

正会員 毛見虎雄 (戸田建設)
 " 平賀友晃 (")
 " 篠崎 徹 (")

1. はじめに

本報告は、ベントナイト安定液中で施工された地下連続壁の品質性状のうち、主に壁体のコンクリート強度分布について、調査検討したものである。調査は実際の地下連続壁施工現場からコア供試体を採取して圧縮強度試験および比重試験をおこない、さらに実物施工実験壁を構築し、前者と同様にコンクリート構造壁の強度分布を調査した。

2. 試験方法

(1) 現場調査の場合

調査の対象にしたものは4現場で、その施工概要を示すと表-1のようになる。また使用したコンクリートの調合は表-2に示した通りである。調査は、1現場につき4エレメント(A現場を除く)の壁体についておこない、各現場の標準エレメントにおけるコア供試体の採取位置を図-1に示す。コア供試体は、大きさ100φ×300φのものを根切り工事に伴い水平および深さ方向に採取し、コア供試体を採取した後、所定の寸法に成形して圧縮強度試験をおこなった。またA現場については、比重試験をおこなうためにコア供試体を壁体表面から25cmづつ7.5cm深さまで切断し、さらに圧縮強度試験部についても、試験終了後3等分して同様

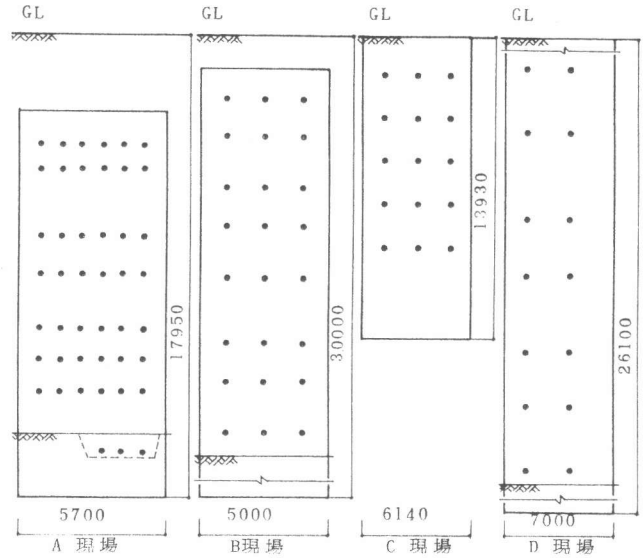


図-1 各現場のコア採取位置(標準エレメント)

に試験をおこなった。

(2) 実物実験壁の場合

実物施工実験壁の施工概要および各エレメントの配置を表-3、図-2に示す。また使用したコンクリートの調合を表-4に示す。図-3は、各実験壁のコア供試体の採取位置を示したもので、1エレメントについては、根切り工事後、実験壁を地上に吊り上げ、壁底からも採取した。

表-3 実験壁の施工概要

エレメントNo	1	2	3	
規模 (φ/m)	壁厚	600	600	600
	長さ	5,000	4,000	5,600
	深さ	15,000	23,000	23,000
摘要	打設方法: トレミー工法 地質: 粘土質、密な細砂層			

表-1 各現場の施工概要

規模		A現場	B現場	C現場	D現場
		壁厚(φ)	600	800	600
深さ(m)		14.95	30.00	13.93	26.00
	延面積(m ²)	1,693	4,048	1,942	4,960
主なる地層		細砂	細砂 砂質シルト	シルト レキ	砂質シルト レキ
摘要	打設方法: トレミー工法、 トレミー管間隔: 1.5m以内、1エレメント2本使用				

表-2 コンクリートの調合

現場名	スランプ (cm)	W/C (%)	S/A (%)	単位水量 (kg/m ³)	重量(kg/m ³)			混和剤
					セメント	砂	砂利	
A	18	54.3	42.5	161	297	790	1089	0.740
B	18	47.3	44.5	181	383	775	965	0.153
C	18	50.0	41.6	208	416	658	977	0.187
D	18	50.0	45.3	179	358	779	960	0.895

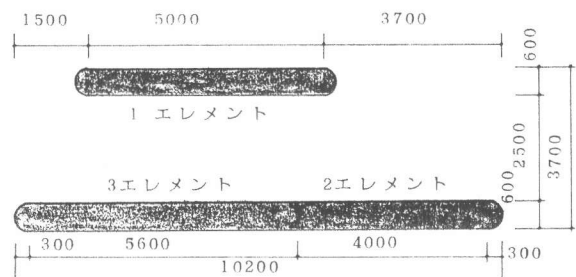


図-2 各エレメントの配置図

表-4 コンクリートの割合

エレメント No.	スラブ (cm)	W/C (%)	S/A (%)	単以水量 (kg/m³)	重量 (kg/m³)			混和剤
					セメント	砂	砂利	
1	20	50.8	43.5	178	350	772	1009	0.875
2	20	48.1	44.1	178	370	772	980	0.925
3	20	48.1	44.1	178	370	772	980	0.925



図-3 実験壁のコア採取位置

3. 結果

(1) 各現場における強度分布

各調査現場におけるコンクリートの打込み深さとコ

ア強度の関係を図-4 a ~ d に示す。

A現場の標準試験体強度は 279 kg/cm^2 で、コア強度の $\bar{x} = 287 \text{ kg/cm}^2$ とほぼ同程度であったが、標準偏差が 38.7 kg/cm^2 と多少バラついていた。これは施工性にも問題はあがあるが、比較的単位セメント量が少なかったことが大きな要因と考えられる。図-5は、この現場の比重試験の結果を示したものである。壁体表面付近のコンクリートの比重は、内部に比べてかなり小さく、壁体表面から約 5 cm 位のところからほぼ同じ程度になる。この様なことから水中コンクリートの割合は、セメント量、細骨材率などを十分考慮してプラスチックで流動性に富み、分離しにくいコンクリートでないと、壁体表面で泥水やスライムなどを巻き込む可能性が大きい。

また、B現場のコア強度は $\bar{x} = 518 \text{ kg/cm}^2$ で標準試験体の値を大きく上回ったが、標準偏差は $\sigma = 66.3 \text{ kg/cm}^2$ とバラついていた。これは、コンクリートの打込み深さが深いことによる影響が大きく、コア供試体の採取深さ(D)とコア強度(F_0)との関係を求めてみると $F_0 = 5.9D + 466 (\text{kg/cm}^2)$ となる。

C現場の平均コア強度は 348 kg/cm^2 で、調査した現場の中で強度のバラツキが 86.0 kg/cm^2 と最も大きい。この現場はGL-10m付近から大径の玉石層で、掘削除去作業時に溝壁の垂直、溝幅精度を悪くし、またコンクリート打設時に安定液の管理やスライム処理が十分なされていなかったため、コンクリート強度のバラツキを大きくしたと考

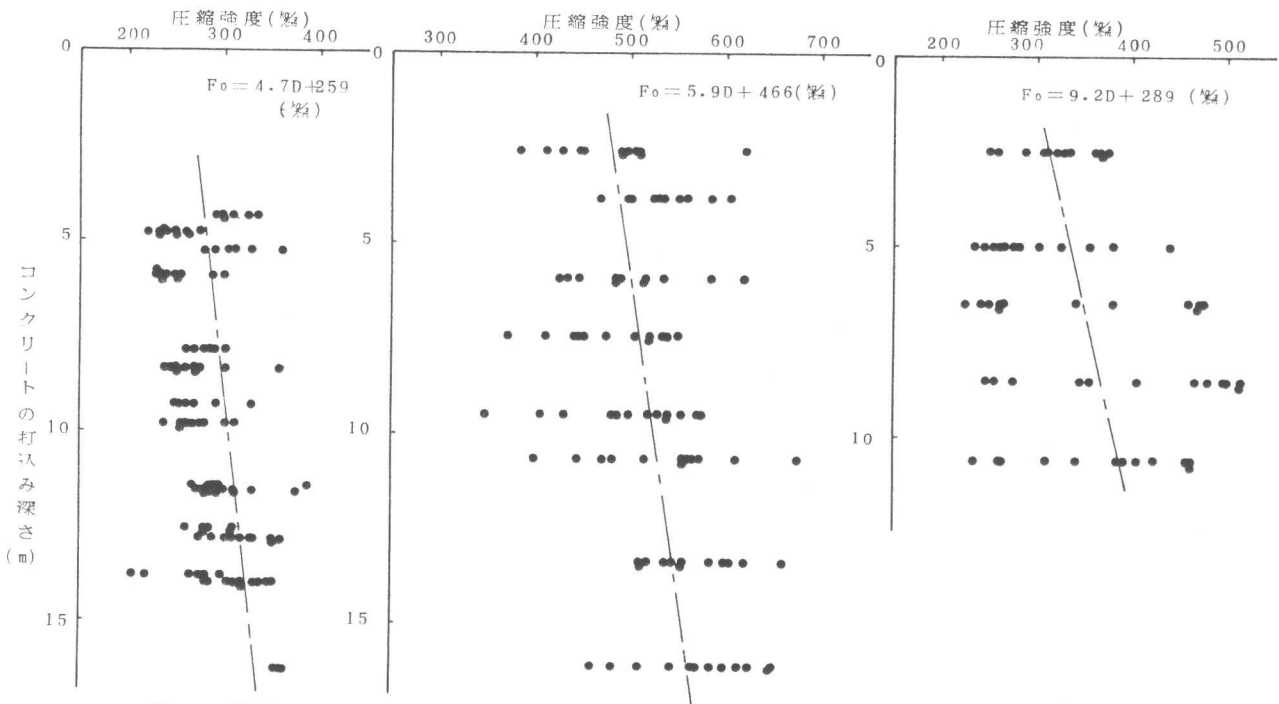


図-4a A現場

図-4b B現場

図-4c C現場

図-4 コンクリートの打込み深さとコア強度

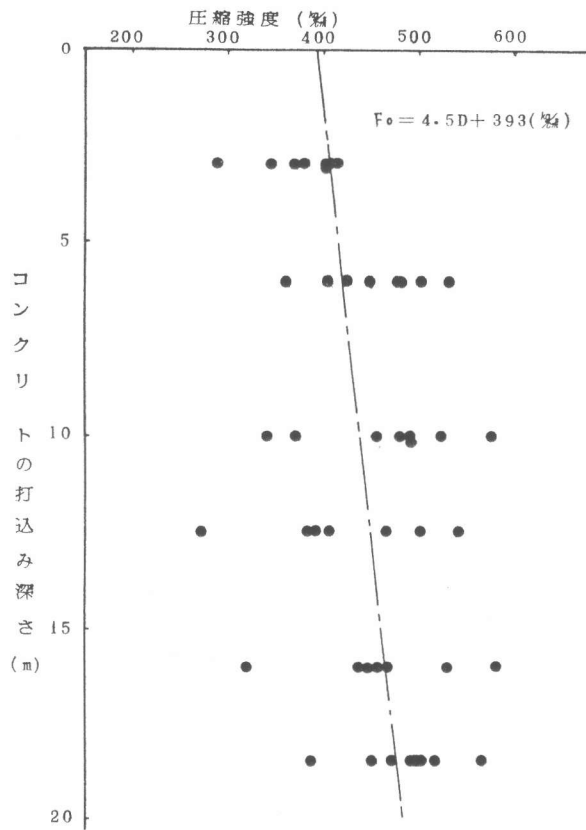


図-4d D現場

図-4 コンクリートの打込み深さとコア強度

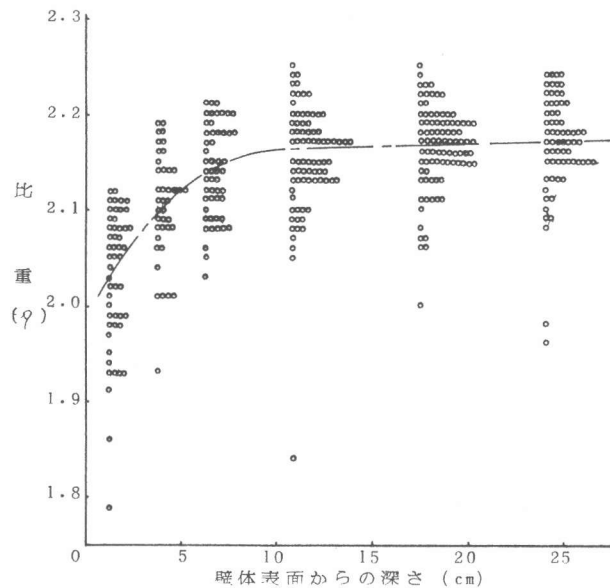


図-5 コンクリートの比重 (A現場)

えられる。

D現場は、コア強度が $\bar{x} = 448 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma = 70.6 \text{ kg/cm}^2$ となる。コンクリートの打込み深さとコア強度の関係を求めると、 $F_c = 4.54D + 393 (\text{kg/cm}^2)$ となり、前者と同様、コア供試体の採取深さとともに、コア強度も増加する傾向にある。

(2) 実験壁における強度分布

各実験壁におけるコンクリートの品質試験、標準試験体強度およびコア強度の試験結果を表-5に示す。また各エレメントの打込み深さとコア強度の関係を図-6に示す。1エレメントのコア強度は、全平均値で $\bar{x} = 498 \text{ kg/cm}^2$, 標準偏差 $\sigma = 72.2 \text{ kg/cm}^2$ となり、同材令における標準圧縮強度 $\sigma = 387 \text{ kg/cm}^2$ に比べてかなり大きな値になる。コア強度は打込み深さに対してほぼ、 $F_c = 11.6D + 400 \text{ kg/cm}^2$ の傾向で増大する。このため壁体の上部と下部では強度差が大きくなり、また全体的にバラツキも大きくなる。2, 3エレメントについても、同様な傾向にあり、コア強度はバラツキはあるものの、同材令における標準試験体の圧縮強度よりも高い値を得た。

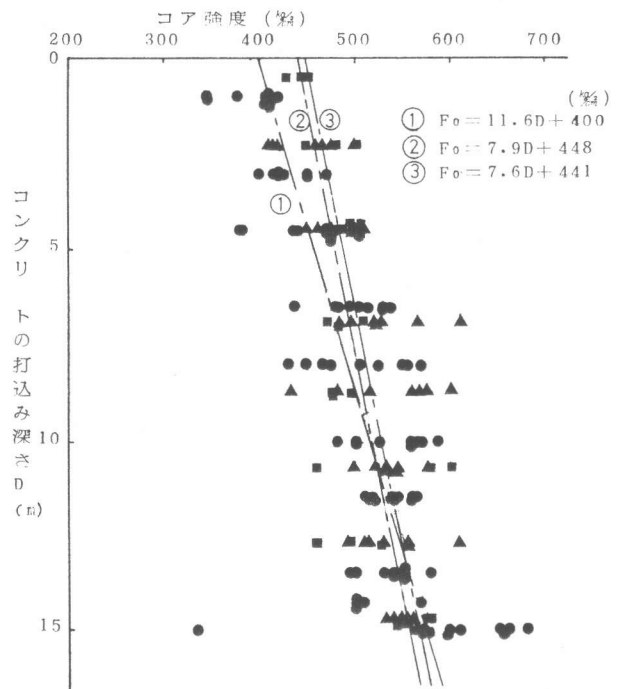
表-5 コンクリートの品質試験とコア強度

エレメント No.	スタンプ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (kg/cm^2)		コア強度 (kg/cm^2)
			28日	x日※	
1	\bar{x} 19.5	3.9	338	387	498
	σ 0.42	0.18	24.2	12.7	72.2
2	\bar{x} 19.4	3.8	385	418	517
	σ 0.42	0.24	21.4	28.2	51.5
3	\bar{x} 19.4	3.7	386	416	497
	σ 0.43	0.16	21.7	18.7	47.5

※ x日：1エレメント158日、2エレメント171日

3エレメント161日

\bar{x} ：平均値、 σ ：標準偏差



○：1エレメント

△：2エレメント

□：3エレメント

図-6 打込み深さとコア強度

4. 考察と検討

地下連続壁工法のようにトレミー管を使用して、一気に打上げてゆくコンクリートについて、現場および実験壁による調査結果から、およそ次のことがいえる。

- 1) 一般に標準試験体強度より、1～2割強度が大きくなる。(表-5参照)
- 2) 打込み深さが深い程、強度が大きい。そのため強度のバラツキも大きくなる。
- 3) 貧調合のコンクリートでは、上記の差は小さいが分離を生じ易い。
- 4) 溝壁の堀削精度が悪いと、コンクリート強度のバラツキも大きくなる。
- 5) コンクリート打設時に安定液の管理、スライム処理を十分におこなわないと強度低下の原因になる。なお、コンクリートの打込み深さと強度性状について検討すると、以下のようになる。

現場調査、実物施工実験および参考文献により打込み深さに対する強度分布を調べ、最小二乗法で求めてみると、図-7のようになる。いずれの場合も設計基準強度は満足しているが、打込み深さが深くなるにつれて、強度のバラツキも大きくなる。

本実験の結果から、打込み深さに対する圧縮強度と標準偏差との関係を求めてみると下式のようになる。

$$F = F_c + (0.85D + 44.5) \text{ kg/cm}^2 \dots (1)$$

F: 調合強度 F_c: 設計基準強度

D: コンクリートの打込み深さ(m)

(1)式の結果より、打込み深さに対する強度の標準偏差($\sigma = 0.85D + 44.5 \text{ kg/cm}^2$)を生コンの標準偏差(s)と打込み深さに対するバラツキ(S)と考え、調合強度を検討すると

$$F = F_c + S + \sigma (\text{kg/cm}^2) \dots (2)$$

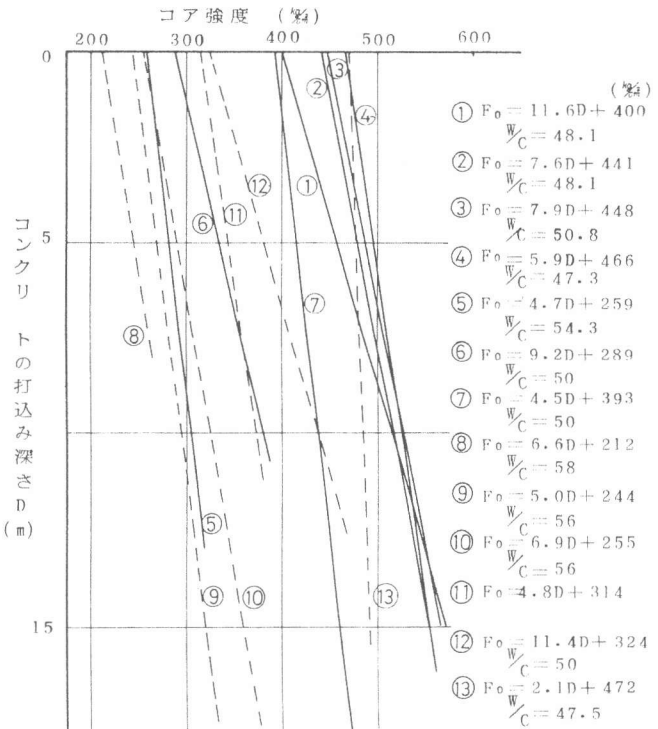
$$\text{または } F = 0.8(F_c + S) + 3\sigma (\text{kg/cm}^2) \dots (3)$$

となる。(1)式より(2)、(3)式の打込み深さに対するバラツキ(S: 強度の割増し)を満すべき妥当な値を求めてみると表-6のようになる。図-8は本実験で求めた標準偏差(s)と(2)、(3)式から試算した標準偏差(σ, S)を示したものである。

以上のことから、打込み深さに対する強度のバラツキは、この両式について検討すれば十分カバーできると考えられる。

5. あとがき

良好に打設されたこの種の壁体コンクリートでは、強度の絶対値がかなり大きくなるので、今後は、この面で検討すべきものと思われる。



- ① 本実験Iエレメント
- ②③ 2,3エレメント
- ④ B 現場
- ⑤ A 現場
- ⑥ C 現場
- ⑦ D 現場
- ⑧ 日本建築学会 関東支部 花村 (鹿鹿)
- ⑨ 日本建築学会大会 S.45 小林 他 (竹中)
- ⑩ 同上
- ⑪ 日本建築学会大会 S.47 石山 他 (フジタ)
- ⑫ 清水建設 研究所 1971年 No. 10
- ⑬ 大林組 技術研究所報 No.8 1974年

図-7 打込み深さとコア強度

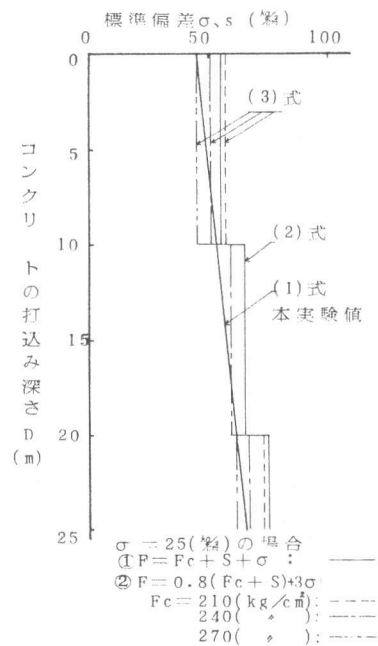


図-8 打込み深さに対する強度の割増し

表-6 強度の割増し

打込深さ (m)	強度の割増s(%)
0~10未満	30
10以上~20未満	40
20以上	50