

LNG 地下式貯槽 側壁コンクリート打設時の側圧測定

東京ガス	生産部	正会員	中野正文 ^{*1}
東京ガス	生産部	正会員	畔柳智純 ^{*1}
大林組	土木技術本部		久保征則 ^{*2}
大林組	土木技術本部	正会員	遠藤秀彰 ^{*2}

1. はじめに

東京ガス扇島工場 TL12LNG 地下式貯槽の側壁は貯槽外側の連壁と貯槽内側の RC プレキャストセグメントを型枠として 9 ロットに分割して施工した。PC が設置され高密度配筋である 1~3, 9 ロットには自己充填コンクリートを適用し、通常密度の配筋である 4~8 ロットでは経済性に重点をおき、いわゆる自己充填コンクリートではないもののスランブ 21cm となる流動性の高いコンクリートを適用した。本報文では側壁 4 ロットコンクリート打設時における側圧測定および凝結始発時間に着目した最大側圧の推定について報告する。

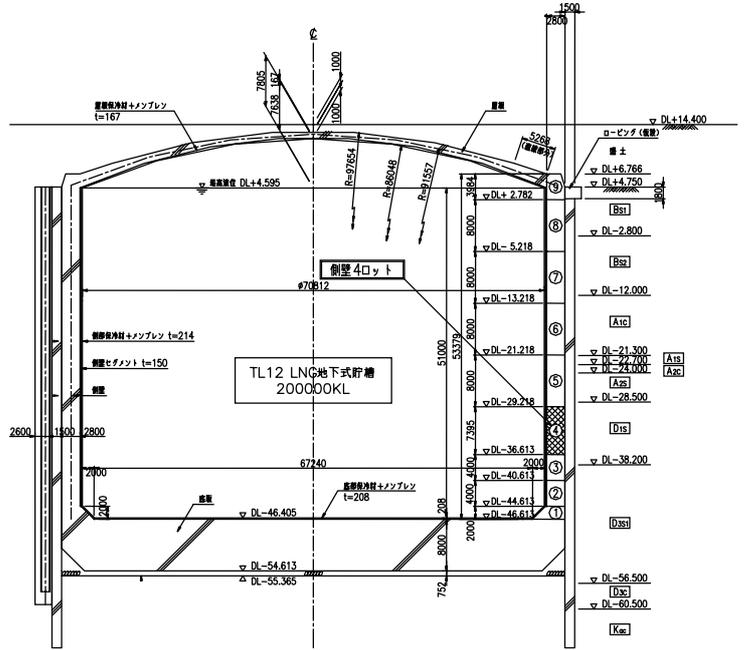


図 - 1 貯槽全体図

2. 側圧測定の方法

型枠となる RC プレキャストセグメントの設計時点では高流動コンクリートを打上り速度 $V = 0.5m/hr$ で打設すると想定されており、設計側圧 $50kN/m^2$ であった。一方、現場打設の事前検討では、効率よく施工し工程短縮とコストダウンを図るためには、打上り速度 $V = 0.7m/hr$ が必要であるという結論に達していた。ここで、コンクリート打設時に型枠に作用する側圧の算定方法は、「土木学会 コンクリート標準示方書施工編」に示されている。しかしながら本工事に適用したコンクリートはスランブが 21cm であるため RC 示方書の適用外となり、他の方法で側圧を予測する必要が生じた。そこで、既往の研究¹⁾結果に基づき、凝結始発時間に着目して前記打上り速度下で最大側圧を予測し、且つ、その値がセグメント設計側圧 $50kN/m^2$ 以下になることを確認した。

表 - 1 側壁第4~8ロットコンクリートの要求品質

項目	単位	内容
設計基準強度	N/mm ²	60 強度保証材齢 9 1 日
配合強度	N/mm ²	68.3 変動係数：7.0% 割増し係数：1.138
スランブ	cm	21±1.5 (23程度) ベーススランブ、 現着試験時の規格値 練り直後（割増し）
空気量	%	4 ± 1
性状保持時間	min	90

実際の施工時の側圧が事前予測した最大側圧を超えた場合、型枠の破壊とそれを起因とする事故が発生する恐れが危惧された。このため、側圧測定は「コンクリート打設速度の管理」を目的として実施した。すなわち「側圧が事前に推定された最大側圧を超えた場合に、打設速度を低下させて側圧を低減し、安全性を確保する」ために実施したのである。

表 - 2 使用材料と材料銘柄

種別	使用材料と銘柄
セメント	低熱ポルトランドセメント L (宇部三菱セメント)
混和剤	高性能AE減水剤 マイティ 3000H (花王) 主成分：加ホキシル基含有ホリエ-リ系(ホリカルボン酸タイプ)
細骨材	山砂 (君津産 他)
粗骨材	石灰岩 (鳥形山産 他)

表 - 3 配合

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤 C×%
20	21	38	46.4	4±1	160	421	809	973	1.0 ~ 1.4

3. 最大側圧の予測

3.1 使用材料および配合

側壁 4~8 ロットの要求品質、使用材料、配合を表 - 1~3 に示す。

キーワード： LNG 地下式貯槽、高流動コンクリート、凝結始発時間、側圧、施工時計測

*1： 〒230-0055 神奈川県横浜市鶴見区扇島4-1

TEL.044-287-5591 FAX.044-287-2180

*2： 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B 棟

TEL.03-5769-1308 FAX.03-5769-1972

3.2 施工条件

最大側圧の予測に際しては，下記の施工条件を想定した．またコンクリートは 600mm 厚さを 1 層として層状に打設した．

コンクリート打ち上り速度 $V = 0.7\text{m/hr}$

環境温度 $T = 10$

3.3 凝結始発時間

側壁 4 ロットコンクリートの凝結始発時間は図 - 2 の通り推定した．先ず，凝結開始時間における環境温度の影響は $W/C = 38\%$ と $W/C = 30\%$ では同程度であると考え，セメントメーカー実験値から環境温度 10 ・ $W/C = 38\%$ の凝結始発時間 527 分を推定した．次に事前に実施されていた 4 ロットコンクリートの室内試験結果（環境温度 20 で凝結始発時間 368 分）とメーカー実験値（同 400 分）との比を前記推定値 527 分に乘じて，最終的に凝結始発時間を 485 分と推定した．

3.4 最大側圧予測値の算定

既往の研究¹⁾結果によれば凝結始発時間と最大側圧の関係は図 - 3 に示される式の通りとなる．ここで，コンクリート打ち重ね時には下層コンクリートまでパイプレータが挿入されるため，一旦変形性が低下した下層コンクリートが再び変形性を持つ可能性がある．従って安全側をみて，側圧の算定における凝結始発時間は前記の 485 分に 1 層当たりの計画打設時間 60 分を加算して 545 分（9.1 hr）とした．これを前記の式に適用すると最大側圧は 24kN/m^2 となる．この値に更に，既往の研究¹⁾における打ち上り速度と 4 ロットの計画打ち上り速度との比（ $0.7/0.4$ ）を乘じて得られる値 42kN/m^2 を最大側圧予測値とした．これにより打ち上り速度 $V = 0.7\text{m/hr}$ の下での予測最大側圧は，RC プレキャストセグメントの設計側圧 50kN/m^2 以下であることが確認された．

なお，既往の研究¹⁾成果は高流動コンクリートに対する実験結果に基づくものであったため，予測した最大側圧はスランプで性状を管理する側壁 4 ロットコンクリートに対しては安全側の評価であり，打設時に実測される最大側圧は予測値を下回るであろうと推察された．

4. 計測および管理方法

貯槽の 22.5° および 112.5° 方向にそれぞれ図 - 4 の通り 4 箇所ずつ壁面用土圧計を設置し，10 分に 1 回の計測頻度で側圧を計測した．管理値には 50kN/m^2 を採用した．

5. 計測結果

貯槽 22.5° 方向の 4 計測点の経時変化を図 - 5 に示す．全計測点 8 点の最大値は $22 \sim 36\text{kN/m}^2$ であり，平均は 27kN/m^2 であった．事前に推察していた通り，最大側圧の予測値 42kN/m^2 と比較して小さな結果となった．

6. まとめ

側圧の計測結果は全て，管理値である 50kN/m^2 を下回るものとなり，側壁 4 ロットコンクリート打設の安全性を確認しながら無事打設を完了することができた．また，この結果を踏まえて続く側壁 5～8 ロットの打設においても打設速度 $V = 0.7\text{m/hr}$ で実施することを決定し，実際の打設にも何ら問題は無く，側壁 5～8 ロットも安全に施工を完了した．

参考文献

1) 村原伸ほか：ポリエーテル系分散剤を用いた高流動コンクリートの側圧に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，1996．

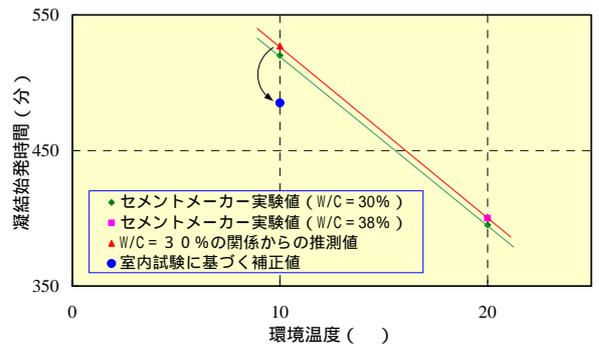


図 - 2 凝結始発時間と環境温度の関係

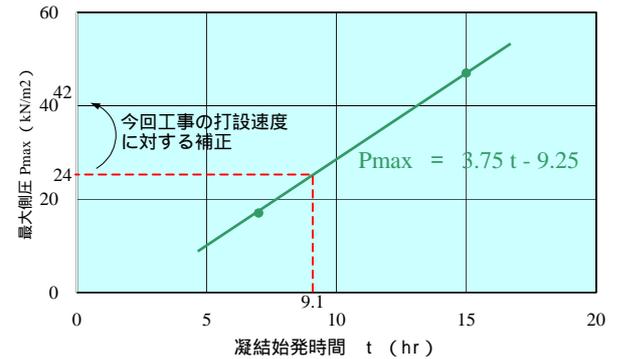


図 - 3 凝結始発時間と最大側圧の関係

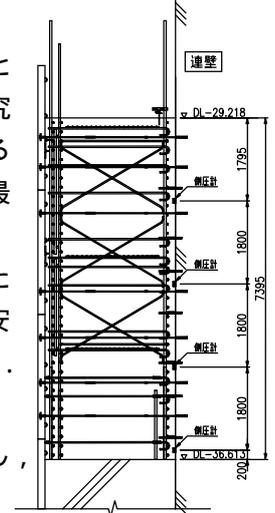


図 - 4 側圧計設置図

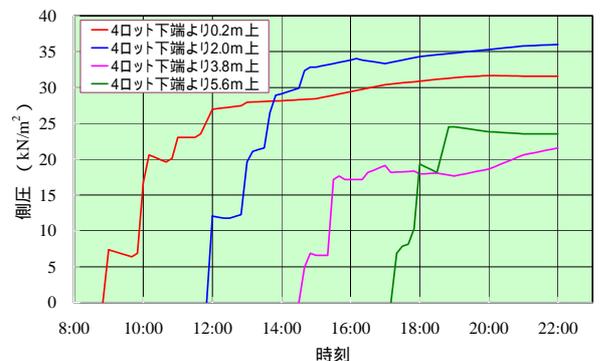


図 - 5 側圧計測結果