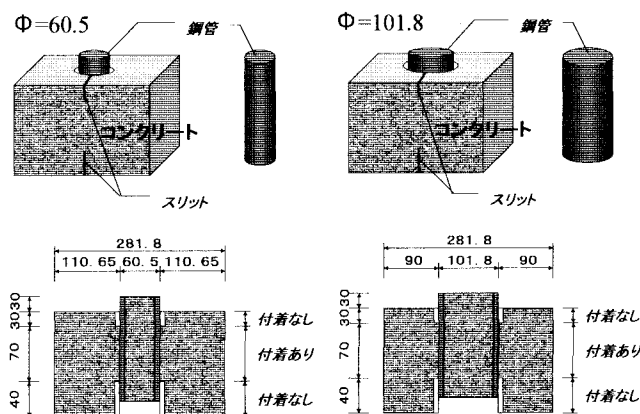


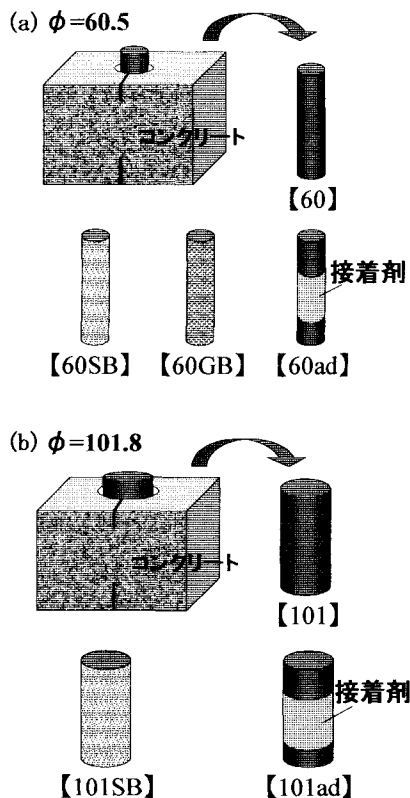


図－3 表面処理鋼管供試体寸法

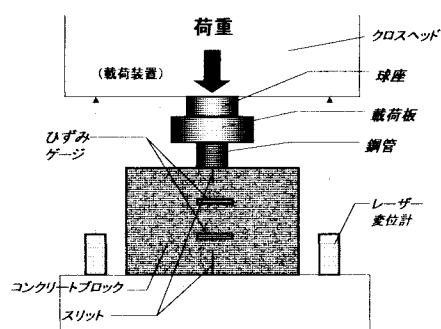
表－1 表面処理鋼管供試体名

鋼管	供試体名	ブラスト処理	接着剤塗布
$\phi = 60.5 \text{ mm}$	60		
	60SB	○	
	60GB	◎	
	60ad		○
$\phi = 101.8 \text{ mm}$	101		
	101SB	○	
	101ad		○

ブラスト処理：○・・・サンドブラスト，◎・・・グリットブラスト



図－4 供試体名（表面処理鋼管）



図－5 実験装置

2.2 表面処理鋼管

表面処理を施した鋼管を用いた供試体の寸法は図－3に示す2通りであり，供試体の種類を表－1および図－4に示す。

SB および GB はそれぞれ鋼管表面にサンドブラスト処理およびグリットブラスト処理を施したもので米国の除錆度規格 (SSPC) において SP-10 と表わされるものである。また，ad は鉄とコンクリート用の接着剤 (LION リポテックス SLP-1) を鋼管表面に塗布したものである。表面処理鋼管供試体に用いたコンクリートの平均圧縮強度は， $f'_c = 36.2 \text{ (MPa)}$ であった。

3. 実験方法

図－5は供試体の押し抜き試験方法を表している。荷重は耐圧試験機を用い，載荷速度を 0.5 mm/min とした。また，レーザー変位計で底面からクロスヘッドまでの距離を計測することによって，鋼管のすべり変位（貫入量）とした。荷重および変位はデジタルレコーダーを用いて 20Hz でサンプリングを行った。

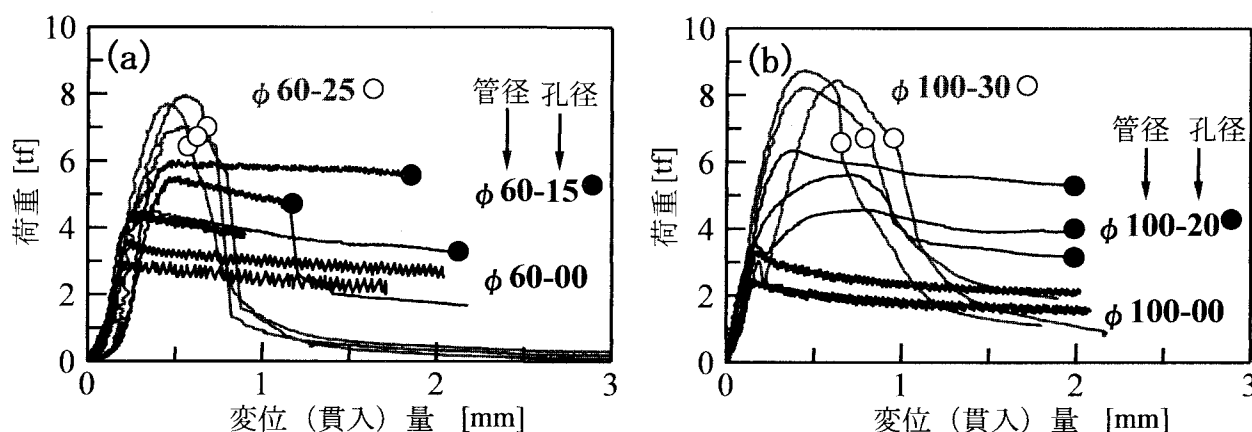
4. 実験結果

4.1 有孔鋼管

図－6 (a),(b)はそれぞれ鋼管の種類ごとの荷重－変位（鋼管の貫入量）関係を示している。各曲線に附した記号●は孔径小，○は孔径大を表わし，無印は孔なしである。図から，有孔鋼管によるコンクリート・ダウエルの効果は明らかである。孔なしおよび孔径が小さい供試体ではピーク荷重の後の荷重低下は緩やかであるが，孔径が大きい供試体ではピーク荷重をしばらく持続した後，荷重が脆性的に低下する。この脆性的な荷重の低下と同時にコンクリートブロックの上下に設けたスリットを結ぶ方向にクラックが観察されたことから，脆性的挙動はブロックの割裂き破壊によるものである。また，このようにブロックが割裂した供試体では孔部のせん断面を容易に観察でき，コンクリート

表－２ 押し抜き実験結果（有孔鋼管）

供試体名		鋼管付着面積 A _b (cm ²)	ダウエルの断面積×2 A _c (cm ²)	コンクリート圧縮強度 f _c (MPa)	押し抜き強度 F (kN)	鋼管表面の付着強度			ダウエルのせん断強度		
						F _b (kN)	C _b = F _b /A _b (MPa)	C _b /f _c	F _s (kN)	C _s =F _s /A _c (MPa)	C _s /f _c
R60	00A	133.1	0.0	63.5	29.9	29.9	2.25	2.78	0.035		
	00B			63.5	44.4	44.4	3.34		0.053		
	00C			63.5	36.4	36.4	2.74		0.043		
	15A	129.5	3.5	63.5	54.1	35.9*	2.78*		18.2	51.99	0.819
	15B			63.5	58.8				22.9	65.43	1.030
	15C			63.5	44.0				8.1	23.15	0.364
	25A	123.2	9.8	63.5	68.8	34.1*	2.78*		34.7	35.33	0.556
	25B			63.5	75.4				41.3	42.02	0.662
	25C			63.5	77.7				43.6	44.41	0.699
R100	00A	223.4	0.0	63.4	24.7	24.7	1.11	1.23	0.017		
	00B			72.1	33.2	33.2	1.49		0.021		
	00C			63.9	24.6	24.6	1.10		0.017		
	20A	217.2	6.3	68.0	44.6	26.7*	1.23*		17.9	28.40	0.417
	20B			72.1	62.1				35.4	56.24	0.780
	20C			66.1	55.2				28.5	45.20	0.683
	30A	209.3	14.1	68.0	82.6	25.7*	1.23*		56.9	40.36	0.593
	30B			63.9	85.5				59.8	42.38	0.663
	30C			66.1	80.6				54.9	38.90	0.588
*: 無孔鋼管の付着強度を使用						平均値 0.031			平均値 0.655		



図－６ 荷重－変位曲線（有孔鋼管）

トが粉状に破壊しているのを確認できた。したがって、ピーク荷重においてコンクリート・ダウエルがせん断破壊したものと考えられる。

実験結果の一覧を表－２に示す。有孔鋼管とコンクリートの押し抜きせん断強度 F の評価の方法として、式 (1-a) に示すようにコンクリートダウエルのせん断強度 F_s と鋼管とコンクリートの付着せん断強度 F_b の累加強度で表せるものとする。

$$F = F_s + F_b \quad (1-a)$$

$$F_s = C_s A_c \quad (1-b)$$

$$F_b = C_b A_b \quad (1-c)$$

ここに、 A_c : ダウエルのせん断面積 (= 孔の面積 × 2) および A_b : 鋼管の付着表面積である。 F および F_b に対してそれぞれ有孔鋼管および無孔鋼管の供試体から得られるピ

ーク荷重値を用いて整理した。ただし、有孔鋼管供試体の F_b は、同じ種類の無孔鋼管供試体から得られる C_b を用いて算出した。 C_s 、 C_b の全供試体の平均値は次式となる。

$$C_s = 0.66 f'_c \quad (2-a)$$

$$C_b = 0.031 f'_c \quad (2-b)$$

4.2 表面処理鋼管

表－３に表面処理鋼管の押し抜き実験結果を表わし、それぞれの鋼管の代表的な荷重－変位曲線を図－７に示す。付着強度 C_b/f'_c は無処理 → ad → SB → GB の順大きくなっており、ブラスト処理の効果は明らかである。また、ブラスト処理についても表面の凹凸の粗いグリットブラスト (GB) の方が付着強度が大きい。接着剤に関しては、供試体 60ad および 101ad とともに安定した付着強度を示して

表－3 押し抜き実験結果（表面処理鋼管）

供試体名		鋼管付着 面積 A_b (cm^2)	コンクリート 圧縮強度 f_c (MPa)	押し抜き 強度 F (kN)	鋼管表面の付着強度	
					$C_b=F/A_b$ (MPa)	C_b/f_c
60	A	133.1	40.68	17.93	1.35	1.63
	B		40.68	25.58	1.92	
	C		40.68	21.66	1.63	
60SB	A	133.1	31.86	55.37	4.16	4.20
	B		31.86	56.55	4.25	
60GB	A	133.1	35.09	110.45	8.30	8.46
	B		35.09	114.66	8.61	
60ad	A	133.1	40.00	37.44	2.81	2.94
	B		40.00	38.91	2.92	
	C		40.00	40.87	3.07	
101	A	223.8	46.20	33.91	1.52	1.34
	B		46.20	25.48	1.14	
	C		46.20	30.87	1.38	
101SB	A	223.8	30.18	52.43	2.34	2.53
	B		30.18	60.76	2.71	
101ad	A	223.8	29.65	44.79	2.00	2.22
	B		29.65	54.59	2.44	

いる。また、図－7 (a)のように荷重がいったん降下した後、再び上昇する傾向が見られる。なお、無処理鋼管から得られる付着強度の平均値は $C_b=0.035 f'_c$ であり、4.1 節の有孔鋼管について得られた式（2-b）との差は小さい。

5. まとめ

本研究では、鋼管とコンクリートの付着強度および特性について、有孔鋼管および表面処理鋼管の2種類について押し抜き試験により検討し、次の結果を得た。

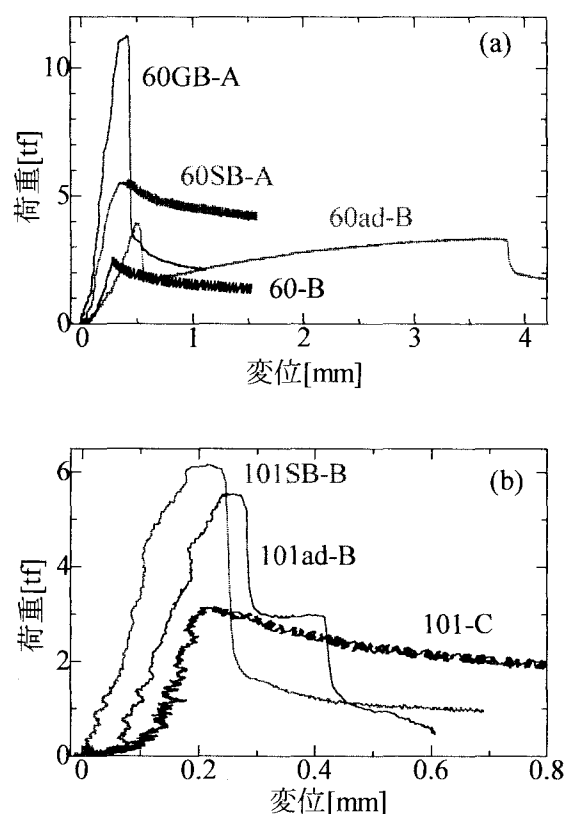
- (1) 有孔鋼管については、孔径が大きくなると鋼管内部と外部のコンクリートが一体化して形成されるコンクリートダウエルのせん断による寄与が大きく、見掛けの付着強度が増す。
- (2) 表面処理鋼管については、ブラスト処理の効果は大きい、ブラストの種類によって凹凸の度合いが異なるために付着強度に大きな差を生じる。また、接着剤については、付着強度が無処理の場合の約2倍になるだけでなく、強度のばらつきが少なく安定する。

謝辞

本研究に際し、ライオン(株)の伊藤篤司氏には接着剤に関する情報を頂いた。また、供試体作成に当たっては金沢大学構造工学研究室の学生に協力願った。各氏に深謝を表す次第である。

参考文献

- 1) 前川幸次, 吉田博, 塩見昌紀: 鋼管・コンクリート複合はり
の静的および衝撃載荷実験, 構造工学論文集,
Vol.43A, pp.1481-1488, 1997.



図－7 荷重－変位曲線（表面処理鋼管）

- 2) Shiomi, M., Maegawa, K. and Yoshida, H. :
Experimental Study on Deformation Ability of Steel
Tube-Reinforced Concrete Composite Beams, Proc. of
EASEC-7, pp.1003-1008, 1999.