

首都高速道路公団 正会員 ○ 和田克哉
建設省土木研究所 シ 矢作 枢
(株)建設技術研究所 シ 松井謙二

(1) まえがき

首都高速道路公団の建設事業は典型的な都市土木である。このため建設に際し種々の制約条件をつける。基礎の選定においてもくい基礎の場合、建設工事に伴う騒音振動といった環境問題上の見地から従前より無騒音無振動工法である場所打ちぐいを多く採用している。しかし場所打ちぐいは打込みぐいに比べて施工時の環境に及ぼす影響については優れている反面、くい基礎としての信頼性においては疑問があるとされている。これは場所打ちぐいが地盤を掘削し現位置で製作されるくい基礎であることから、くいの信頼度が施工技術および施工管理の良否に依存しており、ある程度のバラツキが避けられないためである。一般に場所打ちぐいにおいては、①先端地盤のゆるみ、②孔底のスライム処理、③孔壁の崩壊、および④コンクリートの品質が施工管理上のチェックポイントとされている。本文はこのうちコンクリートの品質に関して公団で行ったコア強度試験のうち、任意抽出した219サンプルについての強度特性をくい種(施工法)別、くい至別、コア採取深度別などに分類した結果を報告し、若干の考察を加えたものである。あわせて数量化理論によりコア強度に影響を及ぼす要因を分析してコンクリートの品質管理上の参考に供したい。

表-1 コア強度に関する調査表

(2) コア強度の調査結果

任意抽出した219サンプルについて、表-1に示すようなコア強度試験結果に関する調査を行った。コア強度試験(試験時材令60～300日)はコアボーリングにより採取したコアのうち原則としてくい体の上部、中部および下部の3ヶ所で行なわれている。これらのサンプルについてコア強度を種々の因子(アイテム)、カテゴリー別にまとめた結果を図-1、表-2に示す。表-2の○△印はそれぞれ平均値の最大および最小カテゴリーをあらわす。

全コアのコア強度は、約78.0%から35.0%(単純平均値、約45.0%)と広範囲にバラツいており後述する各因子によってコア強度が影響をうけていると判断される。しかしながら全体的に良質なコンクリートが得られており、場所打ちぐいの設計施工篇(日本道路協会)に規定されている標準試体強度の下限值30.0%は十分に満足していることがわかる。

くい種別ではリバースぐいのコア強度が最も高く、ベント、アースドリルの順となっている。これはコア採取位置または深度別からわかるように、深くなるほどコア強度が高くなる傾向がみられることから、他の工法に比べてリバースぐいはくい長が長いことによるもの理由のひとつと考えられ、施工法自体によるものかどうか明らかではない。採取位置別では上段が低く下段が高い結果が得られている。これはくいの下方になるほど上から

場所打ちコンクリートグイのコア強度調査表			
項目	調査内容	調査結果	備考
1. アイテム	① アースドリル ② ベント ③ リバース その他特記事項		13. 地盤及びグイ位置関係図 (上層の地盤、中層のグイ、下層の地盤、ケーシングの位置、コアの採取位置、土質記号等)。グイ番号記入する(こと)
2. カテゴリー	① 上部 ② 中部 ③ 下部		
3. 採取位置(グイ番号)		12.6	
4. 資料(コア採取位置図)		① 本 ② 中 ③ 下	
5. コアの長さ	コア		
6. コアの長さ(%)	長さ		
7. コアの長さ(%)	長さ	545 1月27日	
8. コアの長さ(%)	長さ	545 9月1日	275枚
9. 採取位置	長さ	545 9月29日	71
10. コアの長さ(%)	長さ		
11. コアの長さ(%)	長さ	10 m	
12. ベントグイの長さ(%)	長さ		
13. コアの長さ(%)	長さ		
14. コアの長さ(%)	長さ		
15. コアの長さ(%)	長さ		
16. コアの長さ(%)	長さ		
17. コアの長さ(%)	長さ		
18. コアの長さ(%)	長さ		
19. コアの長さ(%)	長さ		
20. コアの長さ(%)	長さ		
21. コアの長さ(%)	長さ		
22. コアの長さ(%)	長さ		
23. コアの長さ(%)	長さ		
24. コアの長さ(%)	長さ		
25. コアの長さ(%)	長さ		
26. コアの長さ(%)	長さ		
27. コアの長さ(%)	長さ		
28. コアの長さ(%)	長さ		
29. コアの長さ(%)	長さ		
30. コアの長さ(%)	長さ		
31. コアの長さ(%)	長さ		
32. コアの長さ(%)	長さ		
33. コアの長さ(%)	長さ		
34. コアの長さ(%)	長さ		
35. コアの長さ(%)	長さ		
36. コアの長さ(%)	長さ		
37. コアの長さ(%)	長さ		
38. コアの長さ(%)	長さ		
39. コアの長さ(%)	長さ		
40. コアの長さ(%)	長さ		
41. コアの長さ(%)	長さ		
42. コアの長さ(%)	長さ		
43. コアの長さ(%)	長さ		
44. コアの長さ(%)	長さ		
45. コアの長さ(%)	長さ		
46. コアの長さ(%)	長さ		
47. コアの長さ(%)	長さ		
48. コアの長さ(%)	長さ		
49. コアの長さ(%)	長さ		
50. コアの長さ(%)	長さ		
51. コアの長さ(%)	長さ		
52. コアの長さ(%)	長さ		
53. コアの長さ(%)	長さ		
54. コアの長さ(%)	長さ		
55. コアの長さ(%)	長さ		
56. コアの長さ(%)	長さ		
57. コアの長さ(%)	長さ		
58. コアの長さ(%)	長さ		
59. コアの長さ(%)	長さ		
60. コアの長さ(%)	長さ		
61. コアの長さ(%)	長さ		
62. コアの長さ(%)	長さ		
63. コアの長さ(%)	長さ		
64. コアの長さ(%)	長さ		
65. コアの長さ(%)	長さ		
66. コアの長さ(%)	長さ		
67. コアの長さ(%)	長さ		
68. コアの長さ(%)	長さ		
69. コアの長さ(%)	長さ		
70. コアの長さ(%)	長さ		
71. コアの長さ(%)	長さ		
72. コアの長さ(%)	長さ		
73. コアの長さ(%)	長さ		
74. コアの長さ(%)	長さ		
75. コアの長さ(%)	長さ		
76. コアの長さ(%)	長さ		
77. コアの長さ(%)	長さ		
78. コアの長さ(%)	長さ		
79. コアの長さ(%)	長さ		
80. コアの長さ(%)	長さ		
81. コアの長さ(%)	長さ		
82. コアの長さ(%)	長さ		
83. コアの長さ(%)	長さ		
84. コアの長さ(%)	長さ		
85. コアの長さ(%)	長さ		
86. コアの長さ(%)	長さ		
87. コアの長さ(%)	長さ		
88. コアの長さ(%)	長さ		
89. コアの長さ(%)	長さ		
90. コアの長さ(%)	長さ		
91. コアの長さ(%)	長さ		
92. コアの長さ(%)	長さ		
93. コアの長さ(%)	長さ		
94. コアの長さ(%)	長さ		
95. コアの長さ(%)	長さ		
96. コアの長さ(%)	長さ		
97. コアの長さ(%)	長さ		
98. コアの長さ(%)	長さ		
99. コアの長さ(%)	長さ		
100. コアの長さ(%)	長さ		

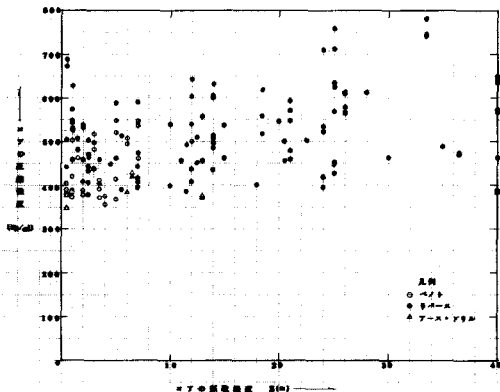


図-1 コア強度とコア採取深度の関係

のコンクリート目重による圧力と温度が一定による水中養生という好ましい養生条件によるものと考えられる。ただしレータのバラツキが大きいことから、なかにはスライム処理の良否によつては強度低下をきたしたコアもあるものと推察される。コア採取位置における土質区分では砂レキ層、砂層、粘土層が平均値以上のコア強度を有し、一方土丹層では低い結果が得られているのが注目される。コア強度試験は種々の至で実施されているが、今回の調査では、 $\phi 76$ mmと $\phi 63$ mmの例が多くみられた。コア径によつて強度が多少相違することも考えられるが表-2にみる限り明らかではない。

(3) 数量化理論による要因分析

表-2に示した結果は各アイテムごとのカテゴリーの傾向を調べたものでそのカテゴリーに含まれる他のアイテムの影響は評価されていない。そこで次に数量化理論(オ正類)を用いてコア強度に及ぼす要因分析を行った。外的基準としてはコア強度を50.0%以上と未満に分類しアイテム、カテゴリーは表-3のように区分した。ここでリバー(Δ)(X)は各々ケーシングの有、無、不明を意味する。解析結果を図-2に示す。アイテムの外的基準に及ぼす影響の大きさを表わすレンジ(○印は順位)によればコア径の影響が最も大きくコアの採取位置または深度はさほど影響が大きい結果が得られた。カテゴリースコアにおける④方向はコア強度の大きいカテゴリーを表わすが、この結果は(2)とはほぼ同様の傾向が示されている。

(4) あとがき

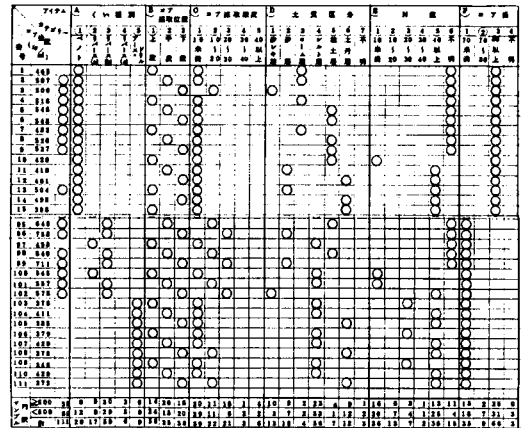
以上のようにコア強度は各因子によつてバラツキがみられるものの50.0%程度以上は確保されていることがわかった。この調査ではこのほか施工時の実態を調べた。これによれば全サンプルのうち約2割は河からのトラナルを経験しており、とくに鉄筋の共上がり、孔壁の崩壊のケースが多くみられ、またスライム除去に対する不安も少なくない。場所打ちぐいは騒音振動が少なく大きな支持力が得られるなど優れた特徴を有する基礎工法であるがその信頼度は多くの場合施工技術および施工管理の良否に左右されるので、さらに一層の向上発展が望まれる。

表-3(右上) 要因分析のための入力データ表

図-2(右) オ正類による解析結果

区 別	内 容	データ 個 数	コアの圧縮強度(%) 平均値	標準偏差	最 大 値	最 小 値
全 コ ア		219	48.84	10.16	78.2	34.6
く い 種 別	ベント	53	43.60	5.48	54.8	36.6
	リバー	148	51.62	10.76	78.2	38.0
	アースドナル	18	41.33	4.00	42.9	34.6
	1,000	59	44.53	6.07	54.8	34.6
く い 径 (mm)	1,200	17	42.57	16.9	44.9	40.8
	1,300	107	51.7	10.69	78.2	38.0
	1,500	36	50.06	12.64	75.8	36.6
	10未満	35	43.82	6.74	54.8	36.6
く い 深 (m)	10~20	27	44.07	4.78	53.4	34.6
	20~30	74	51.15	9.47	75.8	39.5
	30~40	20	46.59	9.71	78.2	39.5
	40~50	27	53.63	14.76	57.2	47.1
	50以上	30	52.11	9.40	64.9	38.0
	上 波	78	46.59	8.55	65.4	34.6
コア採取位置	中 波	68	49.07	7.98	64.2	38.2
	下 波	73	51.03	12.74	78.2	36.6
	10未満	60	46.57	7.03	65.4	34.6
コア採取深度 (m)	10~20	25	48.82	7.23	64.2	37.3
	20~30	22	55.38	9.39	75.8	39.5
	30~40	4	55.10	13.37	78.2	47.1
	40以上	8	53.71	10.44	64.9	38.3
土 質 区 分	砂レキ層	13	55.38	9.49	78.2	42.6
	砂 層	16	53.07	11.71	75.8	38.2
	ローム層	4	49.30	20.8	51.8	46.5
	シルト層	56	48.19	7.55	65.4	34.6
N 値	粘土層	7	53.64	6.01	64.2	42.0
	土丹層	12	42.03	4.89	42.5	36.6
	10未満	36	48.60	6.90	65.4	38.2
	10~20	13	49.59	8.61	61.1	39.5
ケーシングの有無	20~30	7	49.07	11.97	64.9	34.6
	30~40	2	55.45	6.53	62.1	48.8
	40以上	36	47.36	9.34	78.2	36.6
	有	70	45.13	6.73	65.4	34.6
ベントナイト液	無	68	50.05	9.76	78.2	34.6
	使 用	18	41.33	4.00	42.9	34.6
コア径 (mm)	70未満	201	49.51	10.28	78.2	36.6
	70~80	59	50.30	11.09	75.8	34.6
コア径 (mm)	80以上	15	47.39	6.49	53.6	39.5
	80以上	94	42.21	7.81	78.2	36.6

表-2 アイテム別のコア強度一覧表



CASEBの組合せ および 相関比		CASE-1 (アイテム④+⑤+⑥+⑦+⑧) CASE-2 (アイテム④+⑤+⑥+⑦+⑧) 相関比: 0.622 相関比: 0.623					
レンジ	CASE-1	② 0.906	⑤ 0.617	③ 0.789	④ 0.673	① 0.39	
	CASE-2	⑤ 0.935	③ 0.961	② 1.083	④ 0.951	① 1.197	
カテゴリー・スコア							
凡例		CASE-1:○ CASE-2:●					
カテゴリー		① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿				
圧縮強度別 サンプル数		① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿				
アイテム		① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿				