

陸上風力発電設備基礎における温度ひび割れ対策の比較検討

清水建設株式会社 正会員 豊嶋 正紀, 正会員 杉橋 直行
正会員 虫明 和宏, 正会員 ○小貫 真広

1. 背景

青森県六ヶ所村において、ハブ高さ 94m の陸上風力発電設備(風車, 3.6MW)を 10 基建設する工事(写真 1 参照)を進めている。風車鉄塔を支える基礎は、図 1 に示す通り、フーチングと基礎杭により構成されている。フーチングは、幅 16m、高さ 4.3m、体積は約 660m³ のマスコンクリート構造物である。さらに、コンクリートの配合は、40-12-20N で、比較的単位セメント量が多い配合であるため、凝結時に発生する水和熱は大きくなる。従って、フーチングに温度ひび割れの発生が予想された。

また、雪による冬期休工が余儀なくされ、実質 3 月～11 月の 9 カ月間しか施工することができないことを考慮すると、ひび割れ補修工事(注人工)の実施による工程遅延を、避けたい状況であった。



写真 1 陸上風力発電設備全景

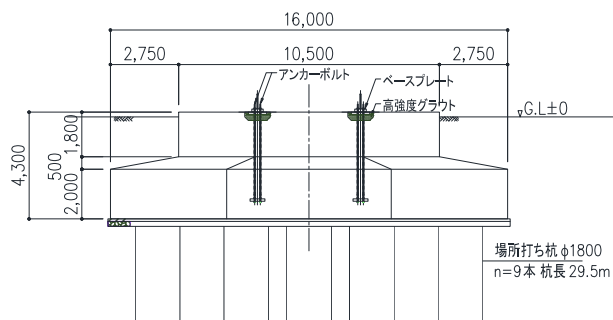


図 1 風車基礎諸元

2. 温度ひび割れ対策方法

一般的にひび割れは、0.2mm を超えると補修が必要となる。補修方法は、「コンクリートのひび割れ調査、補修強指針(2007)」に従い以下の通り設定した。

$w \geq 0.4\text{mm}$ 注人工

$0.2\text{mm} < w < 0.4\text{mm}$ 軽微な補修

注人工法は、エポキシ樹脂系の注入材をシリンダーにより低圧で注入する方法で、補修専門業者による施工が必要となる。それに対し、軽微な補修方法としては、ローラーを用いて表面含浸材を塗布する方法があり、一般作業員での施工が可能である。補修作業はひび割れ発生後の手配となるため、軽微な補修であれば工程的なリスクが少ない。そのため、ひび割れ幅を 0.4mm 未満にする方法を検討した。

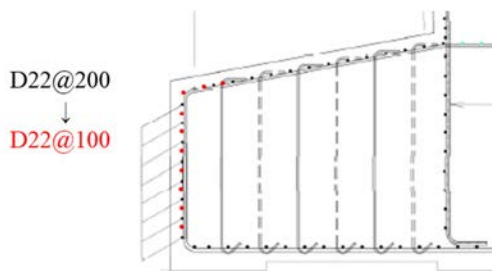
対策方法の検討に先立ち、現計画の配合でひび割れ性状を確認するため、温度応力解析を実施した。ひび割れ指数は 1.0 以上(ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大にならないように制限する)を目標にすると、フーチング側面において 1.0 を下回る結果となった。養生仕様(エアシート 2 枚敷き+養生期間 14 日)の向上も考えられたが、コスト及び工程の観点で現実的ではないため、養生以外の方法でひび割れ指数 1.0 以上を満足させる対策を検討した。

対策方法として、ひび割れ制御鉄筋及びひび割れ抑制マット(ハイパーネット)を検討した。ひび割れ制御鉄筋については、ひび割れ指数 1.0 を満足するような必要鉄筋量を算定することで、補強仕様を決定した。その結果、原設計の D22@200 に対し、D22@100 とした。また、一般的なひび割れ対策として使用されるハイパーネットの設置も検討した。設置方法として、1 枚敷き、2 枚重ね敷き、千鳥敷き(1 枚敷き、2 枚重ね敷きの交互配列)を検討し、実際の基礎で試験的に施工し、その効果を比較することとした(図 2 参照)。風車基礎の形状が八角形であるため、2 面ずつ

キーワード：陸上風力、マスコンクリート、温度ひび割れ、ひび割れ対策

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 03-3561-1372 03-3561-8672(Fax)

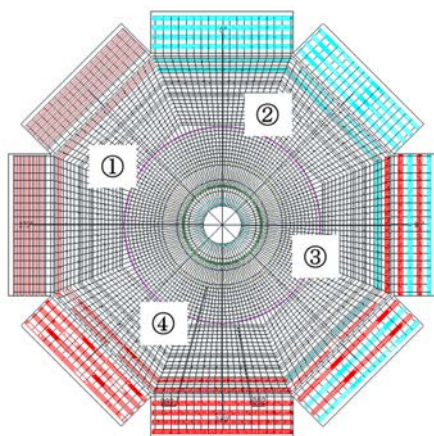
で4種類の対策を実施した。



(a) ひび割れ制御鉄筋仕様



(b) ハイパーネット設置状況(②の例)



(c) 対策箇所、対策方法

図2 温度ひび割れ対策

3. 比較検討結果

本検討で実施した温度ひび割れ対策の比較検討結果を図3に示す。その結果、①～④のどの箇所においても温度ひび割れは発生したものの、0.4mm以上の過大なひび割れの発生は抑制することができた。①～④の各箇所にてひび割れ幅を合計した場合、ハイパーネットを施した②～④では、ほぼ同じ値の1.6mm前後であったのに対し、ひび割れ制御鉄筋を

施した①では、1.2mmと小さい値であった。今回採用した対策の中では、制御鉄筋によるひび割れ分散効果が最も高く、ひび割れ幅が小さくなったものと考えられる。そのため、ひび割れ制御鉄筋の採用は温度ひび割れ対策として有効であると判断できる。

①～④の対策の施工性、コストに関して、言及する。①は、鉄筋組立時に同時施工が可能であり、施工性はよいと判断できる。それに対し、②～④は、鉄筋組立後・型枠組立前の施工となるため、設置に半日程度有する。ただし、ハイパーネットの設置仕様が異なっても設置工程は同じであった。コストについては、②が最も安価で、①と③が同程度、④が高価となる。

従って、対策効果・施工性・コストから総合的に判断して、以降の風車基礎では温度ひび割れ対策としてひび割れ制御鉄筋を採用することとした。

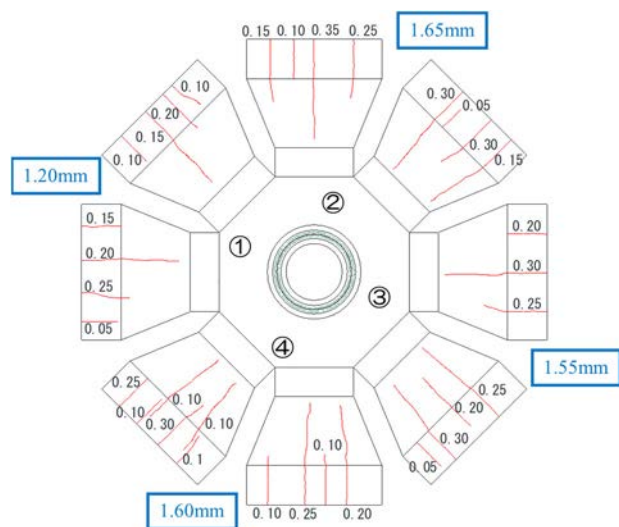


図3 対策結果(ひび割れ幅の合計値で比較)

表1 対策工比較

対策箇所	対策効果	施工性	コスト	総合
①	◎	◎	○	◎
②	○	△	◎	○
③	○	△	○	△
④	○	△	×	△

4. まとめ

現地では、風車基礎にひび割れ制御鉄筋を採用することで、工程に影響する0.4mm以上のひび割れの発生を防ぐことができ、当初の工程範囲内で次工程へ引き継ぐことができた。また、ひび割れ制御鉄筋の仕様に関して、想定したひび割れ幅に近い値でひび割れが発生しており、その仕様の妥当性についても確認できた。