

地中連続壁コンクリート打込み時の動的圧力

清水建設（株）土木東京支店
清水建設（株）土木本部
清水建設（株）名古屋支店
清水建設（株）技術研究所

正会員 藤田 淳
正会員 戸栗智仁
正会員 石田宏一
正会員 木村克彦

1. はじめに

大規模工事では、山止め壁として地中連続壁（以下、連壁）が用いられることが多く、仕切り版方式で施工される場合には、先行エレメントは側圧の面から打込み速度を制限して施工するのが通常である。とくに、地中連続壁の長さが大きいほどコンクリートの打込みに要する時間は長くなる。しかし、精度のよい側圧予測が出来ないために、仕切り板を過大設計したり、安全側の打込み速度を設定せざるを得ない状況にある。側圧の予測には、側圧係数、周辺との摩擦力および打込み時の動的圧力（以下、動的圧）が必要になるが、これらに関する研究は少ないのが現状である¹⁾。そこで、本研究では側圧予測に必要なコンクリートの打込みに伴う動的圧について現場での測定結果をもとに検討する。

2. 動的圧の定義

側圧は、式（1）で与えられ、考えている点に作用する鉛直圧は、鉛直方向の力の釣り合いから式（2）で表せる。このとき動的圧を式（3）で定義し、動的圧の定義を図－1に示す。動的圧の主因は、打込まれたコンクリートの流動圧などである。

$$P_h = K_0 * P_v + P_{h,dy}$$
 (1)

$$P_v = P_t - A_h/A_t * P_f$$
 (2)

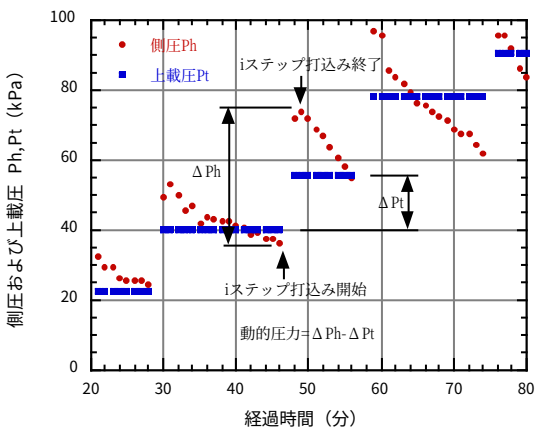
$$P_{h,dy} = (P_{h,i} - P_{h,i-1}) - (P_{t,i} - P_{t,i-1})$$
 (3)

ここに、 P_h ；ある点での側圧（側圧）、 P_v ；ある点に作用する鉛直圧（鉛直圧）、 P_t ；ある点より上部のコンクリート水中重量（上載圧）、 P_f 、 ΣP_f ；地山とコンクリート間の摩擦力（周辺摩擦力）および総和、 $P_{h,dy}$ ；打込みなどに伴う動的圧力（動的圧）、 A_h/A_t ；側圧算定点での周辺摩擦力が作用している面積と底面積の比、 $(P_{t,i} - P_{t,i-1})$ 、 $(P_{h,i} - P_{h,i-1})$ ；iステップ打込み前後の上載圧および側圧増分

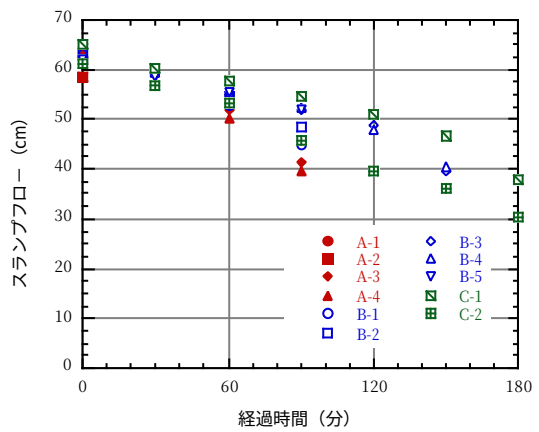
3. 測定結果および考察

3.1 コンクリートの品質

コンクリートの配合を表－1に示す。使用したセメントは、低熱ポルトランドセメント（ただし、C工事のスランぷコンクリート；高炉セメントB種）であり、高流動コンクリートの混和剤には高性能AE減水剤（ポリカルボン酸系）および増粘剤（グリコール系、繊維素誘導体系など）、スランぷコンクリートには通常の混和剤を用いた。高流動コンクリートのスランぷフローの経時変化の例を図



図－1 動的圧の定義



図－2 スランぷフローの経時変化

表－1 コンクリートの配合

工事名	SL, SF (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
					W	C	S	G
A	60.0	35.6	4.5	48.7	160	450	819	900
B	62.5	35.6	4.5	48.7	160	450	822	900
C	62.5	36.0	4.5	46.7	170	472	776	918
A	22.0	46.3	2.0	48.2	185	400	829	920
C	21.0	50.5	4.5	45.6	182	360	746	988

表－2 側圧の最大値

工事名	コンクリート種別	設置深度	データ	打込み速度	$P_{t,max}$	$P_{h,max}$	$t_{t,max}$
A	SF	-30.0,-57.0	4	4.9~6.2	90.2~105.0	79.6~100.7	76~84
B		-31.5~-46.5	6	5.7~5.8,7.5	87.1~116.3	93.2~122.6	60~88
C		-30.0,-50.0	2	5.2,5.8	81.1,125.2	79.4,103.0	78,105
A	SL	-85.0	2	4.9,6.2	79.0,93.6	90.7,89.5	81,66
C		-65.0	1	5.2	76.0	69.6	71

注) 設置深度 (GL-m), 打込み速度 (m/h), $P_{t,max}$: 最大側圧時の上載荷重 (kPa), $P_{h,max}$: 最大側圧 (kPa), $t_{t,max}$: 最大側圧を示した時間 (分)

－2に示す。

3.2 側圧測定結果

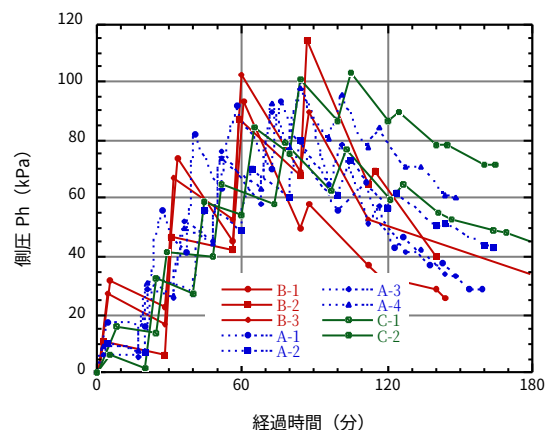
高流動およびスランブコンクリートの側圧の測定結果の例を表－2および図－3に示す。なお、A、B、C工事の壁厚は、それぞれ1.4m、0.9m、1.1mである。打込み速度は5~6m/hであるが、B工事において1エレメントのみ後行エレメントがあり、これのみ7.5m/hとなっている。最大側圧は、高流動コンクリートで約80~120kPa、スランブコンクリートで70~90kPaで、幾分スランブコンクリートの方が小さい。側圧が最大値を示す時間 $t_{t,max}$ は、前者が約60~105分、後者が約65~80分である。次に、動的圧を式(3)で算定し、動的圧と測定点からコンクリート上面までの距離の関係を図－4および図－5に示す。高流動コンクリートでは、測定位置からコンクリート天端までの距離が約5mで動的圧は最大値を示しており、その最大値はA工事では1エレメント(約20kPa)を除いて約10kPaである。これに対してB工事では、動的圧の最大値は約10~20kPaの範囲に分散しており、C工事では動的圧の最大値は約10kPa以下である。最大値を打込み速度などの影響要因との関係で見ると、A工事では測定深度、B工事では打込み速度との相関係数が比較的大きいが、その値はいずれも0.7以下である。また、スランブコンクリートでは、A、C工事で最大値は約25、10kPaと約2倍異なる。とくに、A工事では、測定深度が約85mと大きく、コンクリートの自由落下距離が大きこと、C工事ではセメント種類が高炉セメントB種であることから脱水しやすいこと²⁾などがその原因の一つと考えられる。このように動的圧は、いずれのコンクリートともに工事ごと、また同一工事でもかなり差が認められるが、動的圧の最大値は概ね予測でき、コンクリートの品質、施工条件がほぼ同じであれば大きな差はないと考えられる。

5. まとめ

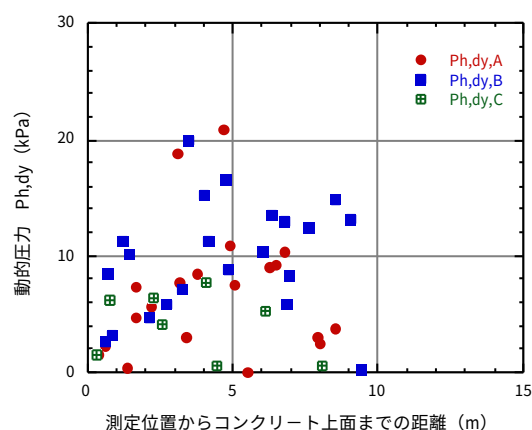
本研究で得られた主な結果は次のとおりである。(1) 動的圧は多くの要因の影響を受けている。(2) 動的圧は、測定位置からコンクリート天端までの距離が約5mで最大値を示し、高流動コンクリートでその値が約20kPa、スランブコンクリートで約25kPaである。(3) 動的圧に及ぼす要因として測定深度、打込み速度などについて検討したが、動的圧との相関はいずれも0.7以下である。

参考文献

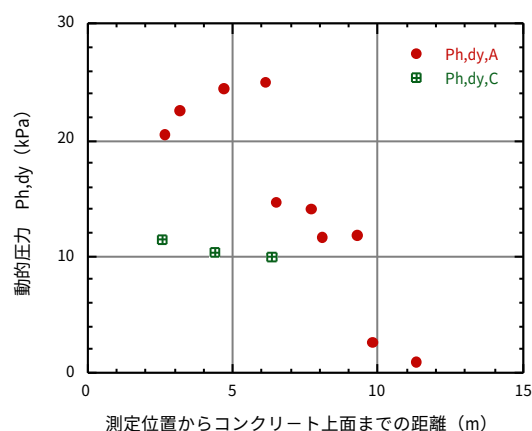
- 1) 高木健次ほか：LNG地下タンクの高強度地中連続壁の側圧に関する一考察，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集V，pp140-141,1999.9，
- 2) 木村克彦ほか：地中連続壁の側圧に及ぼす使用材料の影響，土木学会第55回年次学術講演会講演概要集V，投稿中



図－3 高流動コンクリートの側圧の経時変化



図－4 高流動コンクリートの動的圧



図－5 スランブコンクリートの動的圧