

V-149 新しい水中コンクリート施工法(KDトレミー工法)に関する基礎実験

鹿島建設技術研究所 正会員 ○中原 康
大友 忠典
横田 慎一

I. はじめに

水中コンクリート工事はコンクリート工事のうちで技術的に非常に困難なものとされ、できあがったコンクリートの品質に信頼性を置き難い場合が多く、コンクリートの配合を必要以上に富配合にしたり、設計上の許容応力を低くして大きな安全率を見込むのが一般的である。水中コンクリートの信頼性が乏しいとされる大きな原因としては、その施工が予め計画したとおりに実施できれば良質のコンクリートが得られる筈のものであるが、実際には天候や波浪の影響、仮設備などの不手際などで計画とおりの施工が行えない場合が多く、その際、寸時の誤操作やトラブルがコンクリートの品質に重大な悪影響を及ぼすことや、品質の確認が水中であるため実施し難いことなどが考えられる。

本報告では、在来の水中コンクリート施工法(トレミー工法)で品質低下につながる欠陥を除去できるよう新しいアイデアのもとに考案した装置によって施工するKDトレミー工法の基礎的な施工実験の結果を報告するものである。

II. KDトレミー工法の特徴と在来工法との比較

KDトレミー工法に用いるトレミー管は両端にフランジを備えスリットを切った剛な外管とフレキシブルな内管とをフランジ部分で結合したユニット管複数本、上部でコンクリートが供給されるホッパー部、およびコンクリートが供給されている時には開き供給が止まると自動的に閉じるバルブのついた特殊装置の先端管より成るものである。このKDトレミー管でコンクリートを打込んだ場合の状態の模式図を図-1に示した。

図-1より分かるように在来のトレミー管では管内にコンクリートが水圧との釣り合いで残留するのに対して、KDトレミー管では水圧とは直接関係なく、コンクリートと内管との粘着カや摩擦カと自重との関係でコンクリートは流下し、内管内にはほとんど残留しない。KDトレミー工法はこのことが最大の特徴であり、この特徴によって管の先端をすでに打込んだコンクリート中より板上げても内管内に水が侵入してくることのない。在来のトレミー管では先端がコンクリートより抜け出ると、管内に残留したコンクリートが水中自由落下するとともに、管内に水が急激に侵入し、水深が大きいほど急激な水の流れが生じ周囲のコンクリートの品質の低下を招くことになると考えられる。このような特徴を有するKDトレミー管を用いて水中コンクリートを施工すると在来工法と比較してどのような長所短所が考えられるかを整理したのが表-1である。

III. 施工実験

実験-1. 理論上考えられる通りの機能およびコンクリートの品質が得られるかどうかを水深10mにおいて骨材最大寸法25mm, 40mm, 単位

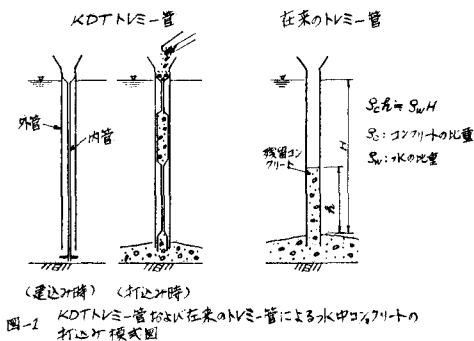


表-1. 各トレミー管の機能の比較

機 能	二重管式 トレミー管	従来のトレミー管 フランチー式	既設式
トレミー管を沈めるとき、トレミー管の重量を浮力より大きくする対策が必要か否か	○	○	×
水面下でトレミー管をコンクリートが流下する慣性力である程度出されたと意識しうるか	○	×	×
水面下でトレミー管をコンクリート中に内度差し込んで施工を再開することが可能か否か	○	×	×
トレミー管の耐久性	○	×	×

○印は有利な機能：×印は不利な機能

セメント量 370 kg/m^3 の配合でKDTトレミー管の内径 $8''/12''$ を用いて検討した。コンクリートの打込み方法は図-2に示すように水中で管の先端をコンクリート中より抜き差ししながら所定の量を打込んだ(供試体2種類)。

KDTトレミー管の機能はほぼ満足すべきものを示し、硬化したコンクリートの外観も両試験体とも非常に良好な状態であった。両試験体から長さ約 1m のコアを採取し内部のコンクリートの品質を検討した。5本のコアのうち途中で折れたものが4本あったが、その折れた部分の品質が悪いとは認められず、コア採取作業上の不手際で折れたものと考えられた。これらのコアより圧縮強度試験用供試体を作成し強度試験を行なった(表-2)。結果の評価にあたって試験体の上下方向の位置および打込み位置からの距離をパラメータとしてデータを分析したところ、試験体最上部の両端がやや弱い強度を示したか、全体的にはほぼ均一な品質のコンクリートが得られたと評価できる。

実験-2. 土木学会コンクリート標準示方書では、水中コンクリートは信頼性に乏しいため単位セメント量を 370 kg/m^3 以上としなければならないと規定しているが、信頼性の高い施工法による場合には必要以上のセメント量を使用することになり不経済となる。また、技術的にもセメントの発熱が問題となるような構造物では必要以上のセメント量の使用は避けたい場合も多い。このような観点からKDTトレミー工法による貧配合コンクリートの施工上、品質上の問題を検討するために実験-1の図-2に示したのと同様な方法で表-3に示した配合のコンクリートの打込みを行なった(水深 10m 、試験体寸法 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 3\text{m}$)。

硬化したコンクリートの外観、採取したコアの外観とも実験-1の場合と同様に全体的には均質なコンクリートと見做せたが、 $C=270\text{ kg/m}^3$ において18本のコアのうち4本が途中で折れ、そのうち3本の折れた部分のコンクリートの品質が局部的に分離していることが認められた。 $(C=320\text{ kg/m}^3)$ では3本が折れ、そのうち1本が分離)。圧縮強度試験結果を表-4に、ヒストグラムを図-3に示した。

これらの結果から、従来のトレミー工法では絶対不可とされていたトレミー管の先端をコンクリート中から抜上げたり、再度差込んだりしてもKDTトレミー工法ではコンクリートの品質の低下につながらないことが分かった。

この特徴を積極的に利用して従来あまり水中施工が行なわれていない比較的部位厚が薄くて、施工面積が広いような構造物への適用が考えられ、鉄筋コンクリートスラブなどへの適用も今後の検討課題であろう。

IV. むすび

KDTトレミー工法の基本的な機能およびこの工法で施工したコンクリートの基本的性状について小規模な現場実験の結果をもとに報告したが、この工法による実際の施工実績も数万 m^3 を得て、その有用性に自信を得た反面、コンクリートの配合(おもにスランプ)の相違や、水深がより深くなった場合のコンクリートの管内流下性状および管より吐出された後の流動性状、適正な管径と施工能力などについて不明な点も多く、今後検討すべきと考えている。

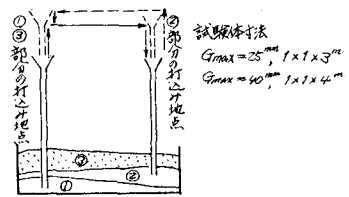


図-2 コンクリートの打込み方法

表-2 実験-1の試験結果

G_{max}	$\%$	供試体本数	供試体寸法	圧縮強度平均値	変動係数	標準供試体圧縮強度
(mm)	(%)	(本)	($\phi \times \text{長}$)	(kg/cm^2)	(%)	(kg/cm^2)
25	48	84	10×20	36.3	17.2	33.4
40	46	72	15×30	30.2	13.8	32.8

表-3 実験-2の配合

実験体	G_{max}	スランプ	数量	W/C	S/A	W	C	水/灰
	(mm)	(cm)	(kg)	(%)	(%)	(kg/m^3)	(kg/m^3)	(%)
[A]	25	18~20	3~4	54	46	174	320	0.80
[B]	25	18~20	3~4	64	47	174	270	0.68

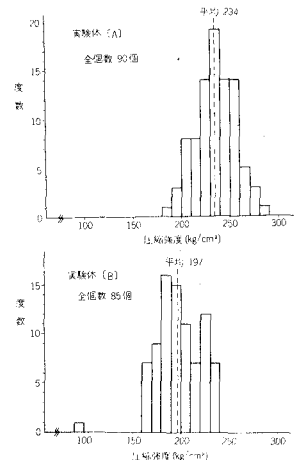


図-3 圧縮強度数分布図

表-4 圧縮強度試験結果

(平均43回)						
実験体	コア供試体の本数	コア供試体の圧縮強度の範囲	コア供試体の圧縮強度の平均値	標準供試体の圧縮強度の範囲	標準供試体の圧縮強度の平均値	標準供試体の圧縮強度
	(本)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)
A	90	187~280	23.4	8.5	24.0	0.96
B	85	94~238	19.7	12.0	20.0	0.99