土木施工に関する Q & A

QUESTION & ANSWER ON
CONSTRUCTION TECHNOLOGY

土木施工研究委員会第3施工小委員会

The Committee on Construction Technology, Sub Committee 3

土木施工研究委員会（委員長：藤田圭一）第3施工小委員会では「Q & A コーナー」の第2回目として質問（Q）をいただきました分について、回答（A）を掲載いたしました。施工に関してはローカルな条件等もあって、正確な回答を作るには難しいものがあります。したがって、施工エキスパートとしての基本的な考え方を説明した回答例ですので、今後の参考にしていただきたいと思いますと考えております。

Question ①

コンクリートをポンプ圧送する場合の配合および機種選定上の留意点を特に貧配合コンクリートについてお伺いします。

Answer

(1) 配合上の留意点

コンクリートの配合は、“所要の品質と作業に適するワーカビリティが得られる範囲内で、単位水量をできるだけ少なくする”のが基本であり、ポンプ圧送の場合であっても、この考え方は変わらない。

しかし、配管内をよどみなく円滑に圧送するためには、潤滑層の役目を果たすモルタル分の必要なことも事実である。圧送性のみを重視して、むやみに単位セメント量や細骨材率を増大したり、スランプを大きく設定するのは好ましいことではないが、圧送性に影響を及ぼすこれらの要因は無視できない。

たとえば、単位セメント量が少なくなると圧送抵抗が増大し、閉塞の危険性が大きくなる。スランプが小さく

なっても同様である。圧送が可能なこれらの最小値は、粗骨材最大寸法、碎石・砕砂の使用の有無、配管径、圧送距離等によっても変化するが、一般に、前者が $270 \text{ kg/m}^3 \sim 300 \text{ kg/m}^3$ 程度、後者が 8 cm 程度である（図—1 参照）。

また、細骨材率を小さくしすぎると、圧送時にコンクリートの分離が生じやすくなり、閉塞の危険性が多くなるので注意が必要である（図—2 参照）。

(2) ポンプ機種の選定

ポンプ機種の選定に際しては、ポンプにかかる圧送負荷ならびに閉塞に対する安全性を考慮する必要がある。一般に、コンクリートポンプのカタログに示されている性能は、施工条件によっては適合しない場合もあること

図—1 粗骨材最大寸法 40 mm 天然砂コンクリートのスランプと単位セメント量の関係¹⁾

図一2 0.3mm 以下のモルタル量と細骨材率の
関係および閉塞条件¹⁾

も予想されるため、注意が必要である。

コンクリートポンプにかかる最大圧送負荷 (P_{max}) は次式によって求めることができる。

$$P_{max} = (\text{水平管 1m 当たりの管内圧力損失}) \times (\text{水平換算距離})$$

この P_{max} が、ポンプの最大理論吐出圧力の 80% 以下であれば圧送可能と判断してよい。

なお、水平管 1m 当たりの管内圧力損失ならびに垂直管、ベント管、テーパ管等の水平換算長さについては、土木学会「コンクリートのポンプ施工指針 (案)」¹⁾ に詳述されているので参照されたい。

(3) 貧配合コンクリートを圧送する場合の留意点

円滑な圧送を行うためには、適当なモルタル分が必要である。特に、0.3mm 以下のモルタル量 (容積) は、図一2 に示すように、圧送性に及ぼす影響を適切に表わすようであり、参考になる。

単位セメント量が 270 kg/m^3 程度以下の貧配合コンクリートは、0.3mm 以下のモルタル量が少ないため、圧送負荷が増大し、閉塞の危険性が生じる。この改善方法の1つとして、比重の比較的小さいフライアッシュセメントや高炉セメントの使用が有効である。これは、普通ポルトランドセメントに比べ、 1 m^3 当たりの容積が大きくなるからである。

空気量を増大することによっても圧送性を改善することができる。たとえば、要求されるコンクリート強度が低いにもかかわらず、圧送性の面から富配合のコンクリートとなるような場合には、空気量を増大することも検討すべきであろう。

貧配合コンクリートを圧送する場合には、ベント管、

テーパ管等の部分で閉塞を生じやすくなるため、ベント管は曲げ半径をできるだけ大きく (1 m 以上) し、特注にはなるがゆるい角度のテーパ管を用いるのがよい。また、配管径は、粗骨材最大寸法から選定される径よりやや大きくし、圧送負荷に見合ったコンクリートポンプを選定する必要がある。

なお、貧配合コンクリートを圧送する場合には、事前に試験圧送を行って施工性を確認しておくのがよい。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートのポンプ施工指針 (案)，昭和 60 年 11 月。

Question ②

軟弱地盤において杭基礎の逆T型擁壁を施工し、裏込めとともに盛土を行ったところ擁壁が前方にせり出した。どのように対応したらよろしいですか。

Answer

(1) 側方移動について

軟弱地盤上の構造物で偏載荷重を受ける場合、基礎地盤が側方流動を起こし、それに伴い、構造物が大きく変位することがあります。これがいわゆる側方移動または側方流動とよばれるものです。

この側方移動に関するメカニズムや定量的な事柄は、

図一1 対応の手順

明確でないことから、設計実務上の対応については確立されておらず、構造物の施工後に変状が認められることも多いようです。構造物の変状は、たて壁の天端ラインのはらみ出し、たて壁の傾斜・クラック、ジョイント部の隙間の拡大、背面盛土部のクラックといった形で現われ、擁壁本体や基礎杭の損傷を伴うおそれがあります。

(2) 対応の考え方

側方移動が生じ、擁壁が前方にせり出した場合の対応は、一般に 図-1 のようになります。

この手順の中で、その判断が最も重要で難しいのは、基礎杭の健全性・余裕の評価です。

基礎杭の健全性は、杭の変形状態から杭体の応力状態を推定することによって評価しますが、基礎杭の変形状態(変状)は外から判断できないため、

① 擁壁底版位置の移動量、たて壁の傾斜量の実測値を杭頭部の変位量、回転量として推定する。

② 地盤条件、荷重条件を設定し、計算によって推定する。

などから求めることになります。実測の変形量は、底版コンクリートないしはたて壁の施工完了時から変状発見

時(あるいは変状収束時)までの変位量、傾斜量から設定できます。しかしながら、動態観測を行っていないことが、これらの量を正確に把握することは難しく、初期値として、設計図書の状況で施工されたものと仮定するしかないことが多いようです。そのため、基礎杭の健全性の評価を困難なものとしています。健全性の評価に際して、構造物は変状した状態で、地震力を受けることを忘れてはなりません。

(3) 対策方法

観察・調査・検討に基づく構造物の健全性、被害程度の判断結果に応じて、必要な対策を講じることになります。具体的な対策案は、構造物の安定性を基準とし、④構造物の重要度、⑤変状原因、⑥地盤条件、⑦周囲の状況、⑧工法の信頼性・施工性、⑨工期と工費などを総合的に考えて選定します。実務的には、擁壁が破壊した場合に、どの程度の被害が想定されるかが、重要な目安になると考えます。

対策方法の例を以下に示します(図-2 参照)。

① 計画形状を変更し、補強・荷重の軽減を図る。

② 別途、構造物や地盤改良工で荷重の一部を負担させる。

③ 一部、再施工を行い、構造系の補強、荷重の軽減(良質材による置換、コルゲートパイプ等による軽量化)を図る。

④ 動態観測により、変状の進行をつかまえ、必要があれば、対策工を施工する。

軟弱地盤上の構造物は、種々の変状が生じる可能性も大きく、施工にあたっては、実際の状況に応じたチェック(円弧すべり、側方流動抵抗、側方流動指数等)を行い、あらかじめ必要な対処を講じることが大切です。そして、構造物の施工完了時に、位置・レベル・傾きなどの初期値だけは計測しておくことが、品質管理上、望ましいといえます。

参考文献

- 1) 日本道路協会：杭基礎設計便覧，1986。
- 2) 土質工学会：側方流動の機構とその対策，土と基礎，Vol. 30, No. 5, 1982。
- 3) 土質工学会：地盤の側方流動に関するシンポジウム発表論文集，1986。

(1987.2.3・受付)

図-2 対策工法