

V-80

高炉スラグ微粉末を用いたプレストレストコンクリート桁の鉄道橋への適用

九州旅客鉄道(株)施設部 正会員 長田晴道
 同上 正会員 宮武洋之
 新日鐵化学(株) 正会員 近田孝夫

1. まえがき

コンクリートの耐久性向上等を目的として、高炉セメント、高炉スラグ微粉末（以下スラグと記す）の利用が増大している。一方高炉セメントやスラグを用いたコンクリートは、初期強度の発現が遅れる傾向にあり、プレストレストコンクリート（以下P Cと記す）等の比較的大きな初期強度を要するものには利用しにくいとの指摘もある。しかし、最近の研究結果によれば、スラグの比表面積を大きくすることにより、かなり初期強度の向上が図れることが知られてきた¹⁾。本報告は微粉碎されたスラグを用いたP Cスラブ桁による鉄道橋の計画及び製作に関する検討の概要をまとめたものである。

2. コンクリートの配合

2-1. 試験練りの概要

P Cスラブ桁に用いるスラグ混入コンクリートの配合を決定するため、まず試験練りを実施した。使用材料：セメントは比重3.13の早強ポルトランドセメントを用い、スラグは比重2.90、塩基度1.85、ブレン比表面積6060cm²/g のものを用いた。細骨材は、福岡県筑後川産の川砂で表乾比重2.53、粗粒率2.82のもの、粗骨材は熊本県鹿北町産の碎石で最大寸法20mm、表乾比重3.00、粗粒率6.71のものを用いた。混和剤は高性能減水剤（使用量 セメント量×1.5%）を用いた。

配合設計条件は設計基準強度が400kgf/cm²、プレスト 導入時強度が350kgf/cm²で、スランブを8±2.5cm 空気を2±1%とした。なお、予備試験の結果よりW/C は35、38%の2通りとし、スラグ置換率は耐久性確保の観点から50%とした。養生は工場製作を前提として蒸気養生とした。その条件は図-1に示す通りで、蒸気養生後は20℃気中養生とした。試験練りに供したコンクリートの配合を表-1に示す。試験項目はフレッシュコンクリートのスランブ、空気量、及び硬化コンクリートの圧縮強度、静弾性係数である。

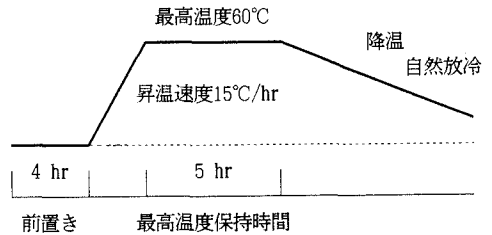


図-1 蒸気養生条件
 表-1 試験練りコンクリートの配合

2-2. 試験練りの結果および配合の決定

試験練りの結果を表-2に示す。

フレッシュコンクリートの性状については、同一単位水量の配合でもスラグを用いたコンクリート（配合番号2、3）が、スラグを用いないコンクリート（配合番号1）に比べてスランブが4cm程度増大した。これはスラグはガラス質で、その粒子表面は平滑であり、流動性が増大することおよび高性能減水剤の効果が十分に発揮されたことが考えられる²⁾。

配合 番号	スラグ 置換率 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	スラグ	S	G	混和剤
1	0	38	40	147	387	---	719	1275	5.81
2	50	38	40	147	194	194	713	1266	5.82
3	50	35	39	147	210	210	686	1269	6.30

表-2 フレッシュコンクリートの性状と圧縮強度ならびに静弾性係数試験結果

配合 番号	スランブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	圧縮強度 (kgf/cm ²)				静弾性係数(x10 ⁵ kgf/cm ²)			
				1日	3日	7日	28日	1日	3日	7日	28日
1	4.0	1.8	19.5	490	575	619	655	2.61	2.83	2.97	3.25
2	8.0	2.0	19.5	344	388	452	538	2.17	2.40	2.63	2.76
3	7.5	1.7	19.5	377	426	489	578	2.21	2.46	2.75	2.86

図-2に材令と圧縮強度の関係を示す。ブレン比表面積6060cm²/gのスラグを用いたコンクリートの圧縮強度は、W/C=35、38%いずれの場合にも材令28日で設計基準強度400kgf/cm²を十分に満足するものであり、プレストレスト導入時強度350kgf/cm²を満足する材令は、W/C=38%の配合で1～3日、W/C=35%の配合では1日であった。

以上の結果より、配合設計基準強度を満足し、早期にプレストレスが導入可能な配合としては表-1中の配合番号3（W/C=35%）が適していると判断し、以降のPCスラブ桁の製作に用いることとした。

3. PCスラブ桁の製作

今回、製作したPCスラブ桁による鉄道橋の概要は、橋長4.10m、支間3.70m、幅3.80mで、橋軸方向に4分割して工場製作された。軸方向プレストレスはプレテンション方式で導入し、軸直角方向には現場架設時にアンボンド鋼材を用いて緊結した。表-3にPCスラブ桁製作時の試験結果を示す。桁製作は3回に分割施工され、そのいずれの場合にもスランプは目標範囲内であり、また材令1日の圧縮強度は350kgf/cm²前後の安定した結果を示した。なお、表-3に示した圧縮強度値で、製品同一養生とは蒸気養生後に気中養生したものであり、標準養生とは蒸気養生後20℃水中養生したものである。この結果より、軸方向のプレストレス導入は全て材令1日で行った。材令7日の圧縮強度は、十分に設計基準強度を満足したことから、鉄道橋架設はスラブ桁製作後2～3週で実施した。その際、架設直後の列車荷重に対する、スラブ桁のたわみ量を測定した。たわみ量はデジタルゲージセンサ（精度1/100mm）を橋の支間中央部及び両端部にセットして計測した。その結果、支間中央部のたわみ量の最大測定値は0.3mmであり、設計時に計算した最大たわみ量1.8mmよりもかなり小さい値であった。

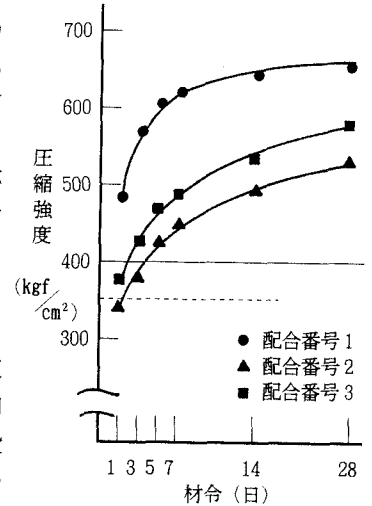


図-2 材令と圧縮強度の関係

表-3 PCスラブ桁製作時の圧縮強度とスランプ値

製作 番号	実測 スランプ (cm)	圧縮強度 (kgf/cm ²)		
		製品同一養生		標準養生
		1日	7日	28日
1	8.2	353	415	519
2	7.5	355	422	541
3	9.2	349	447	526

4. まとめ

ブレン比表面積6060cm²/gの高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートにより、PCスラブ桁の鉄道橋を計画、製作する過程の検討から以下のことが明らかにされた。

(1) 試験練りによる最適配合の検討結果から、スラグ混入コンクリートについてもプレストレスト導入時強度及び設計基準強度を十分満足する配合を得ることができる。

(2) スラグの微粉砕化を検討することにより、プレストレストコンクリートへの適用が十分可能なことが確認された。

(3) 今後、さらにスラグの特性を活かし、かつ養生等の施工性をも考慮した各種コンクリート構造物への適用検討を進めていくことが望まれる

本報告のPCスラブ桁の計画、製作にあたって、オリエンタル建設(株)の皆様には多大なご協力を頂きました、ここに厚く御礼申し上げます。

〔参考文献〕1)例えば、森山、沼田、木島、小林：高炉スラグ微粉末コンクリートの配合及び強度発現性について、土木学会高炉スラグ微粉末のコンクリートへの適用に関するシンポジウム論文集、1987。

2)S.Nishibayasi et al:A Study on Superplasticized Concrete Containing High Volumes of Blast Furnace Slag, Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, ACI SP-119.