

VI-107

地中連続壁工法における先行エレメントの施工時安定性

清水建設株式会社 正会員 平井 孝典

清水建設株式会社 正会員 ○田中 慎一

清水建設株式会社 正会員 櫛原 昇

1. はじめに

近年、地中連続壁（連壁）はより大深度化、大壁厚化する傾向にあって、埋立地盤のような軟弱地盤から砂礫地盤、岩盤まであらゆる地盤に適用されてきた。大深度連壁のコンクリート打設においては、打設時間を短縮するために打設速度を速くする必要がある。しかし、コンクリートの打設速度をあまり速くするとコンクリート側圧が大きくなり、先行エレメントの場合には仕切板の変形、後行エレメントの場合には隣接する先行エレメントの安定性の問題が生じる。特に、剛継手方式の場合には、ラップ鉄筋があるため先行エレメントが短くなる。したがって、後行エレメントのコンクリート打設時には、打設側圧に対して先行エレメントが地山とコンクリートとの摩擦抵抗力により抵抗しているため、コンクリート側圧と摩擦抵抗力が問題となる（図-1参照）。コンクリート側圧は、コンクリートの打設速度、打設温度、配合等の影響を受けるため、施工管理項目としてコンクリートの打設速度が重要な項目となる。そこで、今までに測定したデータを基に、コンクリート側圧と周面地盤の摩擦抵抗力について検討し、先行エレメントの安定性について検討した。

2. コンクリート側圧

1) コンクリート側圧の測定方法

コンクリート打設中の側圧は、ひずみゲージタイプの土圧計を鉄筋かごに取付用鉄筋を用いて取り付けて測定した。側圧の測定はコンクリート打設中および打設後ともに定間隔で行った。また、打設速度は、コンクリート天端を重錘により測定し、その結果より算定した。

2) コンクリートの配合および打設条件

測定したコンクリートの配合およびコンクリートの打設条件は表-1のとおりである。なお、コンクリートの最大側圧は各現場の最大値を示したものである。

3) 測定結果

一般に、コンクリート側圧は最大値に達するまでは、ほぼコンクリートが液圧として作用し、その後減少することが確認されているが、今回の測定結果についても同様の結果が得られた。

図-2に、おのおの土圧計から得られたコンクリート最大側圧（ P_{max} ）と打設速度（ V ）の関係を示した。図中にはコンクリー

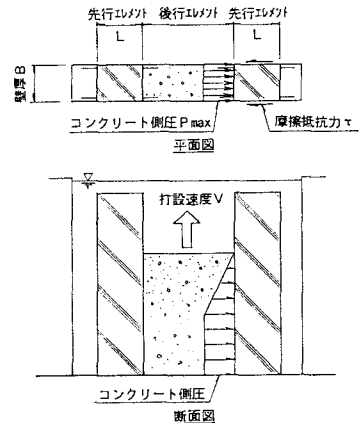


図-1 先行エレメントの安定性概念図

表-1 コンクリート配合表および打設条件

現場名 (記号)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメン ト W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kgf/cm ³)				コンクリート 最大側圧 (tf/m ²)	打込温度 (℃)	打設速度 (m/h)
						W	C	S	G			
A(○)	25	20±1.5	4±1	55	42.7	182	331	788	987	11.6	12.6	5.66
B(□)	25	18±2.5	3±1	47	41.9	174	370	759	1064	4.6	25.5	4.68
C(△)	25	20	4	46	44.5	168	370	782	999	15.9	18.8	8.1
D(▲)	25	20±1.5	5±1	42	39.0	180	429	637	1016	11.9	12.8	5.5
E(◇)	25	20	4.5	48.5	45.7	170	350	817	977	15.2	10.0	8.3
F(■)	20	20	4	52.0	44.5	182	350	780	973	5.6	22.7	5.0
G(▽)	25	20以上	4.5±1	30.5	39.1	132	433	689	1099	9.7	13.3	5.0
H(●)	25	24以上	4.5±1	28.4	38.8	128	450	681	1092	10.2	15.0	5.0

ト標準示方書(コ示)の柱式で求めた値も示しているが、コ示の値は最大値より2割程度大きな値となっている。また、側圧の上限値を 15 tf/m^2 と定めているが、打設速度が速くなるとこの値を上回る傾向にある。流動性を良くするために流動化剤を用いたコンクリートは、凝結遅延性を呈するため、一般の連壁コンクリートより大きな値を示す傾向にある。また、側圧が最大になるまでの時間は打設速度が速いほど短く、このときのコンクリート高さは打設速度が速いほど高くなる傾向にある。コンクリート最大側圧は打設速度とほぼ直線的な関係にあり、流動化剤を使用しない場合には次式となる。

$$P_{\max} = 2 \cdot V \quad (\text{tf/m}^2) \quad (1)$$

図-3は、打設速度が $4.5 \sim 5.5 \text{ m/h}$ のコンクリート最大側圧と打設温度の関係を示したものである。図中の実線は回帰直線を表し、相関係数は高度に有意である。

3. コンクリートと周面地盤の摩擦力

1) 測定方法

コンクリートと周面地盤の摩擦力は、コンクリートと地山の間に介在する泥膜のせん断強度による。したがって、泥膜のせん断強度の測定は、連壁の内部掘削を行った時、コンクリートと地山の間にある泥膜を採取し、一面せん断試験により行った。

2) 測定結果

図-4は、垂直応力が 1.0 と 2.0 kgf/cm^2 のときの垂直応力とせん断強度との関係を示す。コンクリートと周面地盤の摩擦力は、一面せん断試験やSSSくい鉛直載荷試験結果より、 $\tau \approx 3 \sim 4 \text{ tf/m}^2$ と設定する。摩擦力は、実際の溝壁面に凹凸があるため、泥膜の一面せん断試験結果より大きくなる傾向にある。摩擦抵抗力はエレメント長(L)より次式となる。

$$F = 2 \tau \times L \quad (\text{tf/m}) \quad (2)$$

4. 先行エレメントの安定性

コンクリート打設側圧により先行エレメントが安定するためには式(1)と式(2)より次式を満足する必要がある事が判明した。

$$F_s = \frac{F}{P_{\max} \times B} = \frac{2 \tau \times L}{2 V \times B} = \frac{\tau \times L}{V \times B} \geq 1.0 \quad (3)$$

ここに、B: 連壁の壁厚(m)、L: 先行エレメント長(m)、

V: コンクリート打設速度(m/h)、

τ : 摩擦力(tf/m^2)、 F_s : 安全率

5. おわりに

図-3に示すように、コンクリート温度が高い場合には側圧を低減することも考えられるが、これまでのデータから式(3)は妥当なものと判断される。今後、機会があればさらに測定を重ね、側圧の算定式等を合理的なものにしていく予定である。

【参考文献】

1. 奥村忠彦: SSS工法におけるトレミーコンクリートの側圧に関する一研究、清水建設研究所報 昭和54年4月
2. 木村、岡田、若山、後藤: 実大壁による高強度地中連統壁に関する実験的研究、土木学会論文集 1988年9月
3. 清水式場所打ち地下構築工法(SSS工法)設計基準・同解説 昭和54年10月

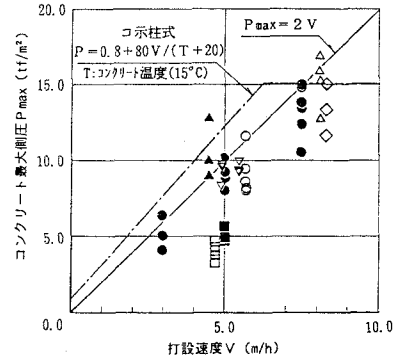


図-2 コンクリート側圧と打設速度の関係

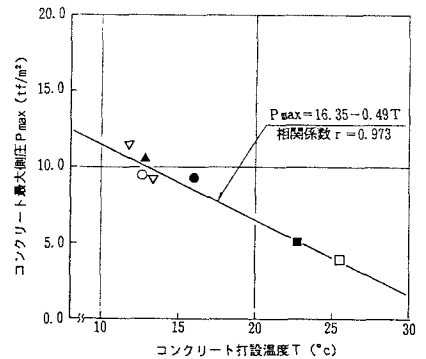


図-3 コンクリート側圧と打設温度の関係

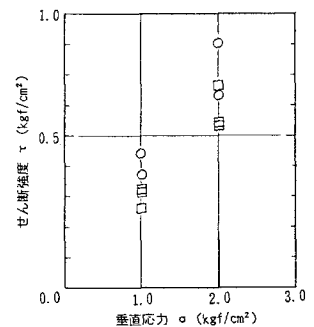


図-4 泥膜のせん断強度と垂直応力の関係