

14. 場所打ち杭の余盛コンクリート低強度化工法の開発

Development of Retarding Method for turning out Strength of Extra Head-Concrete Cast-in-Site Piles

木村 建治* 谷沢 晋*²
立松 和彦* 山崎 順二*
内井 栄二*

要 旨

打設直後の場所打ち杭の余盛コンクリート部分に超遅延剤を混入することによって、コンクリートの強度発現を抑制し、余盛コンクリートのはつり作業の省力化が図れる杭頭処理工法を開発した。実建物の本杭での実験施工を行った結果、超遅延剤を混入した部分の余盛コンクリートは強度発現が大きく抑制され、はつり機械を用いることなく容易に除去処理することができた。

キーワード：余盛コンクリート／低強度化／超遅延剤／混入装置

1. はじめに

これまで、ゼネコン各社によってさまざまな杭頭処理工法が開発されその成果が発表されている。当社においても早くから、APTOP工法、改良型APTOP工法、オーガスクリー式工法の開発を行ってきた。しかし、準備作業に時間と手間がかかることや、はつり工法よりも若干コストが高くなる場合があることなど、それぞれ長所と短所があってこれまで採用される機会が少なかった。

そこで、このたび上記短所を改良できる工法として、すでに開発を完了した改良型APTOP工法¹⁾の施工技術を発展させた低強度化工法（以下本工法という）を開発した。本工法は、杭主筋より内側の打設直後の余盛コンクリート部分に超遅延剤を混入して、そのコンクリートの強度発現を抑えることによって、杭頭はつり作業の時間と手間の低減を図るものである。（改良型のAPTOP工法に比べて、処理作業が簡単で時間も短くて済み、さらなるコストダウンが図れる工法である。）

種々の室内試験や予備実験を経て、今回、大阪市内の作業所で実験施工を行いその効果が確認できた。本報では、本工法の概要と室内試験の一部および作業所で行った現場実験施工の結果について報告する。

2. 工法の概要

2.1 材料と機器

本工法で使用する主たる材料と機器は以下の通りである。

(1) 超遅延剤

フレッシュコンクリートに混入することによって、コンクリートの強度発現を抑制する天然糖系の混和剤である。コンクリート中のセメント量に応じて混入量を変える。

(2) 混入装置

余盛コンクリート部分に超遅延剤を混入する装置である。アースドリル機のケリーバーに装着して使用する。図-1にその概要を示す。

(3) 圧送ポンプ

超遅延剤をタンクから混入装置に送り込む機器である。圧送圧は2.5MPaを基準とする。

2.2 作業手順

本工法の作業手順を以下に示す（図-2参照）。

①主筋頂部へのガイドパイプの取り付け

混入装置の先端に設けている攪拌翼が、杭主筋に当たらないようにするため、ガイドパイプを主筋頂部に取り付ける。

②混入装置の取り付けと杭内への吊り込み

混入装置をアースドリル機のケリーバーの先端にピンで接合したのち、杭内に吊り込み余盛コンクリート内の所定の高さにセットする。

③超遅延剤の圧送と混入

アースドリル機で混入装置を回転・上昇させながら、圧送ポンプを作動させてタンク内の超遅延剤を混入装置に送り、余盛コンクリート中に混入する（所定量の圧送が終了したあともしばらくの間攪拌する）。

*建築工法・材料研究室 *²企画管理室

④混入装置の取り外し

攪拌が終了したのち、混入装置を余盛コンクリートから引き上げ、アースドリル機から取り外す。

3. 室内試験

超遅延剤混入後のコンクリートの物性等を調査するために、以下の試験を行った。

3.1 使用コンクリート

試験には高炉セメント B 種を用いた呼び強度 24、スランプ 18cm、W/C が 55% のレディーミクストコンクリートを使用した。

3.2 供試体の作製

供試体への超遅延剤の混入率は、コンクリート中のセメント重量に対して、0, 3, 5, 7%とした。

3.3 壓縮強度試驗結果

供試体を封かん養生し、材齢4、8、12週で圧縮強度を調べた。圧縮強度の試験結果を表-1に示す。

表-1 壓縮強度試驗結果

混入率(%)	養生日数別圧縮強度 (N/mm ²)		
	4 週	8 週	12 週
0	34.8	—	—
3	0.21	0.27	0.26
5	0.30	—	0.58
7	0.28	0.48	—

超遅延剤を混入したものは、混入していないものに比べて、いずれの供試体においても著しく強度が低いことが分かる。超遅延剤の混入率の高い供試体のほうが、若干強度が高く出ているようであるが、弱い強度域における試験であるため、試験誤差が出たとも考えられる。今後室内実験でさらに追究する予定である。なお、試験体の破壊時の性状は、コンクリートよりもむしろ粘土混り砂礫の土に近いものであった。

3.4 粉末X線回折による水和生成物の同定

超遅延剤の効果を確認するために、粉末X線回折により水和生成物の生成状況を定性的に評価した。主な測定条件は、X線：Cu、40kV-40mA、スリット $1^{\circ}-1^{\circ}-0.3$ mmとした。

同定には、材齢 4 週の圧縮強度試験を行ったあとの超遅延剤を混入していないコンクリートと超遅延剤を 5% 混入したコンクリートをそれぞれ粒径が $0.074\mu\text{m}$ 以下になるように微粉碎したものを用いた。なお、比較のために未水和高炉セメント B 種についても測定を行った。各粉末試料の X 線回折図形を図-3 に示す。

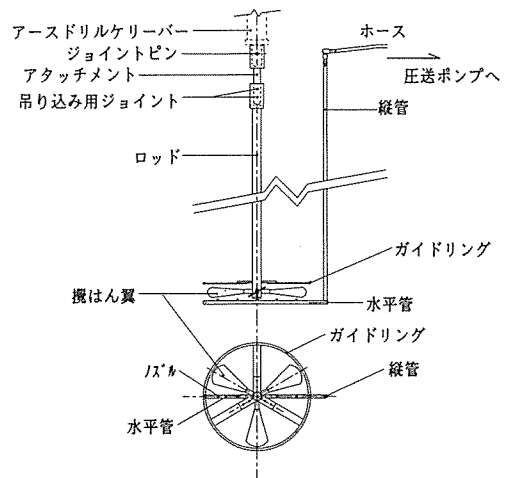


图-1 混入装置

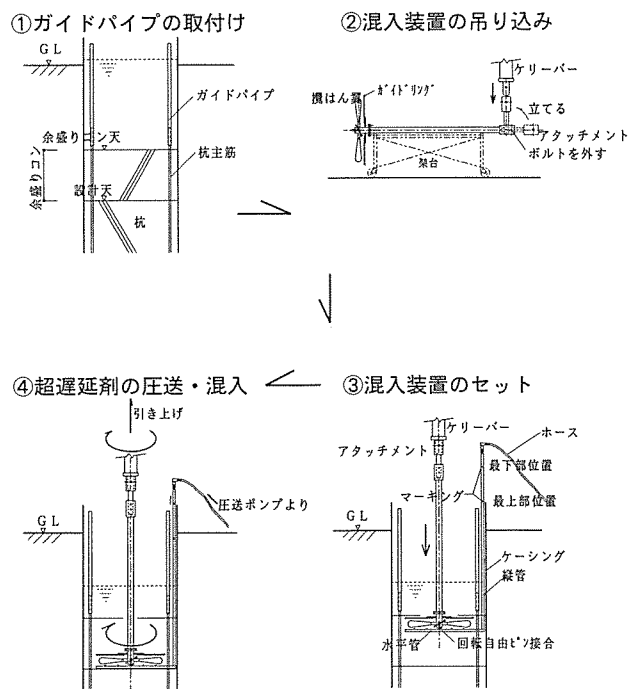


図-2 作業手順

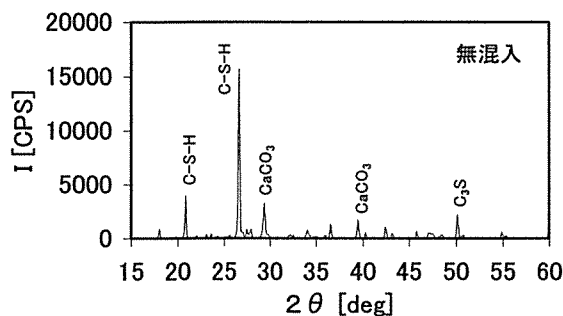
超遅延剤を混入していない供試体（無混入）の回折パターンから、セメントの水和生成物であるケイ酸カルシウム水和物（C-S-Hゲル）の存在が確認できた。また、カルサイト（ CaCO_3 ）の存在も確認できた。

一方、超遅延剤を5%混入した供試体の回折パターンからはカルサイトは同定できず、水和生成物も少量しか検出されなかった。逆に、高炉セメントB種の回折パターンにみられる C_3S および C_2S を主とした未水和のクリンカー鉱物の存在が確認できた。回折パターンは高炉セメントB種のものと類似していた。

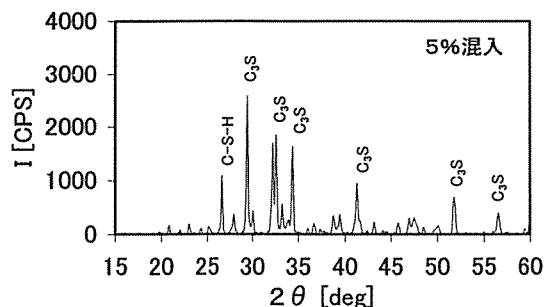
さらに、主要なピークの積分強度の和を用いて、未水

和のクリンカー鉱物の残存量を相対的に比較すると、その量は、無混入・超遅延剤5%混入・高炉セメントB種の順に、19,289・40,943・55,717 (Counts) となった。

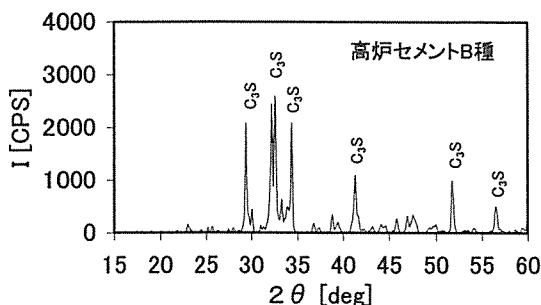
以上のことから、超遅延剤を混入することによってセメントの水和反応が大幅に遅延され、コンクリートの強度発現が無混入のものと比較して著しく小さくなったことが分かる。



超遅延剤を混入していないコンクリートのチャート



超遅延剤を混入したコンクリートのチャート



高炉セメントB種のチャート

図-3 コンクリート供試体およびセメントの粉末X線回折図形

4. 現場実験施工

種々の室内試験と予備実験を行ったのち、以下に示す現場実験施工を行った。

4.1 概要

- ・場所：大阪市旭区

- ・時期：平成12年5月

- ・杭工法：アースドリル工法

- ・杭概要：実験施工は4本の杭について行った。杭の概要を表-2に示す。なお、杭に打設したコンクリートは、室内試験で用いたものと同配合のレディーミクストコンクリートである。

表-2 杭概要

杭 径 (m)	杭 長 (m)	設計天端 (m)	余盛コンクリート 高さ (m)
1.2	34	GL-2.0	0.5

4.2 超遅延剤の混入率

各種予備実験の結果等から判断して、超遅延剤がコンクリート上部に上昇することが予想されたので、そのロス分を見込んで、超遅延剤のセメント重量に対する混入率は5%と7%の2種類とした。混入率ごとにそれぞれ2本ずつ実験施工した。

4.3 超遅延剤の混入作業

作業状況を写真-1～写真-3に示す。

作業に要した時間は、杭1本あたり約12分であった。混入は混入装置の水平管の最深位置が杭設計天端から150mmより上の深さ位置になるようにして行った。

4.4 杭頭部の状況と杭頭処理

超遅延剤を混入して2週～3週間後に、杭周辺の掘削工事が終了し、直後に杭頭処理作業が行われた。掘り出された実験杭の杭頭部とその処理時の状況から、以下のことが分かった。

写真-4に杭頭処理時の状況を示す。

- (1) 超遅延剤を混入した部分のコンクリートは、フレッシュなコンクリートと同じ色を呈しており、混入していない部分の（硬化した）コンクリートの色合いとは明らかに違っていた。いずれもスコップでかき出せる程度の柔らかさであった。
- (2) 実験した4本のうち3本については、ほぼ計画通りの高さ位置より上の部分で超遅延剤の効果が現れていた。しかし、残りの1本については、計画より約90mm低い位置、すなわち杭設計天端から約60mm上のコンクリートにまで超遅延剤の効果が及んでいた。これは、ケーシングの引抜きによって、杭頭付近のコンクリート全体が沈下したためと考える。
- (3) 杭が小径であったことや混入装置の攪拌部が杭径に比べて小さかったため、超遅延剤を混入した余盛コンクリート部分の余盛コンクリート全体に占める割合が小さかったため、杭頭処理時間の省力化率は杭1本あ



写真-1 ガイドパイプの取付け



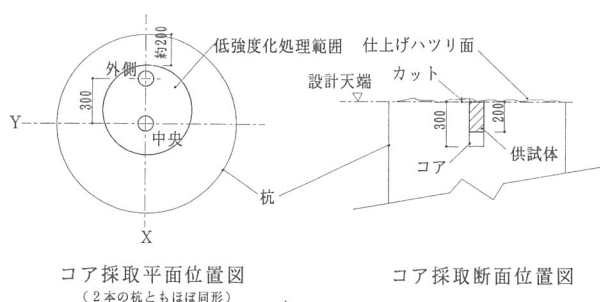
写真-3 超遅延剤の混入状況



写真-2 混入装置のセット



写真-4 杭頭処理状況



コア採取平面位置図
(2本の杭ともほぼ同形)

コア採取断面位置図

図-4 コア抜き取り位置

たり平均で約25%に留まった。しかし、杭径が大きくなれば省力化率はさらに向上すると考えられる。杭頭処理に要した実時間は約124分/本であった。

4.5 杭頭部コンクリートの調査

杭設計天端以深のコンクリートに超遅延剤の影響がおよんでいないかどうかを調べるために、杭頭処理後に全杭について目視による検査を行い、さらに2本の杭について図-4に示す位置でコアを抜き取り圧縮強度試験を行った。その結果を表-3に示す。目視検査および圧縮強度試験の結果から、設計天端付近のコンクリートに異常はみられなかった。

表-3 コア圧縮強度試験結果

杭	位置	圧縮強度 (N/mm ²)	備考
1	中央	34.6	3週コア抜き 4週試験
	外側	35.0	
2	中央	32.7	18日コア抜き 4週試験
	外側	27.4	

5. まとめ

今回行った実験施工の結果から、本工法を適用すれば、杭頭はつり作業の大幅な省力化が図られ、騒音・塵埃の発生もかなり低減することができるものとする。特に杭径の大きい杭ほどその効果は大きく、従来の方法に比べはつり作業が約40～50%程度低減できるものと試算している。

最後に、実験施工にご協力いただいた作業所およびライオン株式会社の担当各位に深く感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 木村他：改良型APTOP工法の開発、浅沼組技術研究所報、No.10、pp.115-120、1998。