

V-170

引き抜き試験による吹付コンクリートと異形鉄筋との付着性状についての2, 3の考察

飛鳥建設株式会社 技術研究所 正会員 ○梶田 茂世

技術研究所 正会員 木村 勝利

技術研究所 正会員 後藤 辰夫

1. はじめに

現在、吹付コンクリートは主にNATM工法のうちの一次巻き立てとして用いられており、施工性、経済性からみて、現在のトンネル建設に十分寄与している。この吹付コンクリートを一次的な支保部材としてではなく、永久構造物として用いる動向があり、その研究がなされ始めている。こうした中で、今回は永久構造物として吹付コンクリートを鉄筋コンクリートに用いた場合を想定し、吹付コンクリートと異形鉄筋の付着性状についての2, 3の考察を報告する。

2. 試験概要

① 試験体

試験体寸法、試験体数量、使用型枠、及び試料採取方法について表-1に示し、また、吹付コンクリートの試料採取状況を図-1に示す。

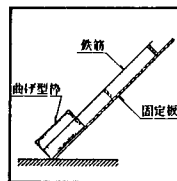


図-1 試料採取

表-1 試験体概要

	吹付コンクリート	吹付用ベースコンクリート	普通コンクリート
試験体寸法	15×15×15 cm		
試験体数量	各項目について3個ずつ		
型 枠	曲げ型枠 (150×150×530) の中心に鉄筋を固定した型枠		
試料採取方法	試料に跳ね返り材が混入しないように、型枠の中心に鉄筋を固定し、鉄筋軸に対し横打ちとなるように行った。		

② 使用材料

コンクリートの配合は表-2の通りであり、用いた鉄筋は異形鉄筋SD30 (D16, D19, D25) である。各コンクリートの28日圧縮強度、及び養生方法を表-3に示す。

③ 試験方法

試験は引き抜き試験とし、材令28日に行った。試験状況の概略図を図-2に示す。鉄筋の引張応力度が毎分 500 kgf/cm²となるように載荷し、自由端側の鉄筋のすべり量を変位計を用いて測定した。最大付着応力度、初期付着応力度を JIS 原案の式により算出し、圧縮強度 300kgf/cm²を基準として補正した。

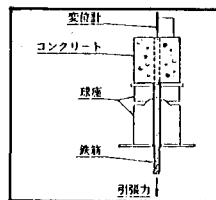


図-2 試験状況

表-2 示 方 配 合

種 別	配合名	S _{ump} (cm)	G _{max} (cm)	W/C (%)	S _a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
						C	W	S	G	混和剤	発酵剤	
吹 付 コンクリート	S-1	12.0	15	58.6	60	360	211	1007	666	—	—	C×8.0%
	S-2	12.0	15	65.7	70	335	220	1163	531	—	—	C×7.0%
吹付用 ベース コンクリート	SB-1	12.0	15	65.7	70	335	220	1163	531	—	—	—
	SB-2	12.0	15	71.9	70	330	237	1146	524	—	—	—
普 通 コンクリート	N-1	15.0	25	60.3	46	315	190	802	959	C×0.2%	—	—
	N-2	15.0	40	64.4	45	295	190	792	982	C×0.2%	—	—

表-3 6₂₈強度、養生方法 単位 (kgf/cm²)

	吹付 コンクリート		吹付用ベースコンクリート		普通 コンクリート	
配合名	S-1	S-2	SB-1	SB-2	N-1	N-2
6 ₂₈ 強度	282	238	289	247	347	302
養生方法	標準水中養生					

3. 試験結果及び考察

初期付着応力度、及び最大付着応力度の平均値を各項目ごとに表-4に示す。また、付着応力度—すべり量曲線を D16について図-3に、D19, D25について図-4に示す。

① 最大付着応力度

今回の付着試験において、破壊はすべて鉄筋周囲のコンクリートが鉄筋軸の方向に縦割れすることにより起こる割り裂き破壊である。このため付着応力度は試験体コンクリートの破壊時に最大となっている。最大

付着応力度の概略値を示せば、吹付コンクリートは $120\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度、吹付用ベースコンクリートは $110\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度、また普通コンクリートについては $100\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度である。この結果から、吹付コンクリートの最大付着応力度は、吹付用ベースコンクリート、普通コンクリートのそれに比べて劣らないことが示される。これより、最大付着応力度という観点からみる限りにおいては、現行の鉄筋コンクリート設計に用いられる許容付着応力度を鉄筋吹付コンクリート設計に用いても何等問題ないと思われる。

② すべりに対する抵抗性

初期付着応力度の概略値を示せば、吹付コンクリートについては $95\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度であり、吹付用ベースコンクリート、普通コンクリートについては $30\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度である。また、最大付着応力度に対する初期付着応力度の比は、吹付コンクリートは $0.61\sim 0.91$ 、吹付用ベースコンクリートは $0.18\sim 0.40$ 、普通コンクリートは $0.13\sim 0.45$ であった。この結果から、吹付コンクリート配合の試験体の自由端すべり量は、吹付用ベースコンクリート、普通コンクリートに比べて、小さいことが示される。これについては、吹付コンクリートは急結剤の作用でブリージングが皆無となりコンクリートと鉄筋との界面の水膜や空げきの形成が押さえられるが、そのため両者間のロッキングが良好となったものと考えられる。

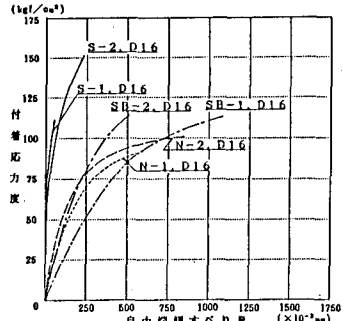


図-3 付着応力度-すべり量曲線 (D16)

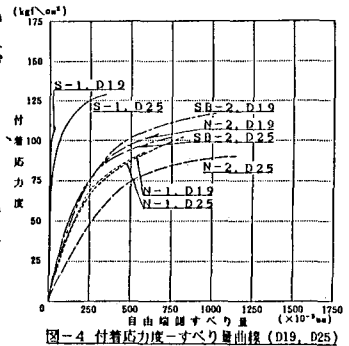


図-4 付着応力度-すべり量曲線 (D19, D25)

表-4 付着 応 力 度

4. まとめ

本試験により、次のことが知れた。

① 吹付コンクリートの付着強度は、普通コンクリートと比べて同等、またはそれ以上である。

② 吹付コンクリートと異形鉄筋と

種 別	吹付 コンクリート								吹付用 ベースコンクリート								普通 コンクリート					
	S-1				S-2				SB-1				SB-2				N-1			N-2		
配 合 名	D16	D19	D25	D16	D16	D19	D25	D16	D19	D25	D16	D19	D25	D16	D19	D25						
① 鉄 筋 径 初期付着度 (kgf/cm ²)	102	107	82	95	31	20	47	31	27	33	46	32	32	12								
② 鉄 筋 径 最大付着度 (kgf/cm ²)	112	119	129	157	113	113	117	102	93	93	103	111	105	91								
① / ②	0.91	0.89	0.63	0.61	0.28	0.18	0.40	0.30	0.29	0.36	0.45	0.28	0.31	0.13								

のロッキングは、急結剤の作用で吹付け直後にコンクリートが瞬結することによって、普通コンクリートのそれに比べ良好であり、両者間のすべり量は小さく押さえられる。

これらのまとめから次のことが推察できるものと思われる。

① 一般に、普通コンクリートと鉄筋との付着はブリージングによる影響を大きく受け、横打ちは縦打ちに比べ付着強度は小さいものとなるが、吹付コンクリートにおいては、急結剤の作用によりブリージングが押さえられるので、打ち込み方向に対する鉄筋の方向性による強度の差異はないものと考えられる。

② 急結剤の作用により、吹付コンクリートと異形鉄筋とのロッキングが良好であることから、普通コンクリートに比べ両者間の応力伝達はより無駄なく行えるものと思われる。従って、引張鉄筋とコンクリート間のすべりのために引張鉄筋の受け持つべき引張応力のロスが、吹付コンクリートを使用することにより少なくなり、引いては、ひびわれの緩和等にも役立つものと考えられる。

5. おわりに

今回は、吹付コンクリートと異形鉄筋の付着性状についての報告に留まっている。吹付コンクリートを鉄筋コンクリートに用いる場合において、吹付コンクリートの品質管理の問題、太径鉄筋を用いた場合の鉄筋裏面の巣の問題等、未解決の問題がいくつかあるが、それらと並行して上記の推察されることがらについて研究を進めていきたいと考える。

参考文献) 引き抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法 (案) コンクリート工学 Vol.23, No.3 他