

ケーソン製作工事に用いたガラス繊維ネットのひび割れ抑制効果について

東洋建設 正会員 ○竹本 佑太 東洋建設 水口 均

東洋建設 齋藤 浩一朗 東洋建設 正会員 橋本 崇志

東洋建設 正会員 村本 哲二 東洋建設 正会員 森田 浩史

1. 目的

和歌山下津港北港地区の港内静穏度確保のため整備中の第一線防波堤として現地に設置されるケーソンの製作工事を行った。コンクリートのひび割れ抑制対策として、ガラス繊維ネットを壁コンクリートの打継目に適用した。そこで、実構造物におけるひび割れ抑制対策の効果を確認すべく、要素試験体(試験体)を用いて効果の確認を行った。本報は、試験で得られた結果について取りまとめ、報告するものである。

2. 使用材料とコンクリートの配合

コンクリートの仕様、コンクリートの配合、およびコンクリートの品質試験結果を表1～3に示す。なお、コンクリートの仕様やコンクリートの配合は実施工と同様のものを使用した。

3. 試験概要

試験項目および試験方法を表4に示す。検討ケースはガラス繊維ネットを設置しないケース(PL)と設置したケース(HN)の2水準とした。なお、試験の詳細については後述するが、材齢28日まで水中養生した試験体を用い、1水準3体とした。

4. 試験項目

4. 1 割裂引張試験

最大荷重測定後のひび割れ幅と割裂引張強度の関係を評価するために、割裂引張試験を実施した。試験体はφ100×200mmの円柱供試体とした。ガラス繊維ネットの設置状況を写真1に、割裂引張試験実施状況を写真2に示す。部材中央にガラス繊維ネットを設置して試験体を作製した。ガラス繊維ネットの方向は、載荷方向に対して直角とし、試験体端面の高さ1/4と3/4の位置にパイ型ゲージを取付けてひび割れ幅を測定した。なお、試験終了はひび割れ幅の変位が2mmに達した時点とした。

4. 2 破壊エネルギー試験

荷重－ひび割れ開口変位(CMOD)曲線を求めて評価するために、破壊エネルギー試験を実施した。破壊エネルギー試験の実施状況を写真3に示す。試験体は100×100×400mmの角柱供試体とし、部材中央にガラス繊維ネットを設置して試験体を作製した。また、打設前にあらかじめ型枠に薄い板(厚さ3mm)を取り付け、深さ20mmの切欠きを設けた。ガラス繊維ネットは載荷

表1 コンクリートの仕様

セメントの種類	呼び強度	スランブ (cm)	Gmax (mm)	空気量 (%)
高炉セメントB種	30	12±2.5	20	4.5±1.5

表2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)					
		W	C	S1	S2	G	Ad
48.0	42.8	170	355	366	369	993	2.84

S1:海砂、S2:砕砂、G:砕石、Ad:AE減水剤

表3 コンクリートの品質試験結果

スランブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)	外気温 (°C)	圧縮強度 (N/mm²)	
				材齢7日	材齢28日
13.5	5.0	17.0	15.0	24.7	42.1

表4 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法	備考
割裂引張試験	JIS A 1113 に準拠	形状: φ100×200mm 検討ケース: ネットの有無 試験体数: 各3本ずつ 試験治具: パイゲージ
破壊エネルギー試験	JCI-S-001-2003 を参照	形状: 10×10×40cm 検討ケース: ネットの有無 試験体数: 各3本ずつ



写真1 ガラス繊維
ネット設置状況

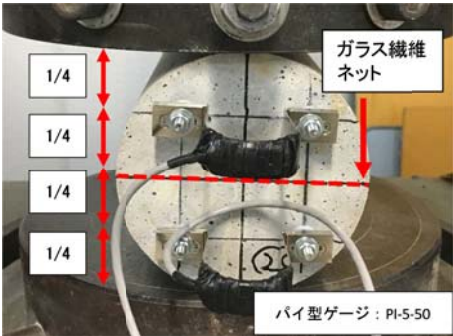


写真2 割裂引張試験実施状況

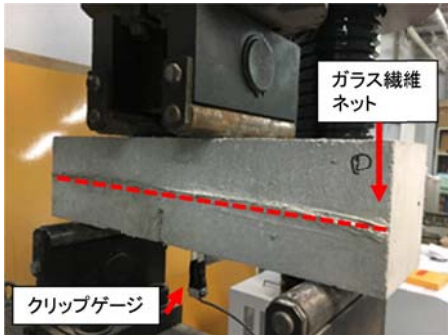


写真3 破壊エネルギー試験実施状況

キーワード ガラス繊維ネット、打継目、ひび割れ抑制、破壊エネルギー、割裂引張強度

連絡先 〒541-0043 大阪府大阪市中央区高麗橋4-1-1 興銀ビル7階 東洋建設(株)大阪本店 TEL:06-6209-8775

方向に対して直角に設置した。ひび割れ幅の測定は、切欠き部に設置するクリップゲージにより行った。なお、試験終了は荷重がゼロとなった時点あるいはCMODが4.0mmに達した時点とした。なお、破壊エネルギー G_F の算出には JCI-S-001-2003 の提案式を用いた。

5. 試験結果

5. 1 割裂引張試験

割裂引張強度－変位曲線を図1に示す。PLは $2.3 \sim 3.3 \text{ N/mm}^2$ を最大の割裂引張強度として軟化が進行したことによりひび割れが発生し、変位に伴って荷重が大きく減少した。一方、HNの最大の割裂引張強度は $3.2 \sim 3.8 \text{ N/mm}^2$ となり、若干のばらつきがあるもののPLとほぼ同等の結果となり、最大の割裂引張強度に対するガラス繊維ネットの効果は小さかった。また、軟化の進行とともにひび割れが発生したが、その変位に伴う荷重の減少は小さく勾配も緩やかであった。これは、コンクリート内部に設置されたガラス繊維ネットの架橋効果によるものと推察される。ガラス繊維ネットを設置することで、ひび割れ発生後の靱性が向上したものと考えられる。

5. 2 破壊エネルギー試験

荷重－ひび割れ開口変位(CMOD)曲線を図2に示す。PLは $7.2 \sim 7.9 \text{ kN}$ を最大荷重として軟化が進行するとともに急激な荷重の低下が生じた。一方、HNの最大荷重は $6.4 \sim 8.0 \text{ kN}$ となり、若干のばらつきはあるもののPLとほぼ同等の結果となり、最大荷重に対するガラス繊維ネットの効果は小さかった。ただし、ひび割れ発生後は、ガラス繊維による架橋効果によりCMODが $1.8 \text{ mm} \sim 2.5 \text{ mm}$ となるまで荷重の増加が見られた。CMODが $1.8 \sim 2.5 \text{ mm}$ より大きくなると荷重が再度低下し、CMODが $3.5 \sim 4.0 \text{ mm}$ において荷重がゼロに漸近した。次に、破壊エネルギーの比較を図3に示す。破壊エネルギーは各試験体の平均値とした。図より、HNの破壊エネルギーはPLよりも大きくなり、8.1倍の破壊エネルギー増加効果が認められた。これらより、コンクリート内部にガラス繊維ネットを設置することで、破壊エネルギーが増加することやひび割れに対する抵抗性が向上することが明らかとなった。

6. まとめ

ケーソンの壁コンクリートの打継目のひび割れ抑制対策としてガラス繊維ネットを適用し(写真4)、その効果の確認を行った結果、以下の知見が得られた。(1)ガラス繊維ネットを設置しても割裂引張強度の増加は小さいが、ガラス繊維ネットの架橋効果によって最大の割裂引張強度に達した後の変位に伴う割裂引張強度の減少は緩やかとなり、ひび割れ発生後の靱性が向上した。(2)ガラス繊維ネットを設置することで破壊エネルギーの増加が認められ、ひび割れ発生後のひび割れに対する抵抗性が向上することが明らかとなった。

謝辞 本技術の適用や検討に当たり、国土交通省近畿地方整備局和歌山港湾事務所の関係各位に謝意を表します。

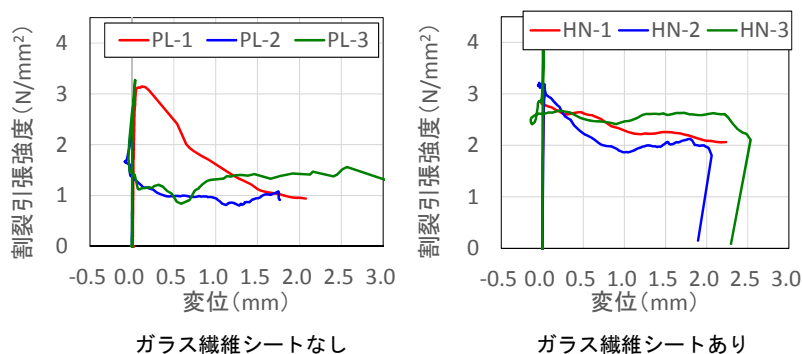


図1 割裂引張強度－変位曲線

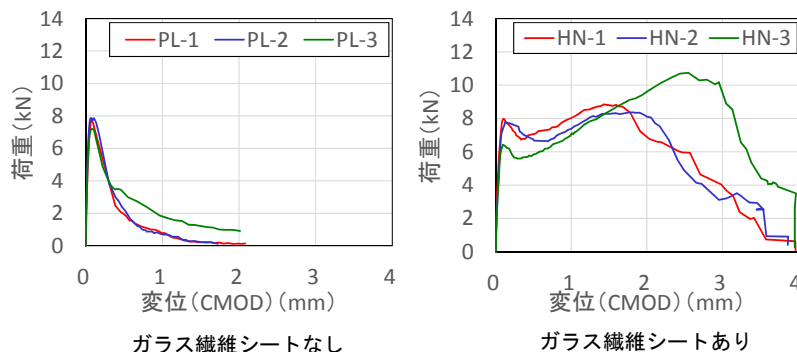


図2 荷重－ひび割れ開口変位(CMOD)曲線

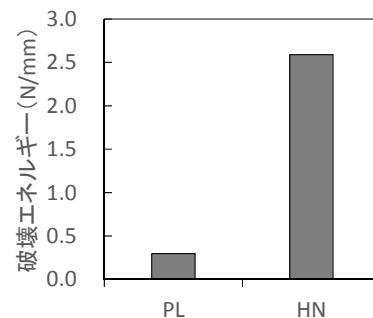


図3 破壊エネルギーの比較



写真4 ガラス繊維ネット設置状況