

## 1. 目的

授業でコンクリートのことを学び、普段からよく目にするコンクリートのことが気になりました。そして1年の課題研究発表会でコンクリート甲子園のことを知り、自分たちの知識でどれだけ強度の高いコンクリートが作れるのか試してみたいと思い、コンクリート甲子園に出場することを決めました。

## 2. コンクリート甲子園とは

全国の工業高校生たちが、自分たちで作ったコンクリートの強度を競う大会です。その審査内容は、各校三本のテストピースの平均圧縮強度の大きさを競います。

コンクリート甲子園のルール

1. 各校、3本のテストピースを日本工業規格の規定に基づき圧縮強度試験を行い、3本のテストピースの合計圧縮強度を求め、平均圧縮強度の大きい方から順位をつける。
2. コンクリートのテストピースは、直径10cm±0.5mm、高さ20cm±0.5mmの大きさとする。
3. 骨材、水の代わりとして何を混ぜても構わない。
4. テストピースの製作には、ポルトランドセメントを使用する。  
低熱、早強その他、ポルトランドセメントであれば何を混ぜてもかまわない。

## 3. 私たちの取り組み

今回、私たちの取り組み入るにあたり、まずは前回の先輩の配合設計を参考にしました。下表が前回のコンクリート班の配合設計表です。

W/C=22.2%、(単位: kg) 1m<sup>3</sup>当り、比はセメント重量を1とした値

	水	セメント	細骨材	粗骨材	シリカ	AE剤
重量	164	736	779	640	82	1.6
比	0.22	1	1.06	0.87	0.11	0.02

骨材には何を用品でもよい規則なので、鉄や鋼を材料としたものを混ぜてくる学校や、粗骨材を入れない学校がいる中、通常に使用されている骨材を使用して配合のみで高強度を目指したそうです。また、水セメント比を通常50%前後なのに対して22.2%とかなり引く設定しています。単に高強度を目指すだけなら10%台で設計できたそうですが、一定のワーカビリティを確保するためこれ以上下げなかったそうです。他校では10%台で配合し、供試体の打ち込みにはバイブレーターを使うなど、強制的に打ち込みを行っているそうですが、自然な状態で打ち込めるコンクリートを目指すことにしたと言っていました。この配合設計で私たちが気になったことは、一般的な配合に比べて、セメント量が非常に多く、骨材量が極端に少ないことでした。前回の配合設計では最初に単位水量を決め、次に目標の設計基準強度から水セメント比を決め、その値よりセメント量、粗骨材量、細骨材量を決めていったそうです。

### 1) 配合設計

前回の先輩たちの研究を基に、私達は今回の挑戦にあたり三つの基本コンセプトを立て望むことにしました。一つは先輩方の意思を引き継ぎ、単に高強度を目指すのではなく一般的な骨材を使用すること。二つめは、自然な状態で打ち込むことのできるコンクリートを目指すこと。三つめは、二つのコンセプトを維持しつつできるだけセメント量を減らし、骨材率を上げ、経済的なコンクリートを目指すことにしました。そこで私たちは、所定のワーカビリティを確保するため水セメント比を25%にし、セメント量の10%をシリカフェームに、水量の1.5%の高性能AE減水剤を使用することにしました。また、単位水量より配合設計するのではなく、各材料の配合割合から配合設計を行うことにしました。セメント量を減らすことを目的とするので、セメント量を基本にし、重量割合で細骨材、粗骨材の各量を計算しました。骨材率が高くなると、所定のワーカビリティを



得ることが難しくなることが予想されるので、段階的に骨材率を変え、五つのパターンで配合し、実験することになりました。セメント、細骨材、粗骨材の重量比を1:1:1で配合を行い、これを基にし、セメント、細骨材、粗骨材の割合を表のように段階的に変えて配合を行いました。

## 2) 製作

練り混ぜにあたっては、まずコンクリートの状態を確認するために、各材料を段階的に投入しそれぞれの状態を観察していきました。まず左はセメント、シリカ、水を混ぜた状態です。全く流動



化は見られずセメントが玉になっています。次に中央の写真が左の状態に高性能 AE 減水剤を投入し混合した状態です。一気に流動化しました。右が骨材を混ぜた状態です。スランプ値も 20cm となり流動性の大きさを示しています。しかし、通常の流動性を示したのではなく、ダイラタント流体のような性質で、力を加えないとダラダラと流れるように変形をしますが、スコップなどで外力



を与えるとグッと固くなり変形に対し抵抗を示します。型枠に詰める際も若干扱いつらく、突き棒で突く早さもゆっくり突かないと所定の深さまで突くことができませんでした。しかし流動性が高いため、ゆっくり突くことにより型枠の隅々までしっかり充填することができました。2・4の配合ではスランプ値は 19cm と若干下がりましたが流体としては同じような性質を示していました。3・5の配合になるとスランプ値は 8.5cm と一気に下がり、型枠に詰める作業も能率が悪くなり、規定の 25 回では豆板が残るような感じでした。実際に 3・4・5 の供試体には豆板が数カ所出ており



強度にも影響がでることが心配されました。2・4ではスランプ値は同じだったのに4にだけ豆板がでた理由として考えられるのは、製作過程において後半は時間が無くなり突き方が雑になってしまったと思われます。

### 3) 養生

養生は一般的な水中養生と、高知高専の塩水噴霧試験槽を使い蒸気養生を試すことにしました。



更に水中養生のみのパターンと、蒸気養生のみ、初期養生に蒸気養生を行い、途中から水中養生に切り替えた3パターンで行うこととしました。

### 4) 強度試験

これら 28 日強度試験の結果が下表になります。やはり、豆板が目立った3・4・5の供試体の強度、および蒸気養生のみが若干低くなっています。が、強度的には思ったほど大きな差は出ていませんでした。蒸気養生から水中養生に切り替えるタイミングによっても変化がありそうなので、蒸気養生の日数を変化させて実験してもおもしろかったかもしれません。今回はこの結果より配合1の水中養生をコンクリート甲子園本番に持って行くことにしました。

	単位N/mm <sup>2</sup>		
	水中養生	蒸気養生	蒸気→水中
1	134	124	131
2	130	125	121
3	117	115	116
4	115	108	107
5	118	114	112

### 4. コンクリート甲子園本番

本番は平成22年12月4日の土曜日。高知県生コンクリート工業組合技術センターの東部試験所で開催されました。今年は去年と同じく全国から9校が参加しました。



参加校の供試体は製作のプレゼンパネルと一緒に並べられ本番を待ちます。各校様々な工夫を凝らしての参加でした。規定には供試体のペイントも許されているので、全面を綺麗にペイントした供試体もあり、遊び心もありなんだか楽しそうでした。しかし、大会が始まると雰囲気は一変し私たちの緊張も高まってきました。強度試験が始



まると、工業試験場の技術者の方によって日本工業規格の規定に基づき、供試体の直径、高さ、重量と厳格に計測されていきます。慣れた手つきで正確に作業を行う技術者の方を見ていると、参加している我々の緊張感も益々増していきました。供試体に荷重がかけられている間に、製作のプレゼンと審査員による質疑応答が始まります。熱心に質問をしてくれる審査員の先生達からは、専門的な知識の高さや、コンクリートにかける情熱がひしひしと伝わってきました。

1) 大会の結果

第4回コンクリート甲子園 結果									
	阿徳 南島 工業立 高校	高知 農業立 高校	広島 市立 工業立 高校	安芸 桜ヶ 丘立 高校	宿毛 工業立 高校	高知 工業立 高校	松江 工業立 高校	都大 阪市 第二立 工業立 高校	多香 度川 津立 高校
1回目	121.3	87.6	133.7	38.7	152.5	130.9	90.9	102.4	153.7
2回目	117.8	86.9	135.0	41.0	125.8	132.4	91.9	97.0	146.0
3回目	120.4	81.8	131.4	41.3	147.4	116.5	88.1	113.3	158.8
平均	119.8	85.4	133.4	40.3	141.9	126.6	90.3	104.2	152.8
順位	5	8	3	9	2	4	7	6	1
本年順位	アイデア賞		奨励賞		準優勝	努力賞			優勝

香川県立多度津高等学校が昨年に引き続き優勝となりました。多度津高校は水セメント比を16%と極限まで下げ、骨材には短鋼線を入れていました。2位に入った宿毛工業高校は水セメント比を13%まで下げ、粗骨材には粒径の小さい(5mm以下なので細骨材になると思われる)ものを使用したそうです。3位に入った広島市立広島工業は特に変わった骨材は使用していませんが、水セメント比を15%まで下げこの強度を出しています。私たち高知工業高校は3位に平均強度で6.8N/mm<sup>2</sup>届かず残念ながら4位という結果になってしまいました。しかし、他校にはなかったセメント量を減らそうという取組が認められ努力賞を頂くことができました。

5. 考察×反省点×感想

1) 考察×反省点

今回上位3位に入れなかった理由の一つに、三つ目の供試体だけ他の2本に比べて圧縮強度が極端に低いことです。原因はおそらく型枠に詰めるときに均等にしっかり詰められていなかったからなので、来年のコンクリート班には1本1本丁寧に詰めて、今年の結果を抜いてほしいと思います。また、来年は蒸気養生の養生日数を1日や2日等短くしたパターンも是非試してもらいたいと思います。

2) 感想

はじめは自分たちの力で強度の高いコンクリートを作れるかどうか不安だったけど、先生やアドバイザーの方々、下級生に手伝ってもらっているうちに自信がつき、コンクリート甲子園に臨めました。私たちのコンクリートは結果的には4位で終わってしまったけど、特殊な骨材などを入れている他校のコンクリートに普通に使えるコンクリートを目指した配合設計で挑んで、十分競えるくらいの強度が出せ、また、その私たちの取り組みが評価され、努力賞を貰えただけでもすごくうれしかったです。

最後に私たちの研究にご協力やアドバイスを頂いた、高知コンクリートサービスの田中さん、高知高等専門学校の横井先生には本当に感謝しています。ありがとうございました。