

サポートライニング工法のダクトパネル取付け時の損傷対策の検討

(株) 熊谷組 正会員 ○ 榎 駿介
 (株) 熊谷組 正会員 尾崎 健一郎
 (株) 熊谷組 森 康雄

1. はじめに

既設トンネルの覆工巻厚不足対策としてサポートライニング工法による覆工補強を行った際、ダクトパネルを仮固定した後にダクトパネルのフランジ付きナットの周辺にひび割れ等の不具合が生じる場合がある。このひび割れ発生の原因とその対策について実験を行い検討したので報告する。

2. ひび割れ発生状況と原因の推定

施工中のダクトパネル仮固定作業において、埋設されているフランジ付きナットの周辺に不具合が生じる場合がある。

ダクトパネルは鋼製型枠に流し込んで製作するため、パネルの製作精度は、支保工の曲げ加工の精度と比較すると高い。したがって、支保工のフランジとダクトパネルの接触面に隙間が発生し易くなり、この隙間を少なくしようとして六角ボルトを締付けるとフランジ付きナットに過度の引抜き荷重が作用する。さらに、抑えプレートが傾いてしまうため、フランジ付きナットに偏圧が作用し、ひび割れ発生の可能性が高くなる。

以上より、不具合発生の原因として、ダクトパネルのフランジ付きナットとその仮固定方法が要因となり、ひび割れが発生したと判断されるため、対策について以下に検討した。

3. 実験概要

前述のトンネルで使用したフランジ付きナットと、ひび割れ防止対策としてのPインサートの2種類の埋設金物に対して、静的引抜き実験と、手動式レンチ（静的）およびインパクトレンチ（動的）によりトルクを負荷した締付け実験を行い、ひび割れ発生時の引抜き力と締付けトルク値を測定した。



写真1 ひび割れ発生状況

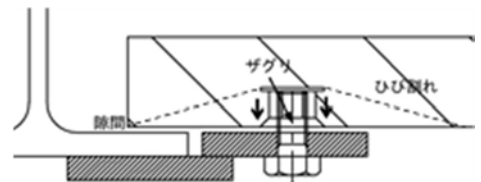


図1 ひび割れ発生機構

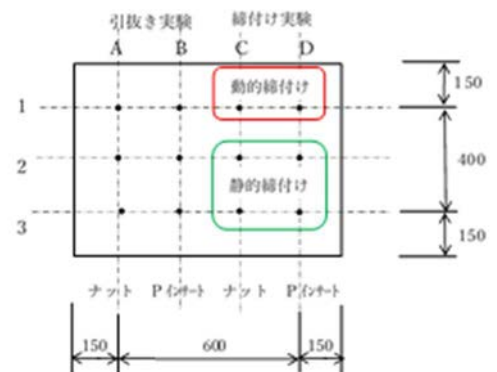


図2 ダクトパネル平面図



静的引抜き実験



静的トルク負荷締付け実験



動的トルク負荷締付け実験

写真2 各実験状況

キーワード トンネル覆工補強, サポートライニング工法, ダクトパネル, コーン破壊, 引抜き実験
 連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株) 熊谷組 技術本部 技術研究所 橋梁ソリューション室
 TEL03-3235-8617

4. 実験結果

静的引抜き実験のボルト引抜き荷重—ダクタルひずみの関係を図3に示す。また、インパクトレンチでボルトを締付けた際のボルトひずみ—ダクタルひずみの関係を図4に示す。

ダクタルのひずみ変化率が正から負に変化する（極大）点がコーン破壊の開始した時期である。

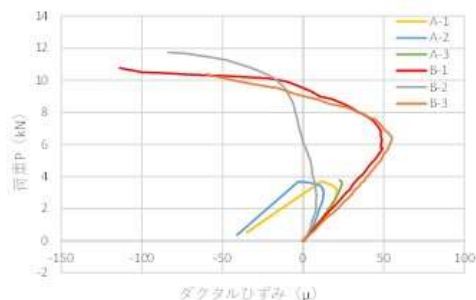


図3 ボルト引抜き荷重—ダクタルひずみ

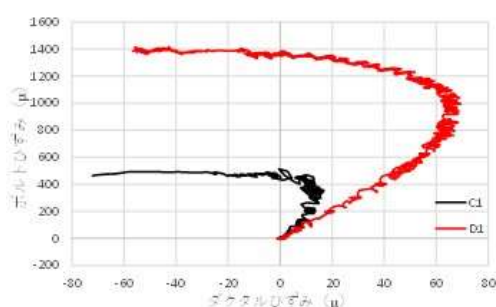


図4 ボルトひずみ—ダクタルひずみ

各ケースの実験結果より、コーン破壊（開始、終了）時のトルクを計算した結果を表1に示す。ケースC2はデータの取得タイミングが遅れてデータが得られていない。

表1 各ケースのトルク値

载荷方法	機器	埋設金物	実験ケース	ダクタルコーン破壊開始				ダクタルコーン破断終了				
				トルク(Nm)		引抜き荷重(kN)		トルク(Nm)		引抜き荷重(kN)		
				実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	
引抜き力	静的	引張試験器	フランジ付きナット	A1	—	15.13	3.22	—	17.48	3.72	—	
				A2	—	13.87	2.95	—	17.34	3.69	—	
				A3	—	16.87	3.59	—	17.77	3.78	—	
			Pインサート	B1	—	26.98	5.74	—	50.76	10.8	—	
				B2	—	13.11	2.79	—	55.46	11.8	—	
				B3	—	30.08	6.4	—	50.76	10.8	—	
トルク	動的	インパクトレンチ	フランジ付きナット	C1	—	15.73	—	3.35	—	20.46	—	4.35
				C3	14.51	—	—	3.10	17.66	—	—	3.83
	静的	インパクトレンチ	Pインサート	D1	—	41.31	—	8.79	—	57.73	—	12.28
				D2	30.51	—	—	5.95	52.86	—	—	11.16
				D3	30.88	—	—	6.41	51.23	—	—	11.10
				—	—	—	—	—	—	—	—	—

5. ひび割れ対策

ダクタルパネルの埋設金物周辺に発生するひび割れ防止対策を以下の3項目とする。

(1) 対策1

二次製品の孔空き箇所のザグリを設けることが慣例となっているようだが、理由は不明確である。サポートライニング工法ではひび割れ発生の原因のひとつであり、ザグリが無くても全く問題ないため、設けないものとする。

(2) 対策2

実験結果からもフランジ付きナットの埋設深さを深くすることでコーン破壊への抵抗性は向上する。今後、施工性の検討において許容トルクの範囲内で締付けを行い、施工上問題がなければ埋設金物の深さは20mmとし、締付けが不十分な場合は大きさ、構造について再検討する。

(3) 対策3

埋設金物として長さ20mmのPインサートを使用する。その場合、許容トルクは20~30Nmとなるため、締付けに使用する機器や使用モードについて確認、選定する。