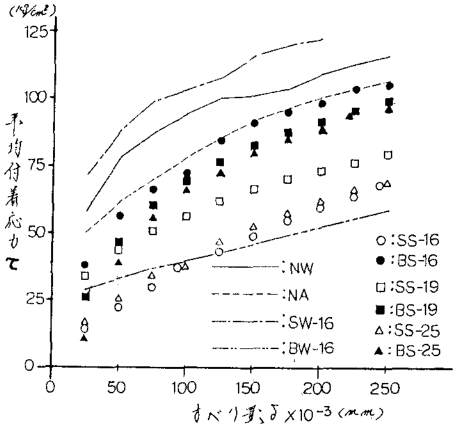

図4 τ-δ

4.考察

破壊時の平均付着応力,すべり量250×10^{-3}mmまでの平均付着応力から見て、吹付コンクリートは、ベースコンクリートよりも高い付着特性を示し、普通コンクリートと比較してもそれほどの遜色はない。

一般に、異形鉄筋の付着機構は、コンクリートの引張強度に最も影響され、また、ブリージングによる鉄筋下面の空隙や水膜にも影響されやすいとされている。

表3 コンクリートの強度

種別		圧縮強度 σ_c	曲げ強度 σ_b	σ_c/σ_b
吹付コン	SW	260 kg/cm²	47.2 kg/cm²	5.5
	SS	181 kg/cm²	36.7 kg/cm²	4.9
ベースコン	BW	296 kg/cm²	41.9 kg/cm²	7.1
	BS	247 kg/cm²	32.5 kg/cm²	7.6
普通コン	NW	311 kg/cm²	43.7 kg/cm²	7.1
	NA	237 kg/cm²	——	—

吹付コンクリートは、次の様な特質があるため高い付着性を示したと考える。

a).吹付行為により、付着するコンクリートは、単位セメント量の多い、単位骨材量の少ないものとなっている。 b).吹付圧力により高い締め固め度のものとなっている。 c).水分の飛散によりスランプは低く、ブリージングはない。 d).急結剤の作用により圧縮強度の伸びは抑えられているが、本実験では、曲げ強度が高い値を示した。

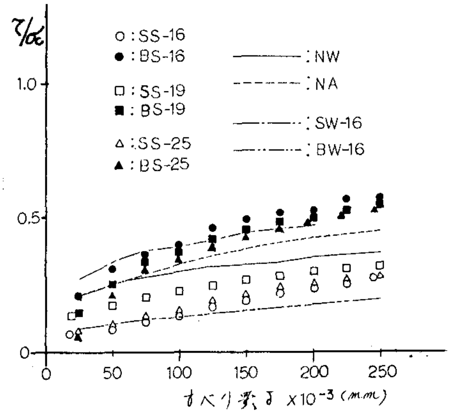

図5 τ/σc-δ

5.まとめ

本実験では、吹付コンクリートが鉄筋コンクリート構造物に用いても問題ない程度の付着性をもつ結果を得た。

しかし、吹付コンクリートには、品質のバラツキといった管理上の問題があり、鉄筋コンクリートに用いた場合には、鉄筋背面にsandpocketsを形成しやすいといった問題がさらに加わる。

本実験では、2回の値の差は大きいが各回内でのτ—δの変動係数は小さく、sandpocketsも目視では、観察されなかった。この点では、良好な吹付作業が行なわれたものと言える。

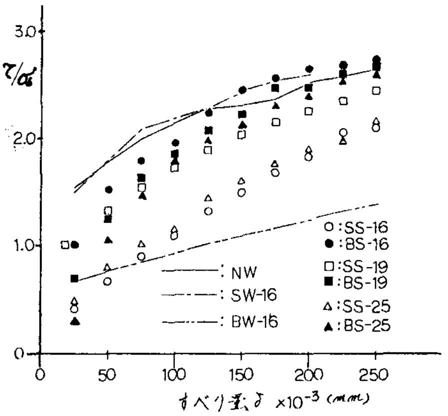

図6 τ/σb-δ

<参考文献> SHOTCRETING ACI publication SP-4,コンクリート工学ハンドブック 朝倉書房,セメント技術年報-XXII-「吹付コンクリートの基礎的研究」 村田 二郎 (昭和43年)