

榎大林組 正員 山 王 博 之
 同 同 十 河 茂 幸
 同 同 三 浦 律 彦

1. まえがき

大規模構造物でのコンクリートの大量打設や暑中打設においては、施工方法および環境条件により層打ち部にコールドジョイントが発生し易い。しかし、コールドジョイントの発生を直接判定する方法はまだ確立されていない。本研究では、「バイブレーター貫入試験」を考案し、遅延型混和剤の使用量およびコンクリートが置かれる環境条件の違いがコールドジョイント発生に及ぼす影響について実験的に検討を加えた。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは低熱型高炉セメントB種（スラグ量55%）、細骨材は千葉産山砂（比重2.62、粗粒率2.86）、粗骨材は大井川産川砂利（最大寸法25mm、比重2.66、粗粒率6.83）と碎石2005号（比重2.67、粗粒率6.53）、混和剤は遅延型A E減水剤P（リグニン系）と遅延剤R（けいふつ化物系）を用いた。実験に使用したコンクリートは目標スランブ15cm、空気量5%である。コンクリートの配合は表-1に示す4種類とした。

表-1 コンクリートの配合

配合	特 徴	単位量 (kg/m ³)							遅延剤減水剤別 P	遅 延 剤 R
		W/C	S/a	W	C	S	G (H)	G (砂)		
A	標 準 (P: C×0.25%)	60.0	48.0	155	259	907	500	499	C×0.25% 0.648	—
B	P: 1.5倍量	58.3	48.3	151	259	917	500	499	C×0.375% 0.971	—
C	P: 2.0倍量	56.8	48.6	147	259	928	500	499	C×0.5% 1.259	—
D	P, R 使用	60.0	48.0	155	259	907	500	499	C×0.25% 0.648	C×0.6% 1.554

2.2 モルタルおよびコンクリートの凝結試験 一般によく行われる凝結試験には、モルタルを用いたブロックター貫入抵抗試験があるが、ここでは図-1に示すバイブレーター貫入試験装置を考案した。この試験装置は、所定の貫入重量（0.5, 1.0kgの2段階）にセットした棒状バイブレーター（本体重量4.0kg、直径28mm、振動数12,000rpm）がある深さ（10, 15, 20cm）貫入するのに要する時間（以下貫入時間と呼ぶ）でコンクリートの凝結程度を示すものである。

2.3 各種環境条件の比較試験 コンクリートの打継ぎ面の凝結性状は、各種の環境条件、特に日射による表面温度の上昇や風による水分の蒸発の影響を大きく受けるため、①屋外放置養生（日射や風の影響大） ②屋外散水養生（水分の蒸発抑制） ③シート内養生（白シート掛けにより日射や風の影響小）の3種類の環境条件を設定して比較を行なった。なお、試験当日の気象条件は、曇りがちで最高気温は30℃、湿度は屋外で約65%、シート内で約70%であり、常時2~5 m/sの風が吹いていた。

2.4 2層重ね打ち供試体の強度試験 打ち重ね部に生じたコールドジョイントがコンクリートの強度にどの程度の悪影響を及ぼすかを調べる目的で、下層コンクリートを所定の時間放置してから上層を打った水平2層打ち供試体（10×10×40cm）の曲げ試験を実施した。また、供試体の養生は、材令2日で脱型するまでは現場シート掛け養生とし、その後試験材令（28日）の前日まで現場水中養生を行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリートの凝結性状に及ぼす配合および環境条件の影響 モルタルのブロックター貫入抵抗試験の結果を図-2~4に示す。遅延型混和剤を増量使用した場合、モルタルの凝結時間は何れの養生条件においても遅れ、効果が認められる。また、同じ配合のものでも、屋外養生より散水養生やシート内養生をしたものの方がより遅延効果が現われている。次に、バイブレーター貫入試験結果の一例を図-5, 6に示した

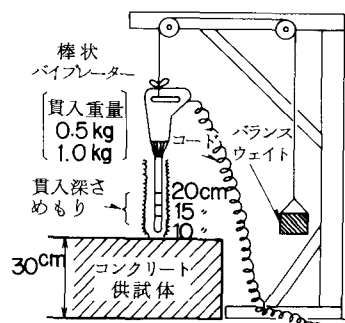


図-1 バイブレーター貫入試験装置

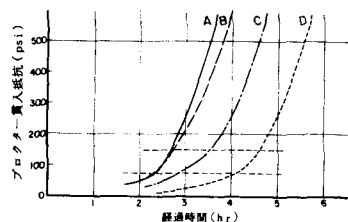


図-2 プロクター貫入試験結果 (1)屋外養生

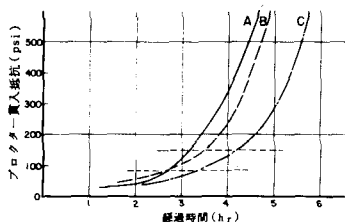


図-3 プロクター貫入試験結果 (2)屋外 散水養生

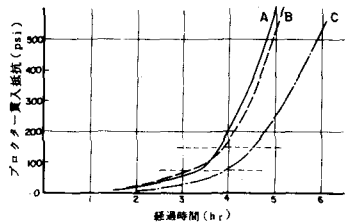


図-4 プロクター貫入試験結果 (3)シート内養生

が、プロクター貫入試験の結果とほぼ同様な結果となっている。以上の結果から、モルタルまたはコンクリート表面の凝結性状は遅延型混和剤の増量使用と日射や風の影響を大きく受けることが明らかになった。

3.2 コールドジョイント発生時間

図-2～6に示すように、プロクター貫入抵抗曲線およびバイブレーター貫入時間曲線はそれぞれある値に達した後に急激な上昇を示す特徴がある。この屈曲点の時間は配合や環境条件の違いによってかなり異なるが、プロクター貫入抵抗値は80～150 psi，バイブレーター貫入時間は8～15秒とほぼ同じ値に収まっている。目視観察の結果などにより、これらの値に達するまでの時間をコールドジョイント発生時間と考えることができる。

3.3 貫入抵抗値と貫入時間との関係

モルタルのプロクター貫入抵抗値とコンクリートのバイブレーター貫入時間との関係を図-7に示す。この結果より屋外養生したものでは配合の種類別のべき乗曲線に回帰できるのに対し、シート内養生したものでは全ての配合のものが1本のべき乗曲線に回帰できる。このことは、急激な水分の蒸発作用を受ける環境条件下で行なったプロクター貫入抵抗試験の結果はごく表層部だけの特性値になることを示しており、全体の凝結性状を正しく把握するためにはコンクリートのバイブレーター貫入試験のようなもので判定する必要があることを意味する。

3.4 コールドジョイント発生が強度低下に及ぼす影響

図-8は一体打ち供試体に対する2層重ね打ち供試体の曲げ強度比を示したもので、曲げ強度の低下は何れもコールドジョイント発生開始時間より0.5～1.5時間後に始まり、その後は時間の経過にほぼ比例して低下しており、コールドジョイントの悪影響が認められる。

4. まとめ

以上をまとめると次のようになる。(1)コールドジョイントの発生を抑えるのに遅延型混和剤の増量使用や水分の蒸発を防ぐことが何れも効果的である。(2)コールドジョイント発生による強度低下はコールドジョイント発生開始時間より0.5～1.5後に始まる。(3)プロクター貫入抵抗試験は試料の表層部の凝結性状を示すもので、その適用には注意を要する。

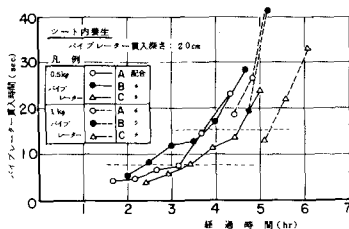


図-5 バイブレーター貫入試験結果(0.5kg配合)の比較

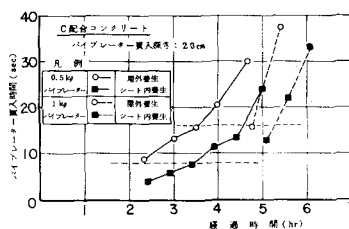


図-6 バイブレーター貫入試験結果(0.5kg配合)養生条件の比較

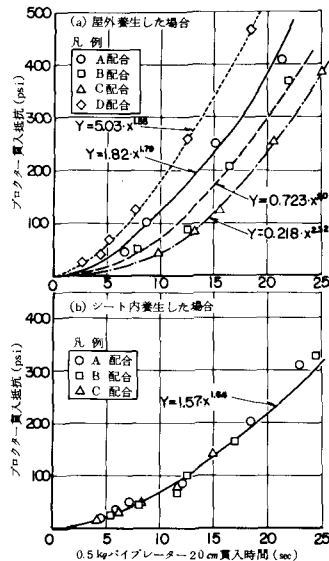


図-7 プロクター貫入抵抗値とバイブレーター貫入時間の関係

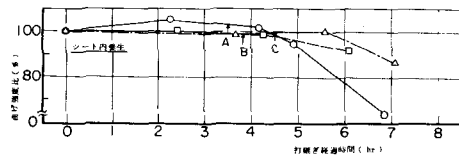
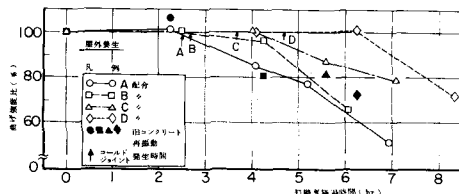


図-8 コールドジョイント発生に伴う曲げ強度の低下 (10×10×40 cm供試体)