

壁状水槽構造物における異なるひび割れ抑制対策の適用

新日鐵住金株式会社 菅原敬介 執行重人
鹿島建設株式会社 関西支店 正会員 ○秋山真吾 西松利真
鹿島建設株式会社 技術研究所 正会員 渡邊有寿 温品達也

1. はじめに

コンクリート構造物の高耐久化が求められる中、製鉄所の水処理設備においても既設構造物の維持管理や新設構造物の耐久性向上に対する様々な取組みを行っている。本工事では、高い止水性が求められる壁状水槽構造物について、合成短繊維とガラス繊維ネットという異なるひび割れ抑制対策を実施した。本報告では、両対策工の施工性およびひび割れ抑制効果について得られた知見を報告する。

2. 工事概要

本工事でひび割れ抑制対策を行った対象構造物（沈殿槽）を図-1 に示す。沈殿槽は内径 33m、壁厚 50cm、高さ 3.45m の円形の壁状構造物であり、製鉄所の水処理設備として利用される。本構造物は、高炉稼働時に排出されるダストを含む集塵水を沈殿処理するための水槽であり、約 70℃の温水が常時流入するため、機能保全および環境保全の観点から、高い止水性が求められている。

当該構造物はマスコンであることに加え、水圧による円周方向のフープテンション、水槽の内外温度差による曲げ応力が発生し、ひび割れの抑制が非常に難しい。そのため、これまでのひび割れ対策としては、稼働後に漏水箇所に対して外側から防水対策を講じているのが実情である。しかし、確実な止水はもちろん、ライフサイクルコスト低減のためには新設時に出来るだけひび割れ抑制対策を講じることが重要である。そこで、本工事では図-1 に示すように水槽を半分に分け、2 種のひび割れ抑制対策（繊維ネット、合成短繊維）を講じた施工を行った。

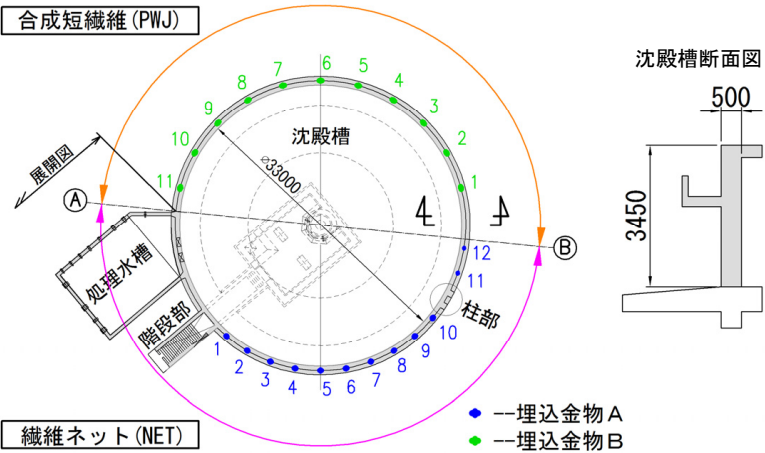


図-1 対象構造物（沈殿槽）

槽の内外温度差による曲げ応力が発生し、ひび割れの抑制が非常に難しい。そのため、これまでのひび割れ対策としては、稼働後に漏水箇所に対して外側から防水対策を講じているのが実情である。しかし、確実な止水はもちろん、ライフサイクルコスト低減のためには新設時に出来るだけひび割れ抑制対策を講じることが重要である。そこで、本工事では図-1 に示すように水槽を半分に分け、2 種のひび割れ抑制対策（繊維ネット、合成短繊維）を講じた施工を行った。

表-1 使用材料

3. 実施内容

(1)コンクリート

表-1 および表-2 に沈殿槽に適したコンクリートの使用材料および配合を示す。事前の温度応力解析の結果、本構造物にはひび割れ発生が懸念されたため、ひび割れ誘発目地および膨張材を用いることを基本とした。なお、骨材には高炉での製鉄過程で副産物として発生する高炉スラグ骨材を用いた。

記号	種類	備考
W	混練水	工業用水
C	普通ポルトランドセメント	密度3.15g/cm ³ 、比表面積3290cm ² /g
EX	膨張材	密度3.16g/cm ³ 、比表面積3290cm ² /g
S1	海砂	密度2.60g/cm ³ 、粗粒率2.60
S2	徐冷スラグ細骨材	密度2.83g/cm ³ 、粗粒率2.21
G	高炉スラグ粗骨材2005	密度2.62g/cm ³ 、粗粒率6.47
AD	AE減水剤	
SP	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系
NET	繊維ネット (耐アルカリガラス製)	幅250mm/枚、格子30mm×30mm、使用量330g/m ²
PWJ	合成繊維 (ポリプロピレン製)	密度0.91g/cm ³ 、長さ12mm、径φ64.8μm、 混入量0.91kg/m ³ (0.1vol.%, 約2500万本/m ³)

キーワード 止水性、膨張材、繊維ネット、合成短繊維、ひび割れ抑制

連絡先 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見 2-2-22 TEL 06-6946-7207 FAX 06-6946-7274

(2)対策工

ひび割れ対策工は、「繊維ネット（記号：NET）」と「合成短繊維（記号：PWJ）」の2種を採用した。NET は耐アルカリガラス繊維で製造された網目状のシートであり、写真-1 に示す様に鉛直方向に 50cm ピッチで円周方向に設置した。一方、PWJ はコンクリートの剥落防止用として使用する事例が近年増えているものであり、混入量 0.05vol.% という少量で十分な剥落防止効果を発揮するものである。これまでの研究で、膨張材と合成短繊維をある程度の本数（数千万本）混入させることでひび割れ抑制効果を有することも示されており^{1) 2)}、本工事では剥落防止用を目的とした場合の2倍である 0.1vol.%（繊維本数 2500 万本/m³）を混入した。なお、両対策工の施工時期は、NET が2月（冬季）期、PWJ が4月（標準期）であった。

表-2 コンクリート配合

ケース	W/C	Air	目標 スラング ³ (cm)	単位量(kg/m ³)							AD	SP
	(%)	(%)		W	C	EX	S1	S2	G	PWJ	C×%	C×%
1: 繊維ネット	60	4.5	15	188	294	20	442	478	859	－	0.8%	－
2: 合成短繊維			18※	188	294	20	455	492	836	0.91	－	0.8%

※繊維混入前

繊維は外割りで混入



写真-1 繊維ネット取付け状況

4. 実施工におけるひび割れ抑制効果の比較

図-2 に、完成後の漏水個所の展開図を示す。調査の結果、壁面のひび割れは既設構造物よりも大幅に減っていることが確認された。漏水が生じたのはほとんどがPコン部であり、防水対策が必要な壁面のクラックは3か所のみであった。また、懸念された配管周りの漏水も全く見られなかった。

NET と PWJ を比較すると、P コン部では明確な差は見られなかったが、防水対策が必要な壁面のクラックは PWJ 使用箇所に全く生じていなかった。これは、NET は離散的に設置するため、ひび割れ抑制効果にばらつきが生じる可能性があるのに対し、PWJ はコンクリートに直接混入させることで材料が均質

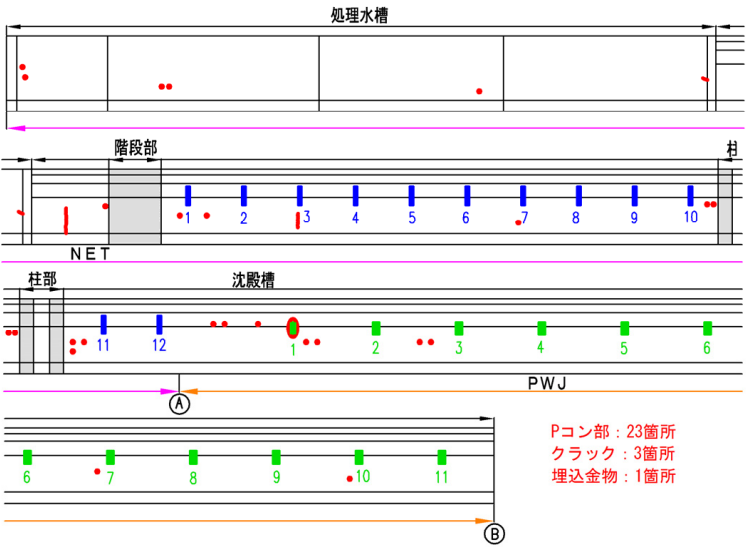


図-2 ひび割れ調査結果（沈殿槽展開図）

化し、ひび割れ抑制効果を構造物全体に均等に発揮させることができるためと考えられる。また、当該設備のような壁高の高い構造物の施工に際しては、NET はコンクリート打込み時にコンクリートやパイプレータの接触によるよれや剥がれが生じる恐れがあり、通常のコンクリートと同様に施工できる PWJ の方が有利であると考えられる。

5. まとめ

高い止水性が求められる壁状水槽構造物の新設に際し、合成短繊維とガラス繊維ネットという2種類のひび割れ抑制対策を実施し、両者にひび割れ抑制効果が確認された。特に、膨張コンクリートに剥落防止効果が期待される使用量の2倍の合成短繊維を混入させた場合、優れたひび割れ抑制効果が得られることを実施工により確認した。

参考文献

1) 細田ら；少量の合成短繊維による収縮ひび割れの抑制機構工，コンクリート工学年次論文集，vol. 28. pp. 299-304, No. 1, 2006
2) 橋爪ら；膨張コンクリートと少量の合成短繊維を添加したコンクリートのひび割れ抵抗性に関する評価，土木学会第64回年次学術講演会，pp. 563-364, 2009